

**VEHICLE ROUTING PROBLEM DALAM OPTIMASI PENGIRIMAN
BARANG EKSPEDISI MENGGUNAKAN ALGORITMA
GENETIKA**

SKRIPSI

WIDYA ANGGI PRATIWI

171402126



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

VEHICLE ROUTING PROBLEM DALAM OPTIMASI PENGIRIMAN
BARANG EKSPEDISI MENGGUNAKAN ALGORITMA
GENETIKA

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah Sarjana
Teknologi Informasi

WIDYA ANGGI PRATIWI

171402126



PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

MEDAN

2024

PERSETUJUAN

Judul : Vehicle Routing Problem dalam Optimasi Pengiriman
Barang Ekspedisi Menggunakan Algoritma Genetika

Kategori : Skripsi

Nama : Widya Anggi Pratiwi

Nomor Induk Mahasiswa : 171402126

Program Studi : Teknologi Informasi

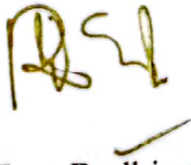
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

Komisi Pembimbing :

Medan, 14 Juni 2024

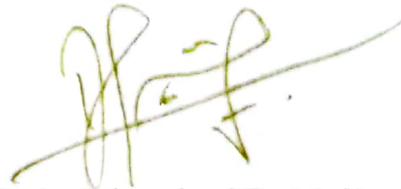
Komisi Pembimbing:

Pembimbing 2



Dr. Erna Budhiarti Nababan, M. IT.
NIP. 196210262017042001

Pembimbing 1



Dedy Arisandy, ST., M. Kom.
NIP. 197908312009121002

Program Studi S1 Teknologi Informasi

Ketua,



Dedy Arisandy, ST., M. Kom.
NIP. 197908312009121002



PERNYATAAN***VEHICLE ROUTING PROBLEM* DALAM OPTIMASI PENGIRIMAN BARANG
EKSPEDISI MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA****SKRIPSI**

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 14 Juni 2024

Widya Anggi Pratiwi

171402126

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa syukur dan pujian, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih setia-Nya telah mengizinkan penyelesaian penulisan skripsi ini sebagai yang dimana menjadi satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana dari Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara. Penulis juga mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada segala bantuan, sokongan, dukungan serta doa yang diberikan oleh :

1. Bapak dan Ibu penulis, Bapak L. Simatupang dan Ibu Linche Sriana yang mencurahkan doa, dan harapan terhadap penulis untuk menyelesaikan pendidikan ini.
2. Saudara penulis, Laurent Monica, S.T. dan Putri Ayu Margaretha yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis.
3. Sepupu penulis, Rizky Matias Simatupang, secara senantiasa memberikan doa, nasihat, dukungan, semangat, dan menjadi tempat untuk berbagi pengalaman selama masa penyelesaian skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Muryanto Amin, S. Sos., M. Si. sebagai Rektor Universitas Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M. Sc. sebagai Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
6. Bapak Dedy Arisandi, ST., M. Kom. sebagai Ketua Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara dan Dosen Pembimbing I yang membimbing penulis melakukan penelitian serta penulisan penelitian ini.
7. Ibu Dr. Erna Budhiarti Nababan, M. IT. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
8. Setiap dosen dan pengajar dalam Program Studi S1 Teknologi Informasi yang sudah berbagi pengetahuan berharga kepada penulis selama menempuh masa studi.

9. Seluruh anggota staff serta karyawan Fasilkom-TI yang sudah memberikan bantuan baik dalam kegiatan administrasi maupun kegiatan perkuliahan dan penulisan skripsi.
10. Rekan-rekan penulis yang membantu, mendukung, serta mendoakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini yaitu Murni Angelina Debataraja, S. Kom., Theodora Rini Ketaren, S. Kom., Mila Karmila Sinaga, S. Kom., Melly Manurung, S. Kom., Arinda Bella Putri Manik, S.Kom., Joshua Andrew Immanuel, S. Kom. yang telah mendukung, membantu dan mendoakan dalam masa penyelesaian tugas akhir.
11. Teman-teman penulis: Grace Sella Br. Ginting, S.Kom., Sophia Nola Amanda Ottasio Bintang, S. Kom., Lenny Br. Lumban Tobing, S. Kom., Arnesa Julia Damanik, S. Kom., Annisa, S. Kom., Pratty Jesica Putri Parhusip, S. Kom., Geubrie Rosanna, S. Kom., Annisa Asya Mawaddah yang selalu menemani dan mendukung selama masa perkuliahan.
12. Kepada rekan-rekan seangkatan 2017 khususnya KOM B dan KOM C, yang telah memberikan sokongan selama masa studi serta pada masa penyelesaian skripsi.
13. Kepada abang dan kakak angkatan 2015 dan 2016 khususnya sesama umat Agama Kristen yang sudah memberi masukan, saran, pendapat, serta ajaran dalam menjalankan kehidupan perkuliahan.
14. Kepada abang pihak JNE Amplas Trade Center yang sudah membantu memberikan data untuk penulisan tugas akhir ini.

Semoga Tuhan Yesus Kristus akan senantiasa menyertai dan memberkati semua individu yang sudah memberikan masukan serta dorongan terhadap penulis dalam menuntaskan tugas akhir ini.

Medan, 14 Juni 2024

Widya Anggi Pratiwi

ABSTRAK

Lalu lintas adalah suatu komponen dalam pendistribusian barang ekspedisi yang mencakup kegiatan ekonomi masyarakat, sehingga sering kali terjadi permasalahan atau hambatan yang sangat berdampak bagi masyarakat dalam pengantaran barang. Kurangnya integrasi pendistribusian barang ekspedisi hanya menggunakan rute seperti biasanya yang dimana kurir secara manual menentukan rute perjalanannya dalam mengantarkan barang ke setiap pelanggan. *Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan suatu permasalahan optimasi yang muncul dalam logistik dan distribusi, yang bertujuan untuk merencanakan rute kendaraan. Oleh karena itu, maka diperlukan alternatif atau solusi untuk mengatasi permasalahan dalam pengantaran barang ekspedisi ke setiap pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan rute pengiriman barang dengan menggunakan menggunakan Algoritma Genetika. Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai ukuran parameter yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian tersebut dilakukan dengan titik pengantaran sebanyak 19 titik lokasi diperoleh hasil jarak paling optimal yang dari total jarak tempuh awal yaitu 44.010 km menjadi 34.499 km dengan perkiraan waktu tempuh 1 jam 43 menit.

Kata Kunci : *Vehicle Routing Problem*, Algoritma Genetika, pendistribusian, ekspedisi, optimal.

VEHICLE ROUTING PROBLEM IN OPTIMIZING SHIPPING EXPEDITIONS USING GENETIC ALGORITHMS

ABSTRACT

Traffic is a component in the distribution of expedition goods which includes community economic activities, so that problems or obstacles often occur which have a big impact on the community in delivering goods. Lack of integration in the distribution of goods, expeditions only use the usual routes, where couriers manually determine their travel routes to deliver goods to each customer. Vehicle Routing Problem (VRP) is an optimization problem that arises in logistics and distribution, which aims to plan vehicle routes. Therefore, alternatives or solutions are needed to overcome problems in delivering expedition goods to each customer. This research aims to solve the problem of goods delivery routes using a Genetic Algorithm. Tests are carried out using various different parameter sizes. From the results of the test carried out with 19 delivery points, the optimal distance was obtained from the initial total distance of 44,010 km to 34,499 km with an estimated travel time of 1 hour 43 minutes.

Keyword : Vehicle Routing Problem, Genetic Algorithm, distribution, expedition, optimal.

DAFTAR ISI

	Hal.
PERSETUJUAN	i
PERNYATAAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Ekspedisi	6
2.2 Vehicle Routing Problem	6
2.3 Algoritma Genetika	8
2.3.1. Inisialisasi Populasi	10
2.3.2. Menentukan Nilai Fitness	10
2.3.3. Selection (Seleksi)	11
2.3.4. Crossover (Perkawinan Silang)	11
2.3.5. Mutation (Mutasi)	12
2.4 Google Maps	12
2.5 Penelitian Terdahulu	13
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	18
3.1 Analisis Sistem	18
3.2 Data yang Digunakan	19

3.3	Proses Data	19
3.4	Analisis Algoritma Genetika	20
3.4.1.	Inisialisasi Populasi	20
3.4.2.	Evaluasi Nilai Fitness	21
3.4.3.	Proses Selection	23
3.4.4.	Proses Crossover	25
3.4.5.	Proses Mutasi	27
3.5	Flowchart Sistem	29
3.6	Output	29
3.7	Diagram Aktivitas	30
3.7.1	Diagram Aktivitas Cara Penggunaan	30
3.7.2	Diagram Aktivitas Sistem	31
3.8	Perancangan Antarmuka Sistem	32
3.8.1	Rancangan Halaman Login	32
3.8.2	Rancangan Halaman Dashboard	32
3.8.3	Rancangan Halaman Daftar Pengguna	33
3.8.4	Rancangan Halaman Jenis Kendaraan	34
3.8.5	Rancangan Halaman Data Pengiriman	34
3.8.6	Rancangan Halaman Daftar Titik Lokasi	35
3.8.7	Rancangan Tampilan Import Data	36
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	37
4.1.	Implementasi Sistem	37
4.1.1.	Spesifikasi Perangkat Keras (Hardware)	37
4.1.2.	Spesifikasi Perangkat Lunak (Software)	37
4.2.	Implementasi Data	38
4.3.	Implementasi Perancangan Antarmuka	38
4.4.	Pengujian Sistem	44
4.5.	Pengujian Aplikasi	48
4.5.1.	Uji Percobaan Pertama	49
4.5.2.	Uji Percobaan Kedua	50
4.6.	Hasil dan Analisa	51
4.6.1.	Hasil dan Analisa Pengujian Pengukuran Populasi	52
4.6.2.	Hasil dan Analisa Pengujian Banyaknya Generasi	53

4.6.3. Hasil dan Analisa Pengujian Kombinasi Nilai Pc dan Pm	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN 1	61

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1. Data Titik Koordinat Alamat Pelanggan	20
Tabel 3.2. Matriks Jarak Alamat Antar Pelanggan (satuan km)	21
Tabel 3.3. Populasi Awal	21
Tabel 3.4. Populasi Baru setelah Proses Seleksi	25
Tabel 3.5. Populasi Baru setelah Proses <i>Crossover</i>	26
Tabel 3.6. Populasi Baru setelah Proses Mutasi	28
Tabel 4.1. Contoh bentuk data input pada data excel	38

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1. Klasifikasi VRP (Gonzales-Feliu, 2008)	7
Gambar 2.2. Alur Kerja Algoritma Genetika (Santoso, 2014)	8
Gambar 2.3. Gen, Kromosom, Populasi (Agusta, 2018)	10
Gambar 3.1. Arsitektur Umum	19
Gambar 3.2. Proses Roulette Wheel Selection	24
Gambar 3.6. Flowchart Sistem	29
Gambar 3.7. Diagram Aktivitas Metode Penggunaan	31
Gambar 3.8. Diagram Aktivitas Sistem	31
Gambar 3.9. Rancangan Halaman <i>Login</i>	32
Gambar 3.10. Rancangan Halaman <i>Dashboard</i>	33
Gambar 3.11. Rancangan Halaman Daftar Pengguna	33
Gambar 3.12. Rancangan Halaman Jenis Kendaraan	34
Gambar 3.13. Rancangan Halaman Data Pengiriman	35
Gambar 3.14. Rancangan Halaman Daftar Titik Lokasi	35
Gambar 3.15. Rancangan Tampilan <i>Import Data</i>	36
Gambar 4.1. Tampilan Halaman Login	39
Gambar 4.2. Tampilan Halaman <i>Dashboard</i>	39
Gambar 4.3. Tampilan Halaman Daftar Pengguna	40
Gambar 4.4. Tampilan Daftar Hak Akses	41
Gambar 4.5. Tampilan Daftar Jenis Kendaraan	41
Gambar 4.6. Tampilan Halaman Data Pengiriman	42
Gambar 4.7. Tampilan Halaman <i>Update</i> Data Kurir	43
Gambar 4.8. Tampilan <i>Update</i> Data Pengiriman	44
Gambar 4.9. Tampilan Halaman <i>Button</i> Data Kurir dan Detail Pengiriman	45
Gambar 4.10. Tampilan <i>Button Import Data</i>	45
Gambar 4.11. Tampilan <i>Import Data</i>	46
Gambar 4.12. Hasil output pada google maps dan riwayat perjalanan	47
Gambar 4.13. Hasil output pada solusi setiap generasi dan detail pengiriman	48
Gambar 4.14. Grafik Uji Coba Jumlah Populasi	52
Gambar 4.15. Grafik Uji Coba Banyaknya Generasi	53

Gambar 4.16. Grafik Uji Coba Nilai Kombinasi Pc dan Pm

54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi barang adalah aktivitas umum yang dijalankan oleh perusahaan tertentu. Distribusi barang merupakan proses penting dalam rantai pasokan yang melibatkan pengiriman produk dari produsen atau distributor ke konsumen akhir. Tujuan utama distribusi barang adalah memastikan barang tersedia di tempat, waktu, dan dalam kondisi yang diinginkan oleh pelanggan. Proses distribusi yang efektif dan efisien dapat memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan dengan mengurangi biaya operasional, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan memastikan barang sampai ditangan pelanggan.

Di tengah ketatnya persaingan di pasar internasional, pengelolaan distribusi barang yang cerdas dan efisien menjadi salah satu aspek utama yang dibutuhkan perusahaan untuk unggul dari kompetitor lainnya. Proses distribusi barang menghubungkan diantara pemasok, alur pengiriman dan pelanggan (Zhang et al., 2014). Hal yang sering terjadi dalam pendistribusian barang adalah pada saat pengantaran barang dalam memilih rute yang cepat dan sesuai dengan rutennya. Penentuan rute dalam pengiriman barang merupakan hal yang penting dalam mendistribusikan barang. Distribusi barang yang efisien tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan melalui pengiriman yang tepat waktu dan andal.

Permasalahan yang bertujuan untuk menciptakan jalur perjalanan yang optimal bagi armada kendaraan yang memiliki tujuan-tujuan tertentu disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (Purnomo, 2010). *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah permasalahan yang melibatkan pencarian jalur optimal terhadap sekelompok angkutan yang harus melayani sejumlah titik pelanggan dari titik awal (depot) (Basriati & Aziza, 2017). Tujuannya adalah menemukan rute optimal sehingga biaya pengiriman serendah mungkin. Ada beberapa kendaraan yang melayani banyak pelanggan yang terpisah dan memiliki permintaan khusus. Beberapa kendaraan memulai perjalanannya akan berakhir pada titik awal yaitu depot. Penentuan rute kendaraan

yang optimal terkendala oleh kapasitas kendaraan, batasan waktu, dan jumlah depot. Menurut batasannya, VRP memiliki berbagai jenis, yaitu *Capacitated VRP* (CVRP), *Split Delivery VRP* (SDVRP), *VRP with Pick-Up and Delivering* (VRPPD), *Periodic VRP*, *VRP with Time Windows* (VRPTW), *Stochastic VRP* (SCRP), dan *Multiple Depot VRP* (MDVRP).

Beberapa teknik pendekatan yang sering digunakan untuk menangani VRP meliputi metode algoritma *sweep*, *nearest neighbor*, algoritma *ant colony optimization* (ACO), algoritma *saving*, dan algoritma genetika. Algoritma genetika didasarkan dari gagasan gen dan evolusi alam. Seperti yang dijelaskan oleh Arifin dan Berlianty (2010), algoritma genetika adalah alat pencarian yang mempergunakan konsep penyeleksian alam dan tahapan seperti perkawinan silang dan mutasi dari genetika. Berbeda dari pendekatan optimasi lainnya, algoritma genetika berfokus pada struktur variabel, melibatkan banyak titik pencarian, hanya memerlukan informasi dari fungsi objektif, dan menggabungkan elemen stokastik dengan pencarian yang berorientasi (Goldberg, 1989).

Algoritma Genetika dianggap efektif untuk menangani VRP karena kemampuannya dalam menyelesaikan masalah kombinatorial. Salah satu kelebihan utamanya adalah kemampuan untuk menemukan solusi optimal dari berbagai kombinasi solusi yang memungkinkan tanpa perlu memeriksa setiap kemungkinan secara detail, sehingga menghasilkan waktu komputasi yang lebih efisien.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam pengoptimasian pengantaran barang dengan mengaplikasikan algoritma genetika. Penelitian yang dilakukan oleh (Azad et al., 2019) dengan studi kasus distribusi semen. Hasil dari penelitian ini menyajikan bahwa algoritma genetika mampu menyediakan metode pencarian yang diterapkan untuk menemukan solusi yang tepat atau mendekati masalah pencarian serta mampu mempertahankan batasannya untuk mendapatkan jaringan distribusi optimal yang meminimalkan total jarak tempuh. Penelitian juga dilakukan oleh (Tavares et al., 2022), dengan menerapkan algoritma genetika mendapatkan hasil *fitness* yang optimal yaitu 637 km pada rute 5 kota di Provinsi NTT. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin besar ukuran populasi kromosom yang dihasilkan, maka semakin minim pengulangan yang diperlukan dalam mencapai jarak paling pendek dan optimal. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Patmawati & Nugroho, 2022) dengan melakukan pencarian rute optimal dalam pengantaran matras dengan model CVRP menggunakan metode algoritma genetika. Dengan bantuan *software* Matlab

mendapatkan penurunan total jarak tempuh sebesar 1,65% atau sekitar 39,4 km dari jarak tempuh awal.

Berdasarkan informasi latar belakang yang disajikan, penulis menyarankan judul skripsi ini dengan *Vehicle Routing Problem* Dalam Optimasi Pengiriman Barang Ekspedisi menggunakan Algoritma Genetika.

1.2 Rumusan Masalah

Penentuan rute pengantaran barang pada kantor JNE Amplas Trade Center dimana dalam proses pengantaran barang ke masing-masing titik lokasi (*node*) terkendala serta kurangnya efisiensi dalam hal pemilihan rute dan kendaraan angkut yang terlalu besar atau terlalu kecil karena *node* tujuan memiliki kebutuhan yang berbeda-beda tergantung dari jumlah barang, daya angkut serta jarak dari kantor.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa hal yang akan menjadi batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Lokasi penelitian yang digunakan untuk pendistribusian barang yaitu Kota Medan
2. Data penelitian yang digunakan yaitu data dari jasa pengiriman barang yaitu JNE Amplas Trade Center.
3. Data input berupa data excel yang berisi nama pelanggan, titik alamat pelanggan, wilayah pengantaran, total barang yang dibawa dan total berat barang.
4. Kendaraan yang digunakan yaitu mobil dan sepeda motor dengan kapasitas maksimal bawaan barang berdasarkan jenis kendaraannya.
5. Parameter yang digunakan pada pengoptimasian pengiriman barang yaitu jumlah populasi, maks generasi, probabilitas *crossover*, dan probabilitas mutasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil pengiriman yang optimal dengan menerapkan Algoritma Genetika untuk melayani pengiriman barang ke setiap titik lokasi pelanggan.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat penelitian ini mencakup:

1. Diperolehnya sebuah perangkat lunak yang dapat menentukan titik-titik lokasi alamat yang akan dilalui dalam pengantaran barang kepada pelanggan.
2. Memaksimalkan penggunaan alat angkut dan memaksimalkan jumlah pelayanan untuk hantaran barang.
3. Menambah keuntungan perusahaan, karena penggunaan alat transportasi dengan lebih efisien karena dapat menambah jumlah pelanggan yang dilayani.

1.6 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada langkah ini, akan diterapkan penelusuran literatur yang melibatkan pengumpulan materi referensi terkait Algoritma Genetika dari berbagai sumber seperti karya tulis, publikasi, makalah, serta berbagai sumber informasi yang lain.

2. Analisis Permasalahan

Dalam langkah ini, dilakukan evaluasi mengenai tinjauan referensi untuk memahami dan memperoleh wawasan tentang bagaimana Algoritma Genetika beroperasi dalam menangani permasalahan VRP.

3. Perancangan

Dalam tahap perancangan, dilakukan penyusunan arsitektur sistem, pengolahan data, *training*, serta perancangan *interface*. Tahap perancangan ini mengikuti pada temuan dari analisis literatur penelitian.

4. Implementasi

Dalam tahap implementasi, sistem aplikasi akan dikodekan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah ditentukan.

5. Pengujian

Dalam tahap ini, aplikasi yang telah dikembangkan akan diuji untuk memastikan apakah dapat beroperasi sesuai yang telah ditetapkan.

6. Penyusunan Laporan

Pada tahap ini, hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan akan didokumentasikan, mencakup dari analisis awal hingga proses pengujian, yang disajikan dalam format skripsi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan dalam skripsi ini terbagi menjadi beberapa bab, yakni meliputi :

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini mencakup penjelasan latar belakang pemilihan judul yang diteliti, pembentukan perumusan permasalahan, pengaturan batasan permasalahan, tujuan dari penelitian ini, manfaat dari penelitian yang dilakukan, metode dari penelitian yang akan digunakan, serta struktur penulisan dalam penyusunan penelitian ini.

BAB 2. LANDASAN TEORI

Bab ini mengulas konsep-konsep teoritis yang relevan sehubungan dengan penelitian, seperti Ekspedisi dan Algoritma Genetika.

BAB 3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini mengkaji serta melakukan perencanaan sistem menggunakan diagram alur serta pembangunan sistem memakai bahasa pemrograman.

BAB 4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN APLIKASI

Bab ini memaparkan penerapan evaluasi yang sudah dikerjakan sebelumnya serta melakukan uji sistem yang sedang dikembangkan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merangkum uraian seluruh bab sebelumnya serta menyarankan agar pada hasil akhir yang dicapai mampu memberikan kontribusi yang bermanfaat untuk pengembangan sistem ini lebih lanjut.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Bab ini menjabarkan landasan literatur pendukung dan referensi sebelumnya terkait implementasi Algoritma Genetika dalam optimalisasi pengiriman barang oleh perusahaan ekspedisi.

2.1 Ekspedisi

Menurut Donald Waters (2003), ekspedisi merujuk pada kegiatan yang melibatkan pemindahan dan penempatan material dari sumber pengirim hingga ke konsumen akhir melalui rantai pasokan. KBBI mendefinisikan ekspedisi sebagai pengiriman barang atau layanan angkutan barang. Lebih lanjut, istilah ekspedisi juga dapat merujuk pada eksplorasi ilmiah di suatu wilayah atau pengiriman pasukan dalam konteks militer. Dalam konteks transportasi, ekspedisi atau pengangkutan merujuk pada aktivitas pemindahan barang atau individu dari satu lokasi ke lokasi lain. Dengan istilah lain, layanan pengangkutan memberi nilai tambah bagi masyarakat dengan memudahkan distribusi barang. Di Indonesia, layanan ekspedisi sangat umum ditemui, terutama karena pertumbuhan transaksi *online* dan kebutuhan masyarakat untuk mengirim kendaraan pribadi, namun seiring waktu, banyak perusahaan ekspedisi yang bekerja sama dengan operator transportasi publik untuk mengantar barang ke pelanggan.

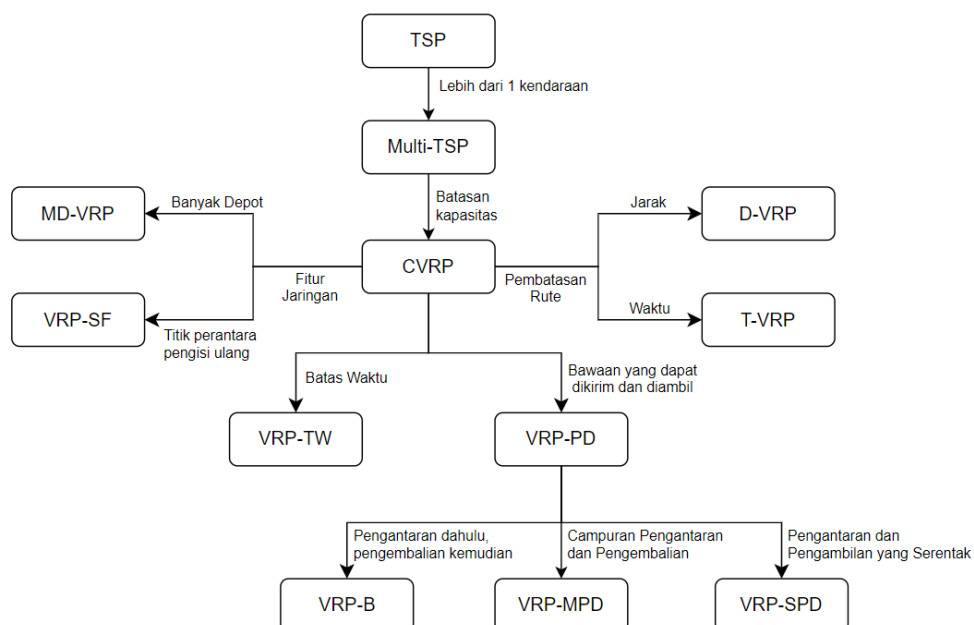
2.2 *Vehicle Routing Problem*

Vehicle Routing Problem (VRP) merujuk pada tantangan dalam mencari rute optimal dari satu lokasi pengiriman ke lokasi tujuan lain (Laporte, 1992). VRP memiliki signifikansi dalam industri karena mengelola aspek distribusi dan pengiriman. Dalam VRP, proses distribusi dimulai dan berakhir di titik yang sama. Pembuatan rute didasarkan pada kapasitas angkutan kendaraan dan kebutuhan dari pelanggan. Tujuannya adalah untuk merancang rute yang meminimalkan jarak tempuh dan waktu.

VRP mempunyai ciri khas dimana rute distribusi dimulai dan berakhir di titik asal. Dalam proses distribusi, beberapa lokasi yang harus dikunjungi dan memenuhi kebutuhannya dalam satu perjalanan. Jika daya angkut kendaraan penuh dan tidak dapat memenuhi titik lokasi selanjutnya, kendaraan harus kembali ke titik awal untuk mengisi ulang kapasitasnya sebelum melanjutkan ke lokasi selanjutnya. Tujuan utama VRP adalah mengoptimalkan jarak dan waktu perjalanan kendaraan dengan menentukan urutan kunjungan lokasi dan mengatur kapasitas angkut yang dibutuhkan.

Menurut Toth et al. (2002), ada 4 tujuan VRP. Pertama, mengurangi anggaran operasional yang terkait dengan transportasi serta anggaran lain yang terkait dengan armada. Kedua, mengoptimalkan jumlah armada atau kendaraan yang digunakan untuk melayani konsumen. Ketiga, menjaga keseimbangan antara rute yang ditentukan dengan kapasitas dan waktu perjalanan armada. Dan terakhir, mengurangi potensi risiko seperti keterlambatan dalam distribusi oleh pemasok.

Evolusi metode VRP terus berkembang sesuai dengan keterbatasan yang ditemui dalam situasi nyata di lapangan. Keterbatasan yang sering muncul dalam VRP meliputi masalah waktu dan jarak tempuh. Beberapa jenis VRP yang dikenal antara lain *Capacitated VRP (CVRP)*, *VRP with Time Windows (VRPTW)*, *VRP with Multiple Products, Pickup and Delivery Routing Problem*, *Multiple Depot VRP (MDVRP)*, *Periodic VRP*, *Multiple Trips VRP (MTVRP)*, dan *VRP with Heterogenous Fleet of Vehicles*.



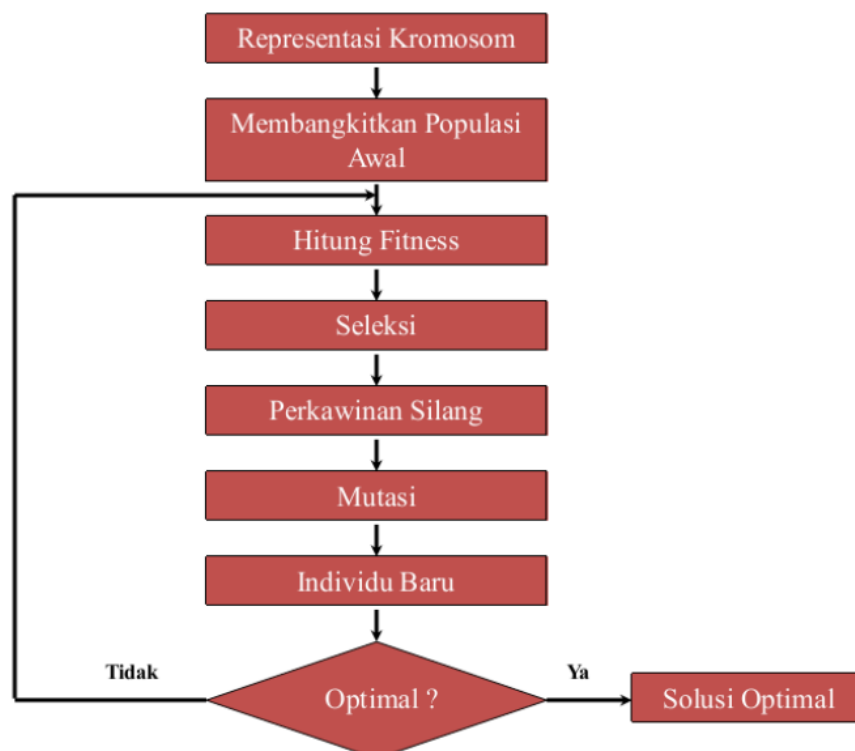
Gambar 2.1. Klasifikasi VRP (Gonzalez-Feliu & Dottorato, 2008)

2.3 Algoritma Genetika

Algoritma Genetik dikembangkan pertama kali pada tahun 1960. John Holland adalah perintis dibalik algoritma genetika, sebuah teknik pemodelan evolusi, yang ia ciptakan pada periode 1960-1970-an. Salah satu tujuannya adalah untuk merepresentasikan evolusi kemampuan adaptasi sistem, termasuk dalam konteks penjadwalan produksi (Amelia., Aprianto, 2011).

Algoritma genetika adalah teknik komputasi yang mengambil ide dari konsep evolusi, yang kemudian diadaptasi sebagai alat perhitungan untuk menemukan penyelesaian masalah dengan pendekatan yang lebih alami. Satu diantara contoh penggunaannya adalah optimalisasi kombinasi, dimana tujuannya adalah mencari solusi terbaik di antara banyak pilihan yang ada. Dalam konteks ini, akan dijelajahi prinsip dasar algoritma genetika dan bagaimana ia diterapkan dalam menemukan solusi optimal pada permasalahan optimalisasi kombinasi yang sederhana (Arifin, 2007).

Proses dari algoritma Genetika disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Proses Algoritma Genetika (Santoso et al. (2014))

Sejak diperkenalkan oleh John Holland pada era 1960-an, algoritma ini sudah menarik perhatian, penelitian, serta penerapan yang luas di beragam bidang. Banyak aplikasi algoritma genetika yang berfokus di pencarian nilai optimal untuk berbagai parameter praktis. Beberapa orang mungkin beranggapan bahwa algoritma genetika relevan untuk masalah optimasi. Namun, keunggulan algoritma genetika terletak pada sifatnya yang mudah diimplementasikan dan kemampuannya untuk dengan cepat mengatasi masalah yang memadai untuk situasi yang memiliki kompleksitas dimensi.

Algoritma genetika terbukti sangat efisien dan berguna untuk permasalahan yang memenuhi karakteristik-karakteristik berikut ini (Suyanto, 2005):

- a) Ruang masalah memiliki skala yang luas, kompleksitas yang tinggi dan sulit dipahami.
- b) Tidak memiliki atau memiliki sedikit informasi yang cukup untuk menggambarkan masalah dalam ruang pencarian yang lebih terbatas.
- c) Kurangnya kajian matematis yang memenuhi syarat.
- d) Ketika pendekatan-pendekatan tradisional tidak dapat mengatasi tantangan masalah yang ada.
- e) Penyelesaian yang diinginkan tidak perlu menjadi yang terbaik secara optimal, namun cukup efektif atau dapat diterima.
- f) Ada keterbatasan waktu, seperti dalam sistem aktual atau sistem *real-time*.

Algoritma genetika telah banyak digunakan dalam menangani tantangan serta membangun model di berbagai sektor seperti teknologi, ekonomi, dan hiburan.

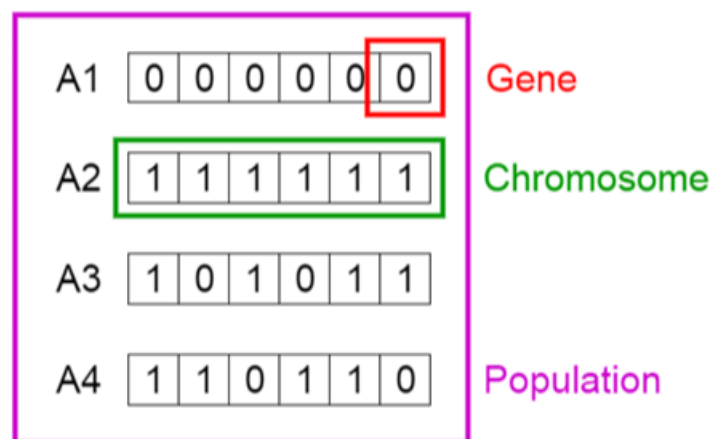
Manfaat dari penerapan algoritma genetika ini adalah menemukan nilai kecocokan (*fitness*) yang mengarah ke solusi optimum global, sedangkan metode geometrik sering kali terhambat pada solusi lokal optimum. Dalam beberapa situasi, algoritma genetika bisa mengurangi waktu yang diperlukan untuk mencari solusi optimal global pada proses optimasi parameter dalam pengolahan data.

Algoritma genetika bertujuan untuk menemukan nilai kecocokan (*fitness*) dari setiap individu dalam suatu populasi. Prosesnya berlangsung secara berulang dari satu turunan ke turunan berikutnya, dimana setiap keturunannya menghasilkan keturunan yang memiliki kualitas lebih baik daripada keturunan sebelumnya. Individu dengan kualitas terbaik dari setiap keturunan akan dipilih untuk menjadi induk (*parent*) dalam generasi selanjutnya. Proses ini berlanjut secara berkesinambungan hingga nilai kecocokan yang diinginkan ditemukan.

Terdapat 5 tahap dalam algoritma genetika, yaitu sebagai berikut.

2.3.1. Inisialisasi Populasi

Langkah awal dimulai dengan sejumlah populasi atau individu. Setiap individu mewakili sebuah solusi atau pencarian nilai *fitness*. Setiap individu terdiri dari serangkaian kromosom atau gen. Dalam algoritma genetika, serangkaian gen direpresentasikan menggunakan kode biner.



Gambar 2.3. Gen, Kromosom, Populasi (Agusta, 2018)

Selanjutnya akan dilakukan pembangkitan populasi awal secara acak yang berisikan beberapa kromosom yang telah didefinisikan sebelumnya. Terdapat beberapa metode dalam menciptakan populasi awal, termasuk menggunakan *random generator*, pendekatan khusus, dan pengaturan ulang urutan gen.

2.3.2. Menentukan Nilai Fitness

Pengujian kinerja individu sebagai solusi diukur melalui fungsi *fitness*. Pada hasil dari fungsi *fitness* tersebut mengindikasikan keefektifan dalam penyelesaian yang diberikan. Tujuan utama algoritma genetika adalah menelusuri individu yang memiliki nilai kecocokan (*fitness*) paling optimal (Basuki, 2003). Evaluasi terhadap individu dilakukan dengan mempertimbangkan fungsi khusus yang mengukur kinerjanya. Dalam konteks optimasi, nilai *fitness* yang diaplikasikan adalah :

$$fitness = \frac{1}{x} \quad (2.8)$$

Dimana :

x = total jarak keseluruhan pada kromosom

2.3.3. *Selection (Seleksi)*

Seleksi dimaksudkan untuk mempertimbangkan dua kromosom dengan cara yang sejajar dengan nilai *fitness* mereka untuk dijadikan sebagai individu atau *parent* (Michalewics, 1996). Cara seleksi ini dapat dilakukan dengan memperhitungkan probabilitas dari setiap individu dalam populasi. Kualitas terbaik dalam populasi ditetapkan dengan mempertimbangkan nilai *fitness* masing-masing setiap individu (Csuhendar, 2012).

Seleksi memastikan individu yang akan diambil untuk proses *crossover* serta bagaimana generasi baru tercipta dari individu yang terpilih (Kusumadewi, 2003). Ada beberapa teknik seleksi yang umum diterapkan, seperti seleksi berdasarkan seleksi *tournament*, seleksi *roulette wheel*, seleksi *random*, seleksi dengan pemotongan (*truncation selection*), seleksi lokal (*local selection*), dan ranking (*rank-based fitness assignment*).

2.3.4. *Crossover (Perkawinan Silang)*

Crossover (perkawinan silang) adalah teknik yang berfokus pada penciptaan kromosom baru dengan menggabungkan sepasang kromosom induk yang telah dipilih sebelumnya. Dari dua induk tersebut, akan menghasilkan sepasang anak. Sebelum proses ini, setiap pasangan induk akan mendapatkan sebuah nilai acak. Obitko (1998) menyarankan bahwa nilai probabilitas *crossover* yang optimal adalah antara 0.8 hingga 0.95, sedangkan Michalewicz (1996) mengindikasikan bahwa nilai probabilitas *crossover* yang ideal berkisar 0.6 hingga 0.95. Apabila nilai acak berada dalam rentang probabilitas *crossover* (P_c) dari 0.6 hingga 0.95, maka kedua induk kromosom akan mengalami operasi *crossover*. Penerapan *crossover* atau perkawinan silang yang intens dapat memperluas eksplorasi area solusi, sehingga meningkatkan peluang menemukan solusi optimal dengan lebih cepat. Namun, jika frekuensi perkawinan silang terlalu sering, hal tersebut bisa mengakibatkan penundaan dalam

mencari solusi. Jika tidak ada perkawinan silang, anak akan mewarisi seluruh informasi dari induknya (Michalewicz, 1996).

Secara singkat, *crossover* adalah mekanisme di mana gen-gen dari dua *parent* dipertukarkan untuk menghasilkan keturunan baru yang menggabungkan gen atau karakteristik dari kedua *parent* tersebut. Ada beberapa metode yang dapat dilakukan *crossover* pada algoritma genetika, yaitu *order crossover*, *uniform crossover*, *flat crossover*, *multi-point crossover*, *edge recombination crossover*, *cycle crossover*, *single point crossover*, *multi-point crossover*, *alternating edges crossover* dan *partially mapped crossover*.

2.3.5. Mutation (Mutasi)

Anak yang dihasilkan dari perkawinan silang selanjutnya mengalami proses mutasi. Probabilitas mutasi (P_m) menggambarkan seberapa sering gen tertentu dalam populasi berubah. Besarnya probabilitas mutasi mempengaruhi jumlah gen yang mengalami perubahan. Apabila nilai probabilitas mutasi rendah, banyak gen yang kemungkinan besar tidak mengalami perubahan meski berpotensi memberikan hasil yang baik. Namun, jika probabilitas mutasinya terlalu tinggi, akan ada terlalu banyak perubahan acak, menyebabkan anak (*child*) menjadi sangat berbeda dari induknya. Hal ini bisa mengurangi efisiensi algoritma dalam memanfaatkan informasi dari generasi sebelumnya. Obitko (1998) menyarankan bahwa nilai probabilitas mutasi yang ideal ada di rentang antara 0.05 hingga 0.1. Sedangkan Suyanto (2009:14) mengatakan bahwa nilai probabilitas mutasi yang optimal adalah 1 dibagi jumlah gen. Adapun beberapa metode mutasi yang sering digunakan yaitu *swap mutation*, *inversion mutation*, dan *insertion mutation*.

2.4 Google Maps

Google Maps adalah *platform* penyusunan peta wilayah dan navigasi daring yang diciptakan oleh Google. Fungsi utama dari *platform* ini adalah menyediakan data lengkap mengenai area atau lokasi secara geografis serta tempat di seluruh dunia. Layanan ini menampilkan peta jalan, citra satelit, dan citra udara dari berbagai lokasi. Google Maps juga menyediakan berbagai fitur, seperti rencana rute, informasi lalu lintas, penelusuran bisnis lokal, dan lainnya. Google Maps bisa dimanfaatkan untuk

mendapatkan panduan rute yang lengkap, termasuk informasi rute terbaik, estimasi waktu, perjalanan, dan informasi lalu lintas. Layanan ini juga memberikan panduan rinci untuk setiap belokan tanpa dikenakan biaya.

Google Maps bisa dijangkau melalui web browser atau via aplikasi di *smartphone*. Pengguna bisa memanfaatkan Google Maps untuk mendapatkan panduan rute yang detail dari lokasi tertentu dan mencari informasi mengenai bisnis lokal, menemukan tempat rekreasi, dan lain sebagainya. Google Maps memiliki kelebihan dalam memasarkan bisnis secara digital. Layanan ini memungkinkan bisnis untuk meningkatkan visibilitas mereka dengan menampilkan informasi bisnis, ulasan, dan foto di platform Google Maps. Hal ini membantuk pengguna dalam melakukan pencarian atau penilaian terhadap bisnis lokal.

Google Maps memanfaatkan beragam teknologi seperti citra satelit, gambar yang diberikan oleh pengguna, serta tampilan jalan (*street view*) untuk menciptakan peta yang komprehensif dan akurat. Selain itu, Google Maps menghimpun dan menyimpan informasi mengenai beragam lokasi, termasuk sarana publik, pusat perbelanjaan, restoran, dan area rekreasi.

2.5 Penelitian Terdahulu

Sejumlah penelitian telah dilakukan mengenai penelitian yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian ini. Penelitian yang menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan permasalahan VRP (Mohammed et al., 2012) dapat membantu meningkatkan kecepatan algoritma genetika melalui representasi gen dan pada saat yang sama mempertahankan hasil yang berkualitas tinggi dengan nilai *fitness* yang baik. Penelitian berikutnya membandingkan kinerja algoritma *sweep* dan algoritma genetika dalam menentukan jalur distribusi pada perusahaan surat kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman. Pada penelitian tersebut membuktikan bahwa algoritma genetika dapat menghasilkan jumlah keseluruhan total jarak yang dilalui serta waktu yang dibutuhkan lebih efisien daripada algoritma *sweep* (Hidayat et al., 2016).

Selanjutnya penelitian juga dilakukan dengan studi kasus dengan Perusahaan Semen di Bangladesh (Azad et al., 2019). Penelitian ini menghasilkan kelompok pengecer atau distributor yang layak dan menentukan urutan pengiriman dan jaringan distribusi yang optimal untuk memenuhi permintaan dengan menempuh jarak

minimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma genetika menyediakan metode penelusuran yang diterapkan dalam komputasi untuk menemukan solusi yang benar atau mendekati dari masalah pencarian. Metode tersebut mampu menentukan rute optimal untuk kendaraan, dengan tetap mempertahankan batasannya untuk mendapatkan jaringan distribusi optimal yang meminimalkan total jarak tempuh. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan menerapkan algoritma genetika dalam menyelesaikan permasalahan pada TSP (*Travelling Salesman Problem*) (Sinaga, 2019). Penelitian ini menggunakan teknik *roulette wheel selection*, *order crossover*, dan *swapping mutation* di setiap tahap proses pada Algoritma Genetika. Hasil terbaik yang diperoleh dalam beberapa uji coba dengan mengatur nilai parameter mengalami penurunan dari jarak awal sebesar 24,5 kilometer dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 1 jam 25 menit menjadi 20,813 kilometer dengan waktu yang dibutuhkan 1 jam 14 menit.

Selanjutnya penelitian dengan melakukan pengimplementasian berbagai metode operator pada algoritma genetika yang berbeda yang dimodifikasi untuk digunakan pada permasalahan VRP (*Vehicle Routing Problem*) dan melakukan eksperimen untuk menentukan kombinasi operator genetika yang terbaik untuk menyelesaikan permasalahan VRP dan untuk menemukan solusi yang optimal berskala besar dalam kehidupan nyata (Ochelska-Mierzejewska et al., 2021). Penelitian lainnya yaitu dengan melakukan penentuan rute terbaik dalam penyiraman tanaman di kota Yogyakarta menggunakan algoritma genetika (Isdianto & Linarti, 2021). Dalam penelitian ini, total jarak yang ditempuh adalah 80.220 meter dengan durasi keseluruhan selama 1.056 menit. Penurunan terjadi sebesar 11.94% dalam keseluruhan jarak tempuh dan 2,88% dalam total waktu tempuh dibanding dengan rute sebelumnya. Penelitian selanjutnya dilakukan studi kasus di PT. SMI dalam melakukan distribusi matras (Patmawati & Nugroho, 2022). Peneliti ini mengkategorikan kendala yang dialami oleh PT. SMI yaitu kendala kapasitas dalam penentuan rute pengiriman atau CVRP. Dengan penerapan algoritma genetika, data yang diproses memungkinkan perbandingan hasil total jarak tempuh, di mana terdapat perbedaan sebesar 1,65% atau setara dengan 34,43 kilometer. Selanjutnya penelitian yang dilakukan dengan melibatkan perhitungan jarak perjalanan total untuk lima kota disekitar Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu Kota Soe, Kota Atambua, Kota Kupang, Kota Besikama, dan Kota Kefa menggunakan pendekatan algoritma genetika

(Tavares et al., 2022). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin meningkatnya jumlah populasi yang dihasilkan, semakin sedikit pengulangan yang diperlukan untuk mencapai jarak terpendek yang dapat dicapai dan optimal.

Pemaparan pada penelitian sebelumnya dapat disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Keterangan
1.	<i>Using Genetic Algorithm in Implementing Capacitated Vehicle Routing Problem</i>	Mazin Abed Mohammed, Mohd Sharifuddin Ahmad, Salama A. Mostafa	2012	Hasil komputasi menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat memperoleh jalur optimal untuk setiap angkutan dengan mempertimbangkan daya angkut dan total waktu tempuh
2	Penerapan Algoritma Genetika pada Penyelesaian <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (CVRP) untuk Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman	Iksan Hidayat	2016	Penelitian ini melakukan perbandingan dengan menggunakan 2 algoritma. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa algoritma genetika lebih unggul daripada algoritma <i>sweep</i> .
3.	<i>Capacitated Vehicle Routing Problem using Genetic Algorithm : a case of cement distribution</i>	Tanzila Azad & M. Ahsan Akhtar	2019	Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma genetika menyediakan teknik pencarian yang mampu menentukan rute optimal untuk kendaraan, dengan tetap mempertahankan batasannya untuk mendapatkan jaringan distribusi optimal yang meminimalkan total jarak tempuh.

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Keterangan
4.	Optimalisasi Rute Pengiriman Paket Pada Perusahaan Ekspedisi Dengan Penerapan Algoritma Genetika	Rano Afrianja Sinaga	2019	Hasil dari optimalisasi menggunakan algoritma genetika dari suatu perusahaan ekspedisi, mengubah waktu tempuh dari 1 jam 25 menit menjadi 1 jam 14 menit dan dari jarak tempuh 24,5 kilometer menjadi 20,813 kilometer.
5.	<i>Selected Genetic Algorithm for Vehicle Routing Problem Solving</i>	Joanna Ochelska-Mierzejewska, Aneta Poniszewska-Maranda, & Witold Maranda	2021	Penelitian ini menggunakan berbagai jenis operator pada algoritma genetika dalam menemukan solusi yang optimal untuk permasalahan VRP
6	Penentuan Rute Penyiraman Tanaman Kota Yogyakarta menggunakan <i>Genetic Algorithm</i>	Wuri Isdianto & Utaminingsih Linarti	2021	Dalam penelitian ini, didapatkan total jarak yang ditempuh sepanjang 80.220 meter dan durasi selesai selama 1.056 menit. Penurunan terjadi sebesar 11,94% dalam total jarak tempuh dan 2,88% dalam total waktu tempuh.
7	Optimalisasi Rute Distribusi Matras pada Penyelesaian <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> dengan metode Algoritma Genetika	Hester Patmawati & Yohanes Anton Nugroho	2022	Pendistribusian matras menggunakan model CVRP dengan metode Algoritma Genetika dengan bantuan <i>software</i> Matlab mendapatkan penurunan total jarak tempuh sebesar 1,65% atau sekitar 39,4 km dari jarak tempuh semula.
8	Implementasi Algoritma Genetika Dalam Optimasi Jarak Tempuh	Olivia Maria Inacio Tavares, Agung	2022	Hasil uji coba menunjukkan bahwa semakin besar jumlah populasi yang dihasilkan, semakin sedikit

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Keterangan
	Pendistribusian Produk Lokal Provinsi NTT	Susanto, Setiawan Budiman, Kusrini, & Dina Maulina		pengulangan yang diperlukan untuk mencapai kebugaran optimal, yakni 637 kilometer dengan rute perjalanan melalui Kota Kupang, Kota Soe, Kota Atambua, Jota Besikama, dan Kota Kefa.

Pada peneliatian sebelumnya, telah dilakukan berbagai kasus mengenai pengoptimalan pengantaran barang. Baik menggunakan permasalahan *Travel Salesman Problem* sampai *Capacitated Vehicle Routing Problem* dengan studi kasus yang berbeda-beda. Penelitian yang akan dikerjakan ini tentunya berbeda dengan penelitian sebelumnya karena dalam penelitian ini melakukan studi kasus pengantaran barang perusahaan ekspedisi barang yaitu JNE Amplas Trade Center menggunakan Algoritma Genetika dengan tujuan pengoptimalan pengiriman barang ke tiap titik lokasi pelanggan. Dalam pengantaran barang, ada 2 jenis kendaraan yang digunakan, yaitu mobil dan motor dengan kapasitas sesuai jenisnya. Metode algoritma genetika pada tahap seleksi digunakan yaitu *roulette wheel*, tahap *crossover* yang diterapkan yaitu *order* dan tahap mutasi yang diterapkan yaitu *sweep mutation*. Parameter yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *population size*, maks generasi, probabilitas *crossover* serta probabilitas mutasi. Data input yang digunakan berupa data *excel* dimana data ini berisi nama pelanggan, titik alamat, *area delivery*, total barang, dan total berat barang.

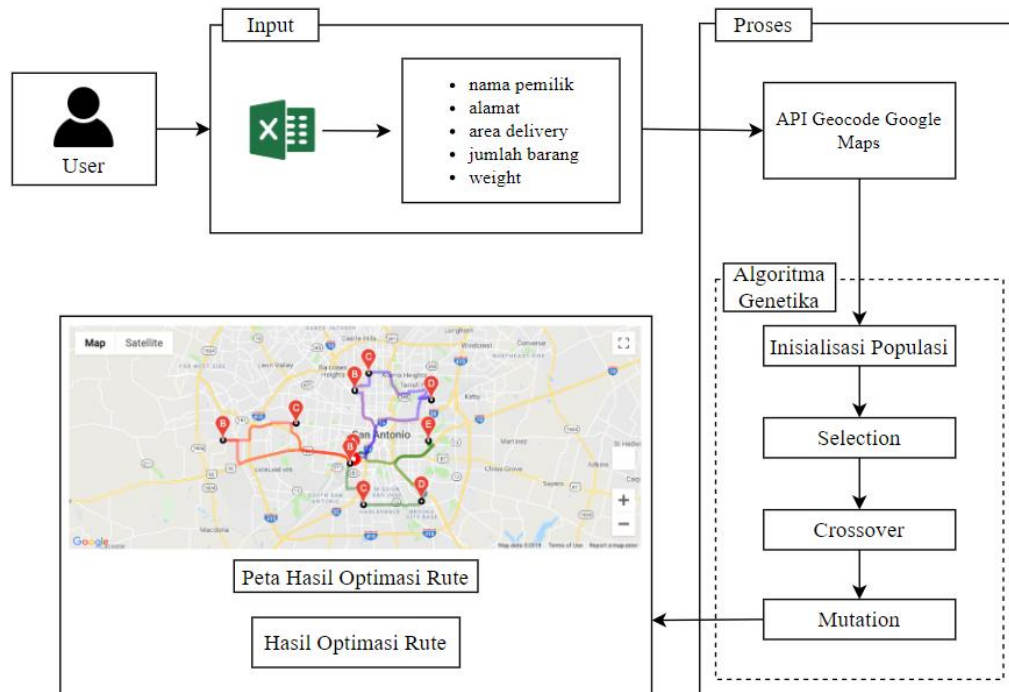
BAB 3

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini, akan diuraikan mengenai evaluasi desain sistem yang akan dikembangkan dan penggunaan Algoritma Genetika dalam optimalisasi rute pengiriman paket pada perusahaan ekspedisi.

3.1 Analisis Sistem

Beberapa cara dilakukan untuk mendapatkan optimasi jarak tempuh dalam pengiriman barang ekspedisi. Tahap awal akan dimulai dengan memasukkan data input berupa nama pelanggan, alamat pelanggan, wilayah pengantaran, total barang dan total berat barang. Data yang akan digunakan berupa data *excel*. Selanjutnya, data akan melakukan proses pada API Google Maps untuk menentukan jarak dari alamat asal ke alamat tujuan serta menentukan titik koordinat pada alamat tersebut. Sesudah menemukan titik koordinat alamat pada peta, maka akan dilakukan proses pencarian rute yang akan dilalui menggunakan algoritma genetika. Sebelum *generate* ke peta atau menentukan hasil akhir, ada beberapa proses dalam algoritma genetika yang akan dilakukan yaitu seleksi, *crossover*, dan mutasi. Hasil *Output* ditampilkan ketika proses dari perhitungan Algoritma Genetika selesai, proses perhitungan membutuhkan beberapa waktu. Pada output atau hasil dari program atau hasil akhir akan menampilkan peta lokasi rute terdekat dari beberapa alamat penerima paket. Hasil akhir dapat diperoleh ketika *user* melakukan *generate*. User akan dapat melihat dimana saja lokasi yang akan menjadi prioritas utama hingga akhir untuk dikunjungi. Struktur keseluruhan dari sistem aplikasi yang akan dikembangkan dapat diamati pada Arsitektur Umum pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Arsitektur Umum

3.2 Data yang Digunakan

Data yang akan dipergunakan pada aplikasi sistem ini diperoleh dari Kantor JNE Amplas Trade Center. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data jenis kendaraan yang digunakan, kapasitas kendaraan yang digunakan, alamat pelanggan, total barang pelanggan, berat barang pelanggan. Data yang diinput berupa file data *excel* yang berisi informasi nama penerima, alamat penerima, wilayah pengirimannya, jumlah barang, dan berat barang. Titik koordinat untuk setiap alamat pelanggan akan disesuaikan dengan didapatkan melalui *API Geocode Google Maps*.

3.3 Proses Data

Data yang sudah di input akan di proses dengan memanggil *API Geocode Google Maps* dengan parameter yang digunakan adalah alamat penerima. Data alamat akan dikumpulkan untuk dicari titik koordinatnya. Alamat yang diproses berupa alamat lengkap atau hanya sebagian dari alamat itu sendiri. Setelah alamat dimasukkan, permintaan (*request*) dikirimkan ke *API Geocode Google Maps*. Server *Google Maps* kemudian mengolah permintaan tersebut dan API akan mencari alamat yang sesuai

dalam basis datanya dan menentukan koordinat geografis yang sesuai (titik *latitude* dan titik *longitude*). Setelah proses pencarian, API akan mengirimkan respon kembali ke pengguna.. Respon ini biasanya berupa data dalam format JSON atau XML yang berisi informasi lainnya seperti alamat lengkap, komponen alamat (negara, kota, kode pos, dan lain-lain) dan status respon. Setelah menerima data koordinat dari API, pengguna dapat menggunakan informasi tersebut untuk menampilkan titik lokasi pada peta.

3.4 Analisis Algoritma Genetika

3.4.1. Inisialisasi Populasi

Pada tahap ini, alamat yang sudah di proses oleh API Google Maps akan memberikan informasi mengenai titik koordinat (*latitude* dan *longitude*) beserta jarak antara titik awal (depot) dengan titik alamat pelanggan ke titik alamat pelanggan lainnya. Titik awal akan dimulai pada Kantor JNE Amplas Trade Center. Berikut ini data titik koordinat dan jarak titik antar pelanggan dapat diperhatikan pada tabel 3.1 dan 3.2

Tabel 3.1. Data Titik Koordinat Alamat Pelanggan

No	Nama	Alamat	Titik Koordiant	
			Latitude	Longitude
1.	Lenny (B)	Jl. Garu VI No. 39	3.54086	98.70553
2.	Suri Maritha (C)	Gg. Melur No. 53	3.54479	98.70293
3.	Wisnu (D)	Jl. Selamat No. 16	3.55026	98.69954
4.	Srie Faizah (E)	Gg. Mandailing No. 38	3.55089	98.70108
5.	Marsavlia (F)	Gg. Pardamean No. 3	3.55246	98.70445

Tabel 3.2. Matriks Jarak Alamat Antar Pelanggan (satuan km)

	A	B	C	D	E	F
A	0	6.5	6.9	7.5	7.5	6.8
B	6.5	0	0.7	1.8	1.8	2.5
C	6.9	0.7	0	1.1	1.1	1.7
D	7.5	1.8	1.1	0	0.2	0.8
E	7.5	1.8	1.1	0.2	0	0.8
F	6.8	2.5	1.7	0.8	0.8	0

Pada Tabel 3.2, titik awal atau titik depot diasumsikan sebagai titik A, sedangkan titik alamat pelanggan akan diasumsikan sebagai titik B, titik C, dan selanjutnya. Diketahui bahwa jarak antara titik A ke titik A adalah 0 dikarenakan kurir memulai titik pengantaran pada titik A, selanjutnya jarak dari titik A ke titik B adalah 6.5 km, jarak titik A ke titik C adalah 6.9 km dan seterusnya.

Ada 5 rute yang akan diwakili sebagai gen dalam kromosom, yakni alamat-alamat pelanggan dan alamat depot. Populasi awal dapat terbentuk melalui pembangkitan acak dari sejumlah individu. Misalkan populasi awal terbentuk sebagaimana yang terlihat di Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Populasi Awal

Kromosom	Susunan Gen
1	A B D C E F A
2	A B C E D F A
3	A C B F E D A
4	A E B F C D A
5	A F D E B C A

3.4.2. Evaluasi Nilai Fitness

Pengujian nilai *fitness* diperoleh dengan cara melakukan invers dari total jarak yang diperoleh masing-masing kromosom. Sebelum menentukan nilai *fitness* dari setiap kromosom, dilakukan perhitungan jarak total dari setiap kromosom yang dapat diamati Tabel 3.3 berdasarkan jarak pada Tabel 3.2.

$$K_1 = AB + BD + DC + CE + EF + FA = 6.5 + 1.8 + 1.1 + 1.1 + 0.8 + 6.8 = 18.1$$

$$K_2 = AB + BC + CE + ED + DF + FA = 6.5 + 0.7 + 1.1 + 0.2 + 0.8 + 6.8 = 16.1$$

$$K_3 = AC + CB + BF + FE + ED + DA = 6.9 + 0.7 + 2.5 + 0.8 + 0.2 + 7.5 = 18.6$$

$$K_4 = AE + EB + BF + FC + CD + DA = 7.5 + 1.8 + 2.5 + 1.7 + 1.1 + 7.5 = 22.1$$

$$K_5 = AF + FD + DE + EB + BC + CA = 6.8 + 0.8 + 0.2 + 1.8 + 0.7 + 6.9 = 17.2$$

$$\text{Total Jarak Populasi} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6$$

$$= 18.1 + 16.1 + 18.6 + 22.1 + 17.2$$

$$= 92.1$$

Pada tahap ini akan ditentukan nilai *fitness* dari setiap kromosom. Fungsi *fitness* ini akan ditentukan dengan fungsi tujuan masalahnya yaitu meminimalkan jarak pengantaran antar titik alamat, sehingga fungsi *fitness* akan berbanding terbalik dengan fungsi tujuannya. Dalam hal ini, rumus yang digunakan untuk mencari nilai *fitness* (Suprayogi, 2014) yaitu:

$$F_i = \frac{1}{x_i} \quad (3.1)$$

Dimana :

F_i = nilai *fitness* setiap kromosom

x_i = jarak keseluruhan setiap kromosom

Maka, nilai *fitness* setiap kromosom adalah :

$$F_1 = 1 / 18.1 = 0.055$$

$$F_2 = 1 / 16.1 = 0.062$$

$$F_3 = 1 / 18.6 = 0.054$$

$$F_4 = 1 / 22.1 = 0.045$$

$$F_5 = 1 / 17.2 = 0.058$$

$$\text{Total Fitness} = 0.055 + 0.062 + 0.054 + 0.045 + 0.058 = 0.274$$

Sebagaimana terlihat diatas, kromosom [2] dan kromosom [5] memiliki nilai *fitness* paling tinggi pada generasi pertama yaitu 0.062 dan 0.058 serta setiap urutan gennya yaitu [A B C E D F A] dan [A F D E B C A], beserta jarak tempuh yang diperoleh dari 2 kromosom ini adalah 16.1 km dan 17.2 km.

3.4.3. Proses Selection

Pada tahap seleksi, akan digunakan metode *roulette wheel selection* dimana jumlah *fitness* dari seluruh kromosom sudah diketahui pada langkah sebelumnya, dengan nilai 0.274. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *fitness* relatifnya dari setiap kromosom. *Roulette wheel selection* bekerja dengan cara mengambil nilai *fitness* paling baik yang dimiliki oleh kromosom yang berikutnya akan dijadikan sebagai induk atau *parent* di generasi selanjutnya. Dalam menentukan nilai *fitness* relatifnya, diperlukan rumus sebagai berikut (Rohman, 2020).

$$P_i = \frac{F_i}{\text{total fitness}} \quad (3.2)$$

Dimana :

P_i = nilai *fitness* relatif dari setiap kromosom

F_i = nilai *fitness* dari setiap kromosom

Sehingga, diperoleh sebagai berikut.

$$P_1 = 0.055 / 0.274 = 0.201$$

$$P_2 = 0.062 / 0.274 = 0.226$$

$$P_3 = 0.054 / 0.274 = 0.197$$

$$P_4 = 0.045 / 0.274 = 0.164$$

$$P_5 = 0.058 / 0.274 = 0.212$$

Kemudian hitung nilai *fitness* kumulatifnya dengan rumus :

$$C_i = P_{i-1} + P_i \quad (3.3)$$

Dimana :

C_i = nilai *fitness* kumulatif

P_{i-1} = nilai *fitness* sebelumnya

P_i = nilai *fitness* setiap kromosom

Maka didapatkan nilai *fitness* kumulatif setiap kromosom sebagai berikut.

$$C_1 = 0.201$$

$$C_2 = 0.201 + 0.226 = 0.427$$

$$C_3 = 0.427 + 0.197 = 0.624$$

$$C_4 = 0.624 + 0.164 = 0.788$$

$$C_5 = 0.788 + 0.212 = 1$$

Setelah perhitungan *fitness* kumulatif, maka tahap seleksi menggunakan metode roda *roulette* dapat dijalankan dengan dibangkitkannya bilangan acak R dari 0 hingga 1 untuk setiap kromosom dalam populasi. Selanjutnya, setiap nilai R dilakukan perbandingan dengan nilai kumulatifnya antara nilai R dan C , jika ($R \leq C_i$), maka dipilih kromosom i sebagai *parent* (induk), dengan syarat ($C_{i-1} < R \leq C_i$).

Contoh :

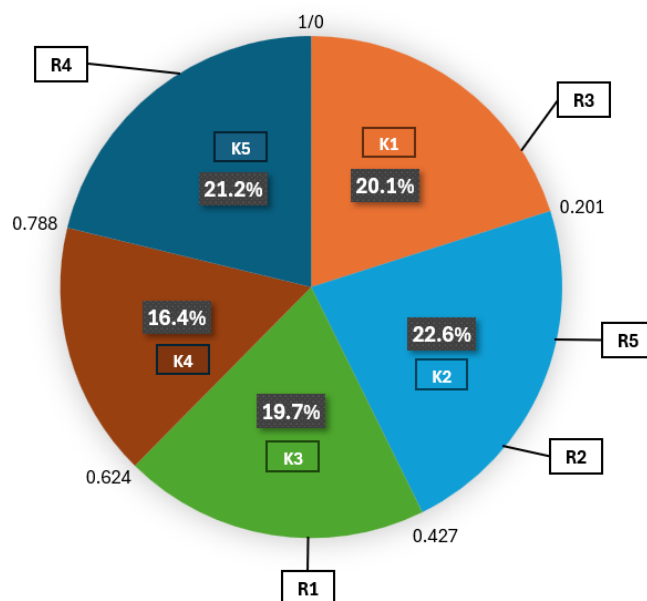
$$R_1 = 0.465$$

$$R_2 = 0.346$$

$$R_3 = 0.679$$

$$R_4 = 0.879$$

$$R_5 = 0.274$$



Gambar 3.2. Proses Roulette Wheel Selection

Dari ilustrasi pada Gambar 3.2, diperoleh populasi kromosom baru yang terdapat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Populasi Baru setelah Proses Seleksi

Kromosom Baru	Kromosom Terpilih	Susunan Gen
1	Kromosom 3	A C B F E D A
2	Kromosom 2	A B C E D F A
3	Kromosom 1	A B D C E F A
4	Kromosom 5	A F D E B C A
5	Kromosom 2	A B C E D F A

3.4.4. Proses Crossover

Setelah tahap seleksi selesai, langkah berikutnya adalah melakukan kawin silang (*crossover*). Pada tahap ini, 2 kromosom *parent* (induk) dari populasi digunakan untuk menciptakan kromosom baru yang dinamakan sebagai *offspring* atau kromosom anak. Untuk menentukan berapa jumlah kromosom yang mengalami kawin silang, maka ditentukan nilai Probabilitas *crossover* (P_c). Teknik yang digunakan untuk melakukan *crossover* adalah *order crossover*.

Order crossover merupakan teknik yang melibatkan penyilangan dua kromosom induk secara acak untuk menghasilkan kromosom baru. Langkah-langkahnya meliputi pembangkitan 2 bilangan secara acak untuk pemilihan dua titik potong pada kromosom kemudian mempertahankan urutan gen di antara dua titik potong berdasarkan urutan gen pada kromosom induk pertama dan mengisi sisa gen dari kromosom kedua tanpa mengulangi gen yang sudah ada.

Nilai P_c yang akan digunakan adalah 0.8 sehingga kromosom yang akan mengalami *crossover* adalah $0.8 \times 5 = 4$ kromosom. Kromosom yang akan digunakan akan diambil secara acak yakni kromosom [1] dengan kromosom [4] dan kromosom [2] dengan kromosom [3].

Kromosom [1] dan Kromosom [4] dengan posisi titik dimulai dari 3 dan 5.

Kromosom [1]	A	C	B	F	E	D	A
Kromosom [4]	A	F	D	E	B	C	A



Offspring [1]	-	-	D	E	B	-	-
Offspring [4]	-	-	B	F	E	-	-



Offspring [1]	A	F	D	E	B	C	A
Offspring [4]	A	C	B	F	E	D	A

Kromosom 2 dan kromosom 3 dengan posisi titik dimulai dari 4 dan 6

Kromosom [2]	A	B	C	E	D	F	A
Kromosom [3]	A	B	D	C	E	F	A



Offspring [2]	-	-	-	C	E	F	-
Offspring [3]	-	-	-	E	D	F	-



Offspring [2]	A	D	B	C	E	F	A
Offspring [3]	A	C	B	E	D	F	A

Berdasarkan proses *crossover* yang sudah dilalui, maka populasi baru terbentuk setelah proses penyilangan selesai.

Tabel 3.5. Populasi Baru setelah Proses *Crossover*

Kromosom	Susunan Gen
1	A F D E B C A
2	A D B C E F A
3	A C B E D F A
4	A C B F E D A
5	A B C E D F A

3.4.5. Proses Mutasi

Tahap terakhir pada algoritma genetika merupakan tahap mutasi. Tahap ini berfungsi untuk menyubstitusi gen yang telah menghilang dari populasi sebagai dampak dari tahap seleksi, sehingga memberi peluang kemunculan kembalinya gen yang pada saat inisialisasi populasi tidak muncul. Jumlah kromosom yang mengalami perubahan mutasi akan dihitung sesuai dengan Probabilitas Mutasi (P_m) yang sudah ditetapkan.

Metode yang dipakai untuk proses mutasi adalah mutasi *swapping*. Metode ini ini dilakukan dengan mengambil 2 angka acak, lalu gen yang ditempatkan di posisi angka acak dipindahkan posisinya dengan gen yang terletak di posisi angka acak kedua, dengan probabilitas tertentu.

Tahap awal untuk menghitung jumlah gen dalam satu populasi dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$P = g \times k \quad (3.4)$$

Dimana :

- P = panjang jumlah gen
- g = total gen pada kromosom
- k = total kromosom

Dalam hal ini, setiap kromosom memiliki 7 gen serta total kromosom adalah 5. Maka:

$$P = 7 \times 5$$

$$P = 35$$

Untuk mengidentifikasi jumlah gen yang akan melalui mutasi, digunakan ukuran P_m yaitu 0.1, terhadap total panjang gen yang telah diperoleh. Dengan demikian, jumlah gen yang akan mengalami mutasi adalah $35 \times 0.1 = 3.5$. Karena hasil 3.5 maka dilakukan pembulatan menjadi 4, maka akan ada 4 gen akan melalui mutasi. Selanjutnya, untuk memutuskan lokasi gen yang akan melalui mutasi, dilakukan pembangkitan angka random dalam rentang 1 hingga panjang total gen, yaitu 1 hingga 35. Sesudah proses pembangkitan acak, gen yang akan dimutasi berada pada posisi gen 5, 9, 18, dan 23. Sehingga, populasi kromosom baru yang telah melalui tahap mutasi dapat diamati dalam tabel 3.6.

Tabel 3.6. Populasi Baru setelah Proses Mutasi

Kromosom	Susunan Gen Lama	Susunan Gen Baru
1	A F D E B C A	A F D E C B A
2	A D B C E F A	A B D C E F A
3	A C B E D F A	A C B D E F A
4	A C B F E D A	A B C F E D A
5	A B C E D F A	A B C E D F A

Untuk melihat hasil perbandingan dengan populasi yang sudah melewati tahapan algoritma genetika dengan populasi awal, maka perlu melakukan perhitungan mencari jarak dan nilai *fitness* setiap kromosom baru. Berikut perhitungan jarak populasi baru dan nilai *fitness* setiap kromosom, yaitu:

$$\text{Kromosom 1} = AF + FD + DE + EC + CB + BA$$

$$= 6.8 + 0.8 + 0.2 + 1.1 + 0.7 + 6.5$$

$$= 16.1 = \frac{1}{16.1} = 0.062$$

$$\text{Kromosom 2} = AB + BD + DC + CE + EF + FA$$

$$= 6.5 + 1.8 + 1.1 + 1.1 + 0.8 + 6.8$$

$$= 18.1 = \frac{1}{18.1} = 0.055$$

$$\text{Kromosom 3} = AC + CB + BD + DE + EF + FA$$

$$= 6.9 + 0.7 + 1.8 + 0.2 + 0.8 + 6.8$$

$$= 17.2 = \frac{1}{17.2} = 0.058$$

$$\text{Kromosom 4} = AB + BC + CF + FE + ED + DA$$

$$= 6.5 + 0.7 + 1.7 + 0.8 + 0.2 + 7.5$$

$$= 17.4 = \frac{1}{17.4} = 0.057$$

$$\text{Kromosom 5} = AB + BC + CE + ED + DF + FA$$

$$= 6.5 + 0.7 + 1.1 + 0.2 + 0.8 + 6.8$$

$$= 16.1 = \frac{1}{16.1} = 0.062$$

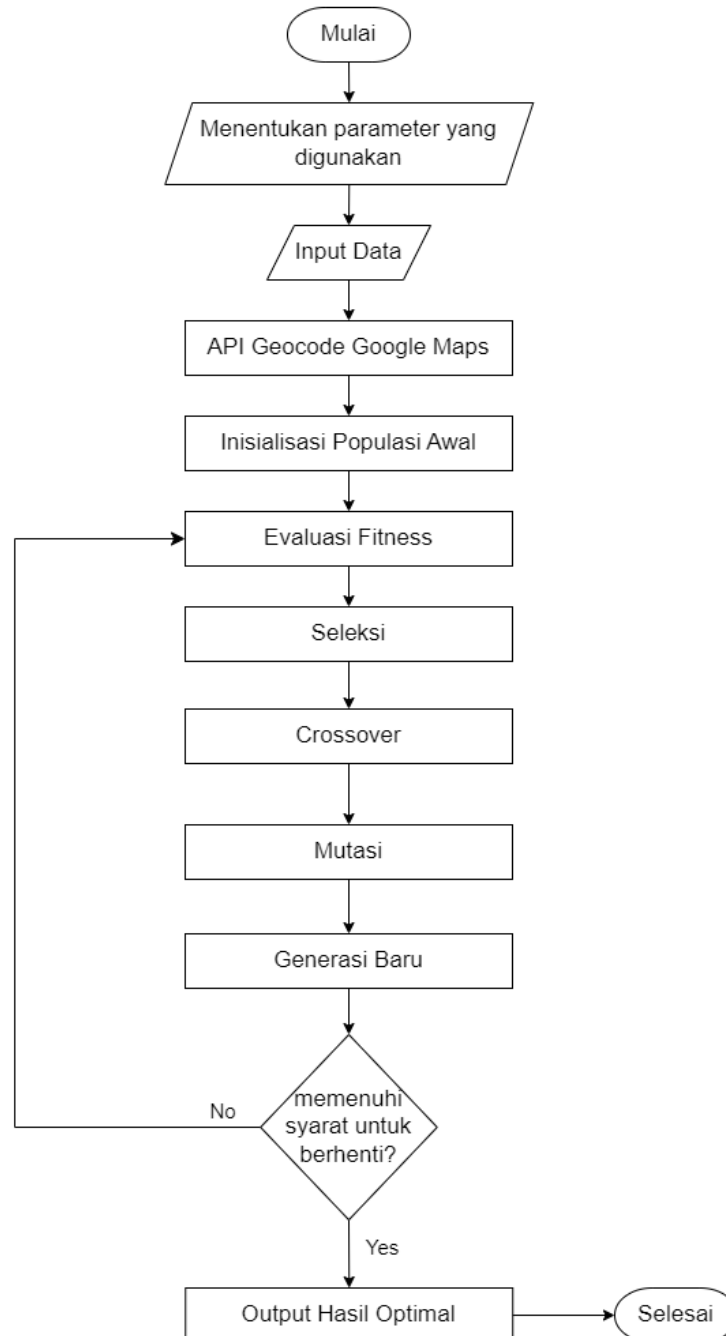
$$\text{Total Jarak Populasi} = K1 + K2 + K3 + K4 + K5$$

$$= 16.1 + 18.1 + 17.2 + 17.4 + 16.1$$

= 84.9 km

3.5 Flowchart Sistem

Secara menyeluruh, ilustrasi cara kerja sistem terdapat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Flowchart Sistem

3.6 Output

Hasil Output ditampilkan ketika proses dari perhitungan Algoritma Genetika selesai, proses perhitungan membutuhkan beberapa waktu. Pada output atau hasil dari

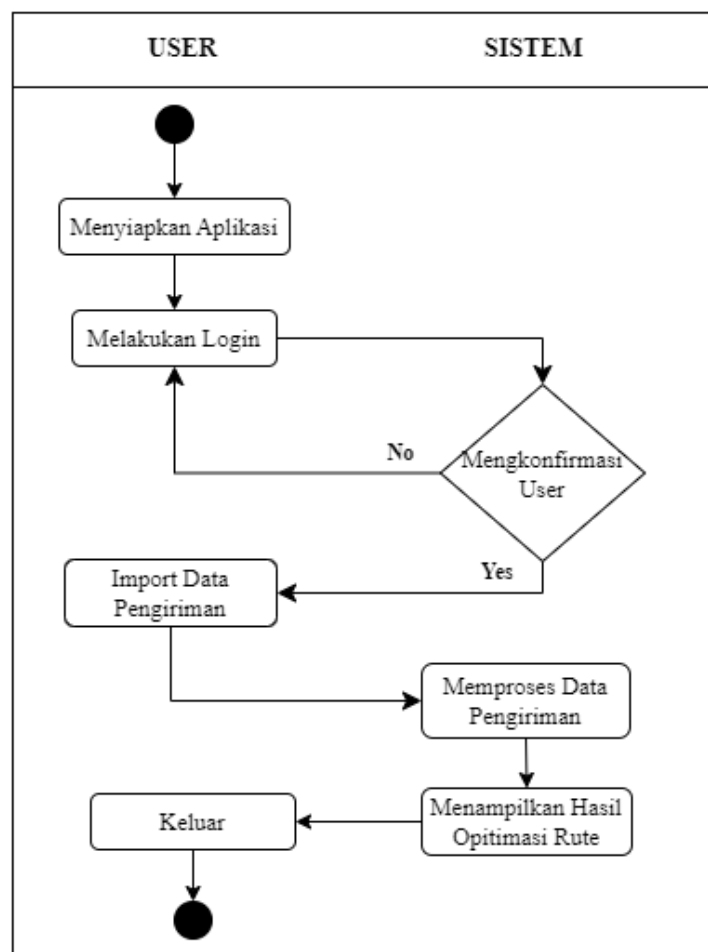
program atau hasil akhir akan menampilkan peta lokasi rute terdekat dari beberapa alamat penerima paket. Hasil akhir dapat diperoleh ketika user melakukan *generate*. User akan dapat melihat dimana saja lokasi yang akan menjadi prioritas utama hingga akhir untuk dikunjungi.

3.7 Diagram Aktivitas

Diagram aktifitas adalah suatu diagram menguraikan alur kerja sistem dalam menjalankan suatu proses dalam sistem. Didalam diagram ini bisa mendeskripsikan aktifitas yang telah dirancang mulai dari awal proses aplikasi dimulai dan langkah yang dikerjakan pengguna dan hasil dari proses adalah akhir dari berjalannya sistem.

3.7.1. Diagram Aktivitas Cara Penggunaan

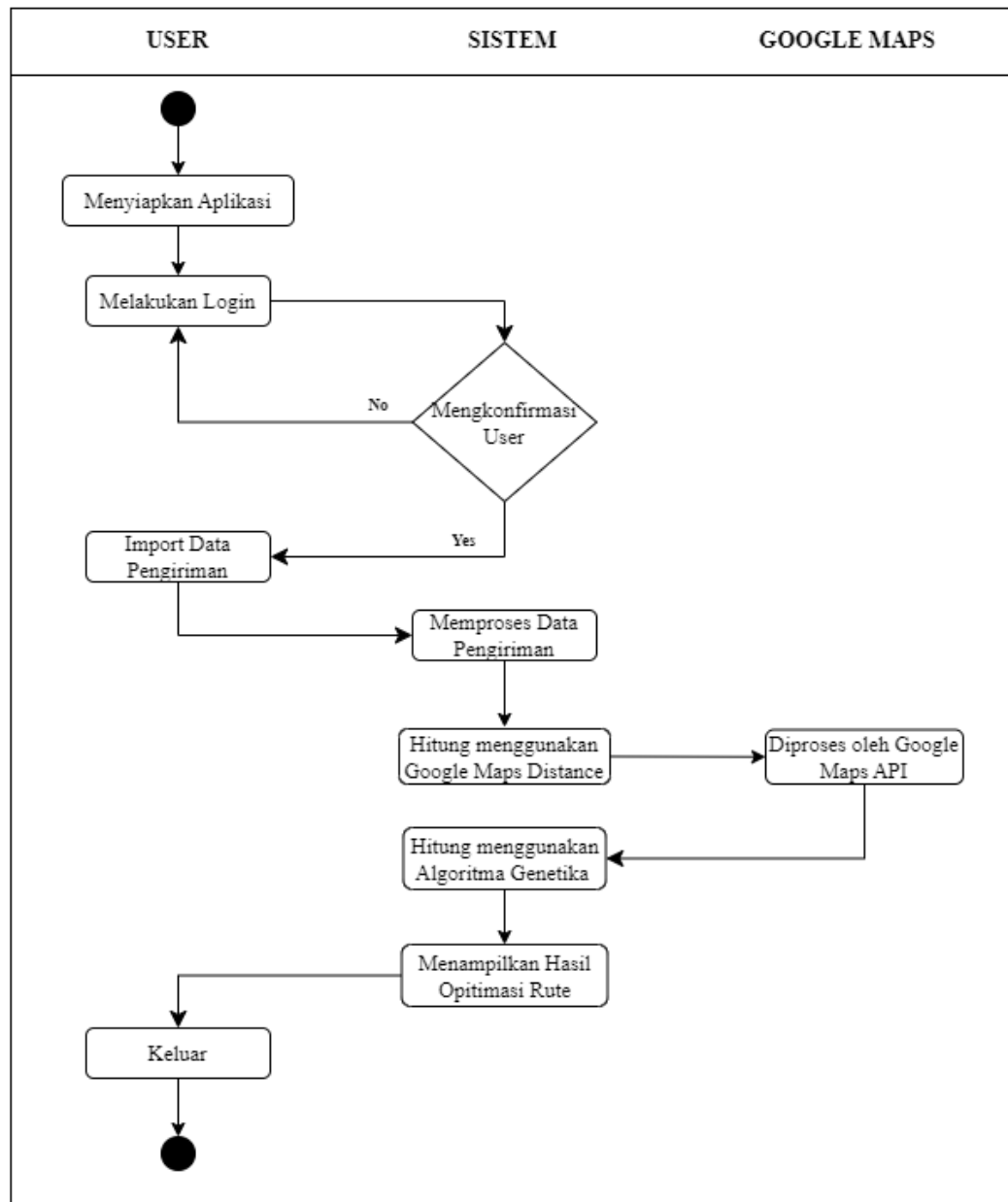
Menerangkan aktivitas sistem dalam menjabarkan metode penggunaan pada sistem dan deskripsi penggunaan objeknya. Diagram aktivitas metode penggunaan dapat diamati dalam Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Diagram Aktivitas Metode Penggunaan

3.7.2. Diagram Aktivitas Sistem

Menerangkan aktivitas sistem dalam menjalankan operasinya dengan memeriksa objek, label dan deskripsinya. Diagram aktivitas sistem dapat diamati pada gambar 3.8.



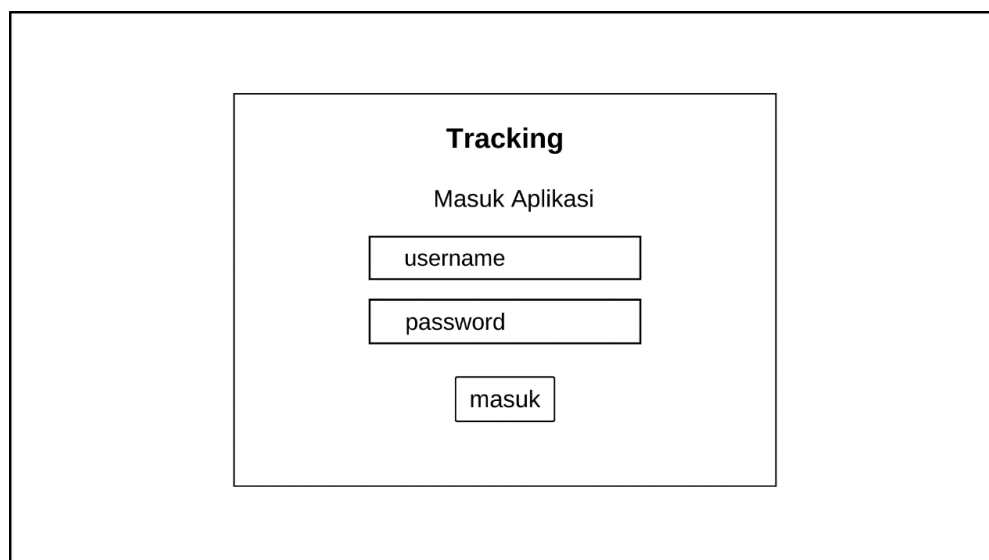
Gambar 3.8. Diagram Aktivitas Sistem

3.8 Perancangan Antarmuka Sistem

Perancangan antarmuka sistem ini dimaksudkan untuk mengilustrasikan sistem yang akan dikembangkan. Adapun rancangan antarmuka yang dibuat adalah berikut ini.

3.8.1. Rancangan Halaman Login

Rancangan Halaman *Login* merupakan rancangan yang akan ditampilkan pada awal sistem aplikasi sebelum menggunakan sistem aplikasi. Di tampilan rancangan halaman login ini menampilkan *form* pengisian nama pengguna dan kunci sandi untuk mengkonfirmasi kurir sebelum *login* ke dalam sistem aplikasi. Tampilan rancangan halaman login dapat diamati dalam Gambar 3.9.

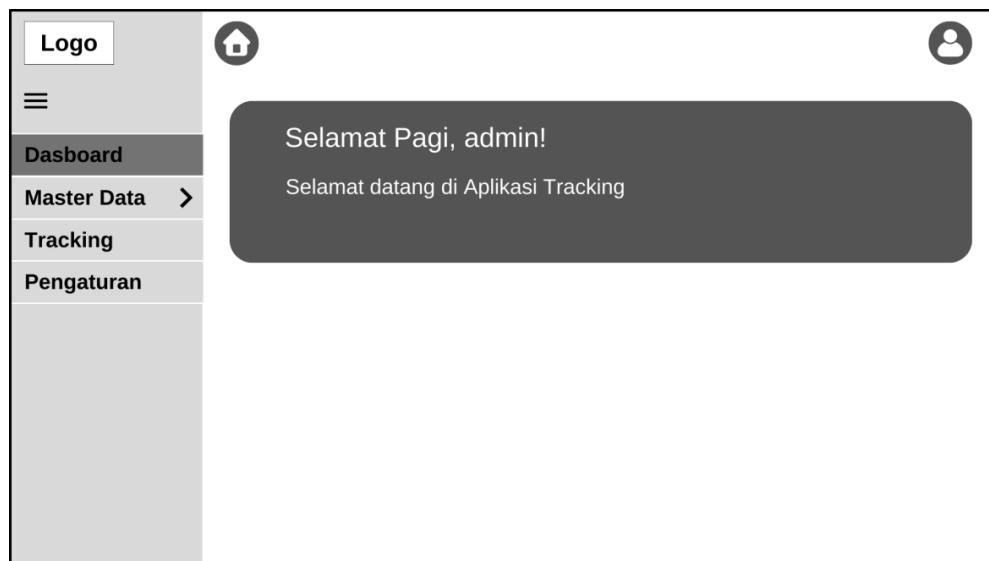


The image shows a login form titled "Tracking" with the subtitle "Masuk Aplikasi". It contains two input fields labeled "username" and "password", and a button labeled "masuk".

Gambar 3.9. Rancangan Halaman *Login*

3.8.2. Rancangan Halaman Dashboard

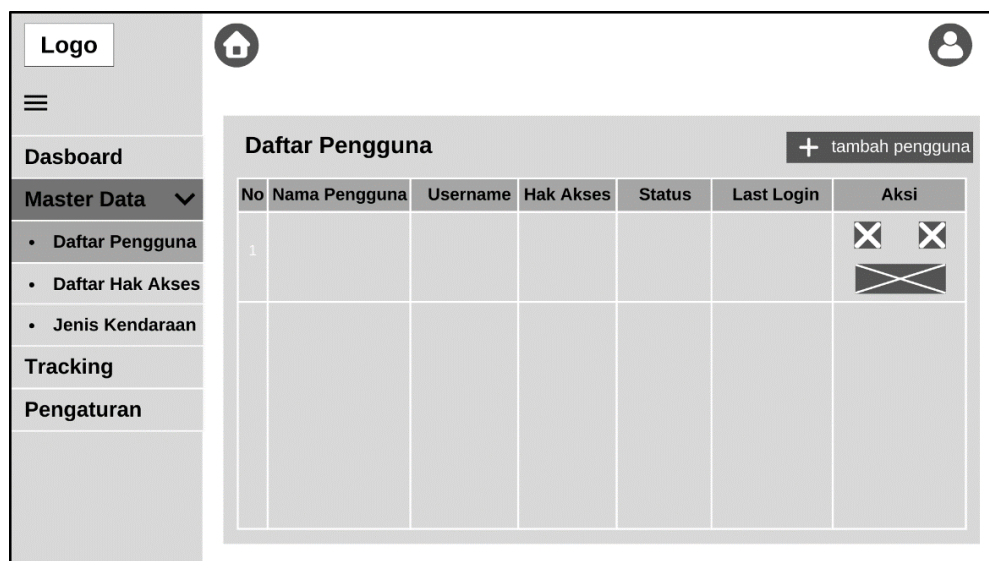
Rancangan Halaman *Dashboard* merupakan tampilan halamana selanjutnya setelah mengkonfirmasi di halaman *login*. Pada bagian atas, terdapat *header* yang menampilkan logo aplikasi, tombol *home* yang berfungsi untuk kembali ke tampilan halaman *dashboard* dan *button* user yang berisi menu profil user dan *logout* akun. Pada bagian kiri *dashboard*, menampilkan menu navigasi seperti *dashboard*, master data, *tracking*, dan pengaturan. Pada bagian tengah *dashboard*, terdapat ucapan selamat yang berubah sesuai waktu digunakan aplikasi digunakan. Tampilan halaman *dashboard* dapat diamati dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Rancangan Halaman *Dashboard*

3.8.3. Rancangan Halaman *Daftar Pengguna*

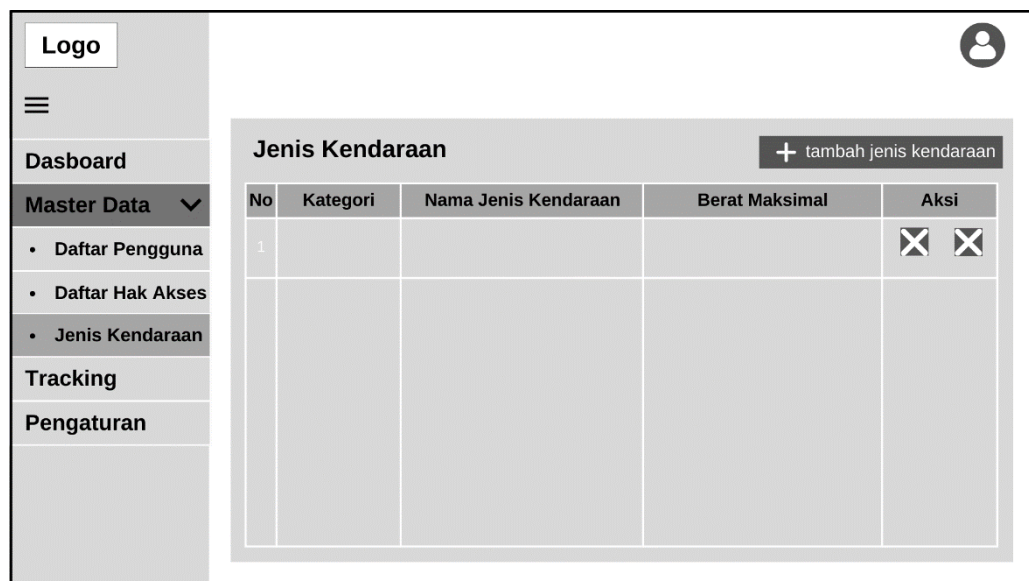
Rancangan Halaman Daftar Pengguna merupakan tampilan yang berisi data mengenai pengguna yang dapat login di aplikasi sistem. Di tampilan ini akan menampilkan data pengguna seperti nama pengguna, *username*, hak akses, status, *last login*, dan 3 *button* aksi seperti *button* edit pengguna, *button* hapus pengguna, *button non-active* pengguna. Pada tabel diatas terdapat *button* tambah pengguna untuk menambahkan pengguna agar bisa melakukan *login* ke aplikasi. Tampilan rancangan halaman daftar pengguna dapat diamati dalam Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Rancangan Halaman Daftar Pengguna

3.8.4. Rancangan Halaman Jenis Kendaraan

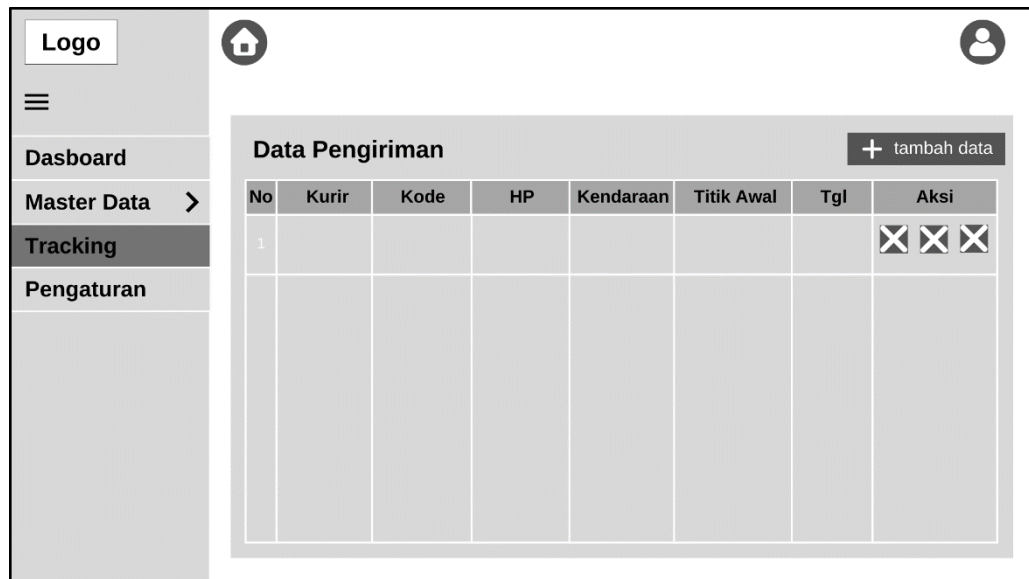
Rancangan Halaman Jenis Kendaraan merupakan tampilan yang berisi data jenis kendaraan yang digunakan kurir. Data mengenai jenis kendaraan yang digunakan oleh kurir menampilkan kategori kendaraan, nama jenis kendaraan, dan kapasitas maksimal kendaraan yang digunakan. Terdapat 3 *button* pada halaman ini, yaitu *button* tambah jenis kendaraan, *button update* jenis kendaraan, *button* hapus kendaraan. Tampilan rancangan halaman jenis kendaraan dapat diamati dalam Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Rancangan Halaman Jenis Kendaraan

3.8.5. Rancangan Halaman Data Pengiriman

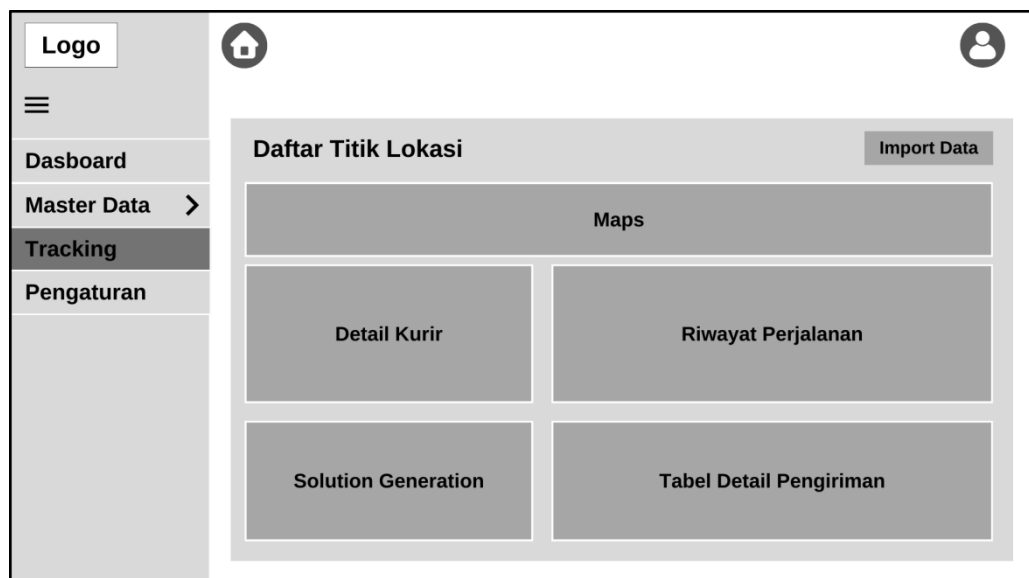
Rancangan Halaman Data Pengiriman merupakan tampilan yang berisi data mengenai kurir yang akan melakukan pengiriman barang. Di halaman ini juga akan menampilkan tabel data mengenai kurir seperti nama kurir, kode kurir, nomor *handphone*, jenis kendaraan, titik awal, tanggal pengiriman, dan aksi. Pada bagian tabel aksi, terdapat 3 *button* yang akan digunakan yaitu *button* edit detail kurir, *button* daftar titik lokasi, dan *button* hapus kurir. Tampilan rancangan halaman data pengiriman dapat diamati dalam Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Rancangan Halaman Data Pengiriman

3.8.6. Rancangan Halaman Daftar Titik Lokasi

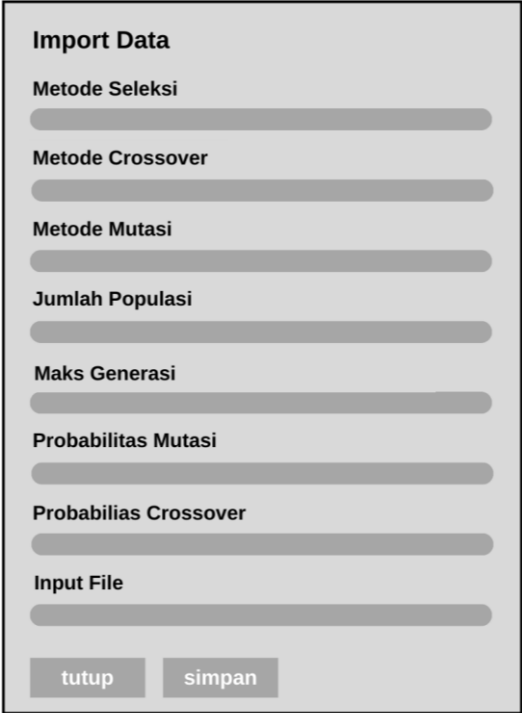
Rancangan Halaman Daftar Titik Lokasi merupakan tampilan yang akan digunakan kurir untuk mendapatkan hasil optimasi pengantaran barang pada hari pengantaran. Kurir akan mengimport data berupa data *excel* dan sistem akan menampilkan titik lokasi di maps, detail kurir, riwayat perjalanan yang akan dilalui kurir pada hari pengantaran barang, dan detail barang pengiriman. Tampilan rancangan halaman daftar titik lokasi dapat diamati dalam gambar 3.14.



Gambar 3.14. Rancangan Halaman Daftar Titik Lokasi

3.8.7. Rancangan Tampilan *Import Data*

Rancangan Tampilan *Import Data* merupakan tampilan pada saat *user* akan menginput data berupa data *excel* ke dalam aplikasi untuk diproses pada aplikasi sistem. Sebelum data di *input*, diharapkan untuk memilih metode seleksi, *crossover*, dan mutasi yang ingin digunakan, serta mengisi angka parameter pada jumlah populasi, jumlah populasi yang dipertahankan, jumlah iterasi, dan probabilitas mutasi sesuai dengan proses alur algoritma genetika. Tampilan rancangan *import data* dapat diamati dalam gambar 3.15.



Import Data

Metode Seleksi

Metode Crossover

Metode Mutasi

Jumlah Populasi

Maks Generasi

Probabilitas Mutasi

Probabilitas Crossover

Input File

tutup simpan

Gambar 3.15. Rancangan Tampilan *Import Data*

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini menjabarkan penerapan langkah - langkah yang di lakukan terhadap bab sebelumnya serta melakukan proses pengujian dalam mencari jalur optimal dengan menggunakan metode yang sudah ditentukan.

4.1. Implementasi Sistem

Pada bagian ini dijelaskan tahap penerapan yang adalah kelanjutan dari analisa dan perancangan. Tahap penerapan ini melibatkan penggunaan *hardware* dan *software* untuk menjalankan aplikasi.

4.1.1. Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut adalah detail *hardware* yang digunakan untuk mengembangkan sistem aplikasi ini sebagai berikut :

1. Perangkat : Asus VivoBook S14 X411UF
2. *Processor* : Intel® Core™ i7-8550U CPU @ 1.80GHz 1.99GHz
3. Kapasitas RAM : 8.00 GB
4. Kapasitas Hardisk : 1 TB

4.1.2. Spesifikasi Perangkat Lunak (*Software*)

Berikut adalah detail *software* yang digunakan dalam mengembangkan sistem aplikasi ini sebagai berikut :

1. *Operation System* yang digunakan Windows 11 Home Single Language 64-bit
2. Python 7.4
3. MySQL 8.0.30-winx 64
4. Visual Studio Code versi 1.83.0
5. Microsoft Excel
6. Laragon versi 6.0
7. Flask versi 2.3.2

4.2. Implementasi Data

Di dalam penelitian ini, data yang akan digunakan untuk melakukan penginputan adalah data berformat excel dengan isi berupa data nama pemilik, data alamat, data *area delivery*, data banyaknya barang yang akan diantar, dan data berat barang. Berikut bentuk data input yang akan diproses oleh sistem.

Tabel 4.1. Contoh bentuk data input pada data excel

nama_pemilik	alamat	area_delivery	qty	weight
SUCI	JL. PUTRI HIJAU / GURU PATIMPUS LANTAI GF NO. 31	Medan Barat	1	2
CANDICE	JL. PUTRI HIJAU / GURU PATIMPUS NO. 1 (APARTEMENT TRIBECA CONDOMINIUM SOUTHERN UNIT 28F)	Medan Barat	1	1
REGINA	JL. PUTRI HIJAU NO 1 KESAWAN (UNIQLO DELI PARK LT UG 1F)	Medan Barat	1	1
EFARINA	JL. GURU PATIMPUS (MALL DELIPARK LT1. TENANT CHARLES &KEITH)	Medan Barat	1	2
YOAN KRISTIN TENTERO	JL. PUTRI HIJAU/GURU PATIMPUS NO.1 (ERHA APOTHECARY DELI PARK MEDAN MALL LT.LGM-11)	Medan Barat	1	1
RINI HARDIANTI	JL. LISTRIK NO. 15 (HOTEL TRAVELL)	Medan Petisah	1	0.4
YOREN	JL. PUTRI HIJAU NO 1 OPQ (TRIBECA UNIT 17C UNIT LANTAI 17C)	Medan Barat	3	0.9
DINA FEBIOLA	JL. BALAI KOTA NO. 12-14 (BANK MANDIRI BALAIKOTA)	Medan Barat	1	2
VESLIANA	JL. TEMBAKAU DELI - APARTEMEN	Medan Barat	1	2.45
KIM	JL. PUTRI HIJAU NO 1 OPQ	Medan Barat	9	0.41
INGRID	JL. TEMBAKAU DELI NO. 1 (VASAKA THE REIZ CONDO)	Medan Barat	1	1
SRI UTAMI	JL. PUTRI HIJAU NO. 1 OPQ (PODOMORO CITY)	Medan Barat	1	0.02

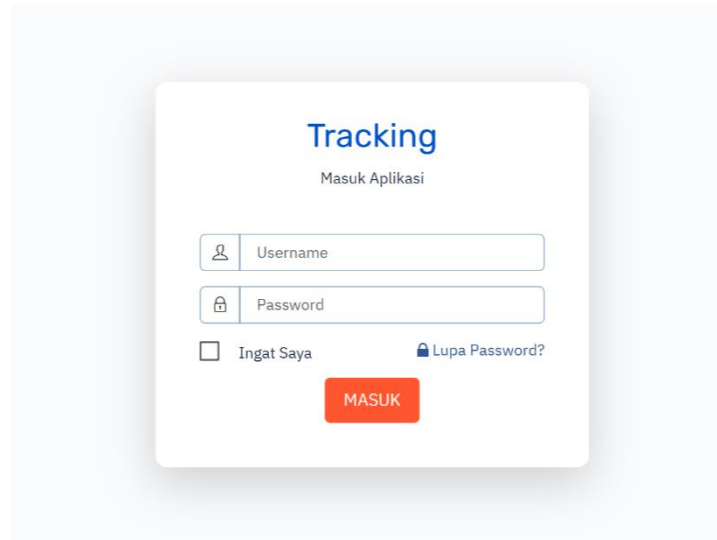
4.3. Implementasi Perancangan Antarmuka

Berikut ini adalah hasil penerapan perancangan *interface* yang telah dirancang dalam bab 3 seperti yang dapat diamati dibawah ini :

1. Tampilan *Login*

Tampilan *Login* merupakan tampilan paling awal muncul saat aplikasi akan dijalankan. Di tampilan ini, anggota (kurir) perlu melakukan *login* ke sistem agar dapat digunakan. Anggota harus memasukkan *username* dan *password* agar dapat

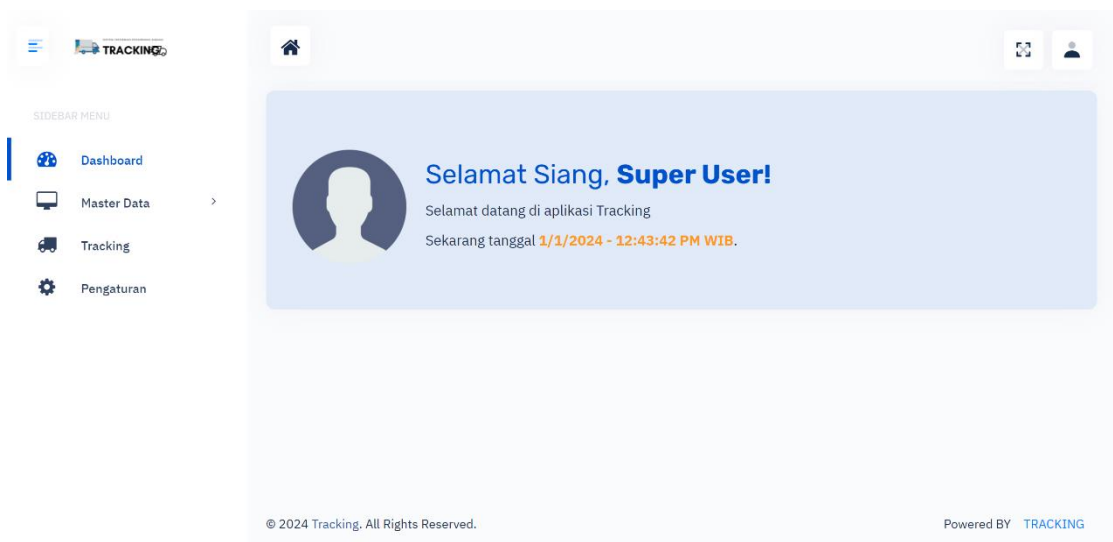
diidentifikasi anggota terdaftar pada sistem aplikasi. Tampilan halaman *login* dapat diamati pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tampilan Halaman Login

2. Tampilan *Dashboard*

Tampilan *Dashboard* merupakan tampilan yang muncul sesudah admin ataupun kurir sudah melakukan identifikasi pengguna pada form *login* dan memunculkan halaman *dashboard* atau tampilan halaman utama yang akan muncul. Di halaman ini akan muncul salaman berdasarkan waktu dan anggota yang terdaftar di sistem. Tampilan halaman *dashboard* dapat diamati dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Tampilan Halaman *Dashboard*

3. Tampilan Master Data

Tampilan Menu Master Data merupakan tampilan yang berisi menu daftar pengguna, daftar hak akses dan jenis kendaraan.

- Tampilan Daftar Pengguna

Pada tampilan daftar pengguna yang berfungsi untuk dapat menambah user dalam mengakses aplikasi sistem. Tampilan ini menampilkan dalam bentuk tabel yang berisi nama pengguna, *username*, hak akses, status, *last login*, serta 3 *button* aksi. Tampilan dapat diamati dalam Gambar 4.3.

NO	Nama Pengguna	Username	Hak Akses	Status	Last Login	Aksi
1	Ahmad Syahlan	Syahlan	superuser	Sudah aktif	2023-12-14 01:52:47	[Edit] [Delete] [Non Aktifkan]
2	A Nurhatta	anurhatta	admin	Sudah aktif		[Edit] [Delete] [Non Aktifkan]
3	Super User	user	superuser	Sudah aktif	2024-01-01 12:43:33	[Edit] [Delete] [Non Aktifkan]
4	Haris Sianturi	haris	member	Sudah aktif		[Edit] [Delete] [Non Aktifkan]







Gambar 4.3. Tampilan Halaman Daftar Pengguna

- Tampilan Daftar Hak Akses

Pada tampilan daftar hak akses, tampilan ini berfungsi untuk admin dalam memilih akses bagi pengguna user dalam menggunakan aplikasi dalam mengakses menu *dashboard*, daftar pengguna, *tracking*, dan pengaturan. Tampilan halaman daftar hak akses dapat diamati dalam Gambar 4.4.

Daftar Hak Akses + Tambah Hak Akses

Show entries Search:

No	Hak Akses	Aksi
1	superuser	 
2	member	 
3	admin	 

Showing 1 to 3 of 3 entries Previous **1** Next









Gambar 4.4. Tampilan Daftar Hak Akses

- Tampilan Jenis Kendaraan

Pada tampilan jenis kendaraan, user dapat menambahkan jenis kendaraan, baik itu mobil ataupun sepeda motor serta dapat memberikan kapasitas berat yang dapat ditampung oleh setiap kendaraan. Tampilan Halaman Jenis Kendaraan dapat diamati dalam Gambar 4.5.

Jenis Kendaraan + Tambah Jenis Kendaraan

Show entries Search:

No	Kategori	Nama Jenis Kendaraan	Berat Maks	Aksi
1	MOBIL	MINI VANS	300 Kg	 
2	SEPEDA MOTOR	Honda Beat	100 Kg	 
3	SEPEDA MOTOR	Honda Vario	120 Kg	 
4	MOBIL	Blind Van	800 Kg	 

Showing 1 to 4 of 4 entries Previous **1** Next

Gambar 4.5. Tampilan Daftar Jenis Kendaraan

4. Tampilan *Tracking*

Tampilan Menu *Tracking* menampilkan data pengirim yang berisi data kurir yang akan mengantar pada hari pengantaran barang. Di tampilan halaman ini akan muncul daftar nama-nama kurir beserta detail-detail kurir seperti nama kurir, kode kurir, nomor *handphone*, jenis kendaraan, titik awal, tanggal pengantaran barang,

dan 2 tombol aksi yaitu tombol update data kurir dan tombol update data pengiriman. Tampilan halaman *Tracking* dapat diamati dalam Gambar 4.6.

Data Pengiriman + Tambah Data

Show 25 entries Search:

No	Kurir	Kode	HP	Kendaraan	Titik Awal	Tgl	Aksi
1	A NURHATTA	BRT	081360383473	Blind Van Kategori :MOBIL Berat Maks :800 Kg	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 Lihat Lokasi	2023-12-05	Edit Hapus Detail
2	Syahlan	TMR	081360678614	MINI VANS Kategori :MOBIL Berat Maks :300 Kg	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 Lihat Lokasi	2023-12-05	Edit Hapus Detail
3	Haris Sianturi	TMR	082386958888	Honda Vario Kategori :SEPEDA MOTOR Berat Maks :120 Kg	Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 Lihat Lokasi	2023-12-08	Edit Hapus Detail
4	ADRIANATA	TMR	081269981519	Honda Beat Kategori :SEPEDA MOTOR Berat Maks :100 Kg	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 Lihat Lokasi	2023-12-19	Edit Hapus Detail

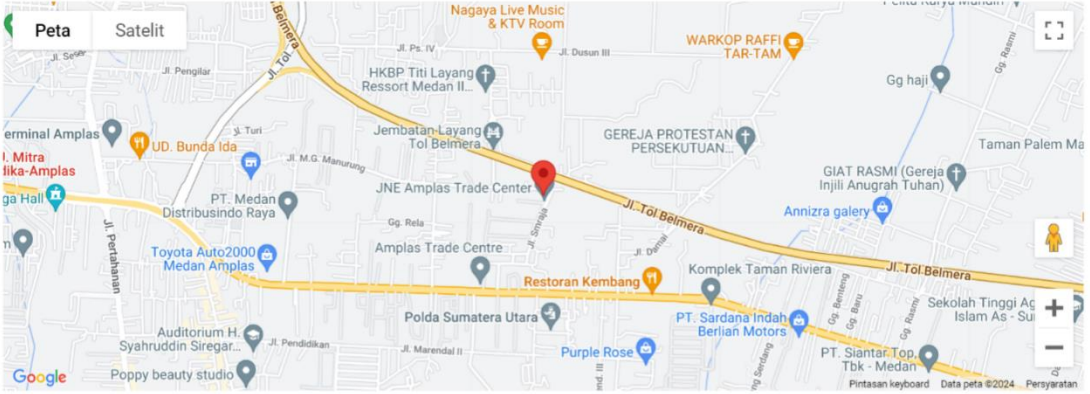
Showing 1 to 4 of 4 entries Previous **1** Next

Gambar 4.6. Tampilan Halaman Data Pengiriman

5. Tampilan *Update* Data Kurir

Tampilan *update* data kurir merupakan tampilan untuk memperbarui atau mengupdate data mengenai kurir. Di tampilan ini kurir dapat mengupdate data diri kurir seperti memasukkan data seperti titik awal yang dapat diambil dari google maps seperti *latitude* dan *longitude* ketika kurir mulai perjalanan, alamat titik awal, kode pengiriman, nama kurir, nomor *handphone* kurir, jenis kendaraan kurir, dan tanggal pengiriman kurir. Tampilan *update* data kurir dapat diamati dalam Gambar 4.7.

Update Data ✕



Titik Awal

3.5365163477539983, 98.73731846653412

📍 Titik Awal

Alamat Awal

GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149

Kode Pengiriman

TMR

Nama Kurir

Syahlan

HP Kurir

081360678614

Kendaraan

MINI VANS (Kategori : MOBIL, Maks : 300 Kg)

Tgl Pengiriman

12/05/2023

Tutup Ubah Data

Gambar 4.7. Tampilan Halaman *Update Data Kurir*

6. Tampilan *Update* Detail Pengiriman

Tampilan *Update* Detail Pengiriman merupakan tampilan yang akan menampilkan google maps sebagai titik lokasi, detail kurir, riwayat perjalanan yang akan dilalui kurir, dan detail pengiriman. Tampilan *update* data pengiriman dapat diamati dalam Gambar 4.8.

Daftar Titik Lokasi

Import Data

Peta

Satelit

Nama Kurir	ADRIANATA [KODE : TMR]	Riwayat Perjalanan
HP Kurir	081269981519	
Lokasi Awal	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 3.536655557005886, 98.73739356838631	
Kendaraan	Honda Beat	
Tipe Kendaraan	SEPEDA MOTOR	
Berat Maks	100 Kg	
Berat Bawaan	14 Kg Berat muatan normal	
Jarak Tempuh	38.868 Km	
Waktu Tempuh	104.41666666667 Menit	

SOLUTION GENERATION

Generasi	Solusi	Jarak Total
Belum ada data		

Detail Pengiriman

IDs Alamat	Pemilik	Alamat	Area	Titik Lokasi	Qty	Weight	Status
Belum ada data							







Gambar 4.8. Tampilan *Update* Data Pengiriman

4.4. Pengujian Sistem

Pada tampilan halaman *tracking* pada gambar 4.6, pada kolom aksi terdapat tiga *button* berwarna kuning, merah, dan biru. *Button* warna kuning merupakan *button update* data kurir, *button* warna merah merupakan hapus data kurir, dan *button* warna biru merupakan *button* detail pengiriman. Tampilan halaman *button* data kurir, hapus data, dan detail pengiriman terdapat dalam Gambar 4.9.

Data Pengiriman + Tambah Data

Show entries Search:

No	Kurir	Kode	HP	Kendaraan	Titik Awal	Tgl	Aksi
1	Syahlan	TMR	081360678614	MINI VANS Kategori :MOBIL Berat Maks :300 Kg	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 Lihat Lokasi	2023-12-05	  
2	ANDRIANATA	TMR	081260091519	Honda Beat Kategori :SEPEDA	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan.	2023-12-	  

Gambar 4.9. Tampilan Halaman *Button* Data Kurir dan Detail Pengiriman

Lalu, pada tampilan halaman daftar *update* data kurir, terdapat *button import* data pada sebelah kanan atas untuk melakukan penginputan data dan memasukkan parameter yang ingin digunakan. Tampilan *import* data dapat diamati dalam Gambar 4.10.

Import Data
×

Metode Seleksi
Roulette Wheel Selection

Metode Crossover
Order Crossover

Metode Mutation
Swap Mutation

Jumlah Populasi
10

Maks Generasi
3

Probabilitas Mutasi
0.1
Nilai maks : 1

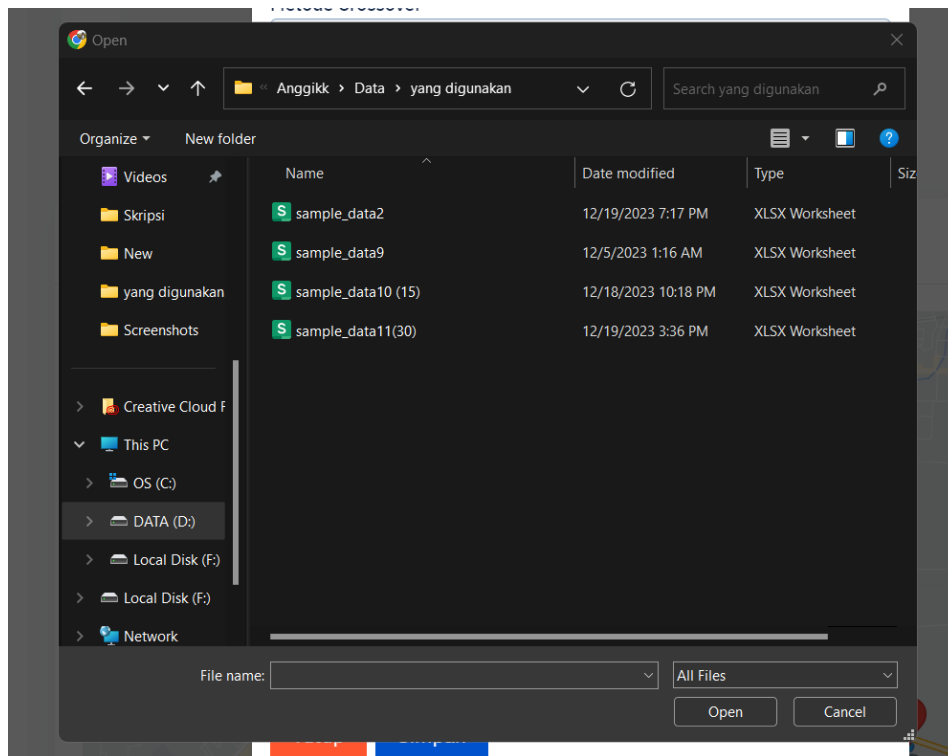
Probabilitas Crossover
0.1
Nilai maks : 1

Masukkan File
Choose File No file chosen
Contoh format download disini

Tutup Simpan

Gambar 4.10. Tampilan *Button Import Data*

Pada saat meng*import* data, data yang akan di*import* yaitu data berformat .xlsx atau excel. Data yang berisi data penerima, data alamat, data area wilayah, data banyak barang dan data berat barang. Tampilan ini akan dapat diamati dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Tampilan *Import Data*

Jika data selesai di *import*, maka data tersebut akan di proses oleh model algoritma genetika. Data yang berisi beberapa titik alamat penerima barang paket akan di proses dan menampilkan hasil optimasi jarak yang akan ditempuh. Hasil *output* yang akan keluar akan menampilkan titik alamat yang akan ditujui, kapasitas tidak melebihi kendaraan, total jarak tempuh, waktu perjalanan, detail pengiriman dan solusi generasi. Pada gambar 4.12, menampilkan titik yang akan dilalui pada google maps serta riwayat perjalanan yang akan ditujui. Alamat pelanggan akan diproses dan dicari titik latitude dan longitude pada API Google Maps Geocode agar dapat menyesuaikan pada alamat yang diberikan pada data input pada data excel. Pada gambar 4.14, akan ditampilkan hasil setiap generasi pada setiap iterasi terjadi dan didapatkan hasil yang optimal serta menampilkan jarak antar tiap titik pada riwayat perjalanan dan total jarak tempuh yang dilalui pada setiap generasinya, serta

menampilkan detail pengiriman pada setiap barang pengantaran barang setiap pelanggan.

Daftar Titik Lokasi
Import Data

Peta
Satelit

Nama Kurir	A NURHATTA (KODE : BRT)
HP Kurir	081360383473
Lokasi Awal	GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149 3.536537764563342, 98.7373077376981
Kendaraan	Blind Van
Tipe Kendaraan	MOBIL
Berat Maks	800 Kg
Berat Bawaan	75 Kg Berat muatan normal
Jarak Tempuh	58937 Meter 58.900000000000006 Km
Waktu Tempuh	108 Menit

Riwayat Perjalanan

Route Segment: A ke B

GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia to 3MRG+5PR, Gg. Mustawi, Tj. Mulia, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia
28 min
21300 Meter
21,3 km

Route Segment: B ke C

3MRG+5PR, Gg. Mustawi, Tj. Mulia, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia to Jl. Aluminium Raya No.1a, Tj. Mulia, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia
4 menit
1039 Meter
1,0 km

Route Segment: C ke D

Jl. Aluminium Raya No.1a, Tj. Mulia, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia to Jl. Deli Indah II No.3, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20116, Indonesia
11 menit
3675 Meter
3,7 km

Route Segment: D ke E

Jl. Deli Indah II No.3, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20116, Indonesia to Jl. Deli Indah VI No.10n, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239, Indonesia
2 menit
167 Meter
0,2 km

Route Segment: E ke F

Jl. Deli Indah VI No.10n, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239, Indonesia to Jl. Komp. Brayan City No.16 Blok C, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239, Indonesia
3 menit
334 Meter
0,3 km

Route Segment: F ke G

Jl. Komp. Brayan City No.16 Blok C, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239, Indonesia to Jl. Pertempuran No.43, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239, Indonesia
5 menit
1127 Meter
1,1 km

Route Segment: G ke H

Jl. Pertempuran No.43, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239, Indonesia to Jl. Kawat VII No.44, Tj. Mulia Hilir, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia
15 menit
5280 Meter
5,3 km

Route Segment: H ke I

Jl. Kawat VII No.44, Tj. Mulia Hilir, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia to Jl. Bakaran Batu No.32, RW.9, M A B A R, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20242, Indonesia
8 menit
2236 Meter
2,2 km

Route Segment: I ke J

Jl. Bakaran Batu No.32, RW.9, M A B A R, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20242, Indonesia to pasar 3, M A B A R, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20242, Indonesia
4 min
1683 Meter
1,7 km

Route Segment: J ke K

pasar 3, M A B A R, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20242, Indonesia to GPPP+GWG, Timbang Deli, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20149, Indonesia
28 menit
22096 Meter
22,1 km

Gambar 4.12. Hasil output pada google maps dan riwayat perjalanan

SOLUTION GENERATION			Detail Pengiriman							
Data berhasil di import			Data berhasil di import							
Generasi	Solusi	Jarak Total	IDs Alamat	Pemilik	Alamat	Area	Titik Lokasi	Qty	Weight	Status
1	[7,0,8,4,3,1,2,5,6]	68979	5	ZULITA GUSTIKASARI	Gg. Mustawi No.7, Tj. Mulia, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241	Medan Deli	3.6405227 / 98.6767531	1	5 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
2	[7,0,8,4,3,1,2,5,6]	68979	6	DANDI PRASETIYA	Jl. Aluminium Raya No.1A, Tj. Mulia Hilir, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241	Medan Deli	3.6418472 / 98.6822806	1	11.4 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
3	[6,0,2,1,4,5,3,8,7]	65171	3	ANDRI (BUBBLE QUEEN)	Jl. Deli Indah II No.3, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20116	Medan Baru	3.6299792 / 98.6656174	10	10 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
4	[6,0,2,1,4,5,3,8,7]	65171	2	MARIANI	Jl. Deli Indah VI No.10, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20239	Medan Baru	3.6307627 / 98.6658972	1	10 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
5	[6,0,2,1,4,5,3,8,7]	65171	1	AULIA BUDIMAN TOKO AULIA	Jl. Pertempuran No.14G, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20116	Medan Baru	3.6292055 / 98.6663719	1	10 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
6	[6,0,2,1,4,5,3,8,7]	65171	0	DIANA SANDRI	Jl. Pertempuran No.43, Pulo Brayan Kota, Kec. Medan Bar., Kota Medan, Sumatera Utara 20116	Medan Baru	3.6267979 / 98.6653577	1	7.81 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
7	[4,5,6,0,2,1,3,8,7]	60817	4	YUYUN MAYYUNI	Jl. Kawat VII No.43, Tj. Mulia Hilir, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241	Medan Deli	3.650524 / 98.6765215	1	6 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
8	[4,5,6,0,2,1,3,8,7]	60817	8	DINA CANTIK	Jl. Bakaran Batu No.32, M A B A R, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241	Medan Deli	3.6567468 / 98.6754891	1	11 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
9	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377	7	CV KARYA RAKITAN SUCI	Jl. Mangan VIII Ps. III, M A B A R, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20242	Medan Deli	3.6693395 / 98.6791441	1	3.83 Kg	ALAMAT DITEMUKAN
10	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
11	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
12	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
13	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
14	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
15	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
16	[4,5,6,3,2,1,0,8,7]	60377								
17	[5,0,3,1,2,6,4,8,7]	59594								
18	[5,0,3,1,2,6,4,8,7]	59594								
19	[5,6,3,2,1,0,4,8,7]	58969								
20	[5,6,3,2,1,0,4,8,7]	58937								

Gambar 4.13. Hasil output pada solusi setiap generasi dan detail pengiriman

Hasil optimasi jarak yang akan ditempuhkan akan keluar dan menampilkan titik alamat yang akan dilalui pada google maps, detail kurir, berat bawaan tidak melebihi kapasitas kendaraan, waktu tempuh, total jarak tempuh, riwayat perjalanan yang akan dilalui, solusi generasi, serta detail alamat pengiriman.

4.5. Pengujian Aplikasi

Pada penelitian ini, pengujian sistem pada algoritma genetika dilakukan menggunakan beberapa data excel yang berisikan nama penerima, alamat penerima, *area delivery*, jumlah barang, dan berat barang dengan titik awal yang berada di Kantor JNE Amplas Trade Center. Beberapa sampel digunakan untuk menguji aplikasi dengan jumlah titik lokasi berbeda-beda berdasarkan kapasitas kendaraan yang digunakan. Berikut hasil uji aplikasi.

4.5.1. Uji Percobaan Pertama

Percobaan pertama dilakukan sebanyak 18 titik lokasi alamat pelanggan. Pada percobaan ini kendaraan yang digunakan adalah mobil dengan kapasitas maksimum barang bawaan 300 kg. Total barang hantaran muatan sekitar 160 kg. Jumlah populasi dan maksimum generasi yang akan digunakan berkelipatan 5 dan berkelipatan 10 serta nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasinya yaitu 0.8 dan 0.1.

Tabel 4.3. Uji Percobaan Kedua

No.	Jumlah Populasi	Maks Generasi	Total Jarak Tempuh (km)	Waktu tempuh	Fitness
1	10	40	39.451	1 jam 55 menit	0.025348
2	10	60	38.038	1 jam 52 mneit	0.026289
3	10	80	40.591	1 jam 57 menit	0.024636
4	10	100	37.649	1 jam 51 menit	0.026561
5	15	40	41.718	2 jam 6 menit	0.023970
6	15	60	39.088	1 jam 54 menit	0.025583
7	15	80	38.389	1 jam 54 menit	0.026049
8	15	100	35.595	1 jam 48 menit	0.028094
9	20	40	39.733	2 jam 3 menit	0.025168
10	20	60	37.208	1 jam 54 menit	0.026876
11	20	80	38.922	1 jam 58 menit	0.025692
12	20	100	36.604	1 jam 49 menit	0.027319
13	25	40	38.941	1 jam 53 menit	0.025680
14	25	60	38.552	1 jam 54 menit	0.025939
15	25	80	37.715	1 jam 54 menit	0.026515
16	25	100	37.002	1 jam 51 menit	0.027026

Pada tabel 4.3. dapat diamati bahwa dalam percobaan ke-8 merupakan solusi yang paling optimal dengan syarat nilai yang dimasukkan. Jarak tempuh yang dilalui oleh kurir pada awalnya adalah 39.485 km. Untuk hasil rute paling optimal yang dilakukan oleh sistem terdapat pada percobaan ke-8 dengan total jarak tempuh yang dilalui sebesar 35.595 km dengan perkiraan waktu tempuhnya 1 jam 48 menit dengan nilai *fitness* sebesar 0.028094.

4.5.2. Uji Percobaan Kedua

Percobaan pertama dilakukan sebanyak 19 titik lokasi alamat pelanggan. Pada percobaan ini kendaraan yang digunakan adalah mobil dengan kapasitas maksimum barang bawaan 800 kg. Total barang hantaran muatan sekitar 247 kg. Jumlah populasi dan maksimum generasi yang akan digunakan berkelipatan 5 dan berkelipatan 10 serta nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasinya yaitu 0.8 dan 0.1.

Tabel 4.4. Uji Percobaan Ketiga

No.	Jumlah Populasi	Maks Generasi	Total Jarak Tempuh (km)	Waktu tempuh	Fitness
1	10	40	41.778	2 jam 5 menit	0.023936
2	10	60	41.012	2 jam 7 menit	0.024383
3	10	80	41.296	2 jam 8 menit	0.024215
4	10	100	37.136	1 jam 48 menit	0.026928
5	15	40	43.694	2 jam 10 menit	0.022886
6	15	60	37.703	1 jam 54 menit	0.026523
7	15	80	35.164	1 jam 45 menit	0.028438
8	15	100	36.452	1 jam 49 menit	0.027433
9	20	40	39.231	1 jam 58 menit	0.025490
10	20	60	41.394	2 jam 4 menit	0.024158
11	20	80	36.579	1 jam 49 menit	0.027338

12	20	100	34.499	1 jam 43 menit	0.028986
13	25	40	38.806	1 jam 53 menit	0.025769
14	25	60	37.048	1 jam 54 menit	0.026992
15	25	80	37.340	1 jam 52 menit	0.026781
16	25	100	37.565	1 jam 53 menit	0.026621

Pada tabel 4.4. dapat diamati bahwa dalam percobaan ke-12 merupakan solusi yang paling optimal dengan syarat nilai yang dimasukkan. Jarak tempuh yang dilalui oleh kurir pada awalnya adalah 44.010 km. Untuk hasil rute paling optimal yang dilakukan oleh sistem terdapat pada percobaan ke-12 dengan total jarak tempuh yang dilalui sebesar 34.499 km dengan perkiraan waktu tempuhnya 1 jam 43 menit dengan nilai *fitness* sebesar 0.028986.

Hasil pengujian dari uji percobaan pertama hingga uji percobaan kedua dapat dikatakan menghasilkan jarak yang optimal dalam mencari rute yang akan ditujui. Perjalanan akan dimulai pada titik awal atau titik depot dan diakhiri dengan kembali ke titik awal. Perjalanan akan dimulai sebagai JNE Amplas Trade Center sebagai titik awal dan titik akhir perjalanan.

4.6. Hasil dan Pembahasan

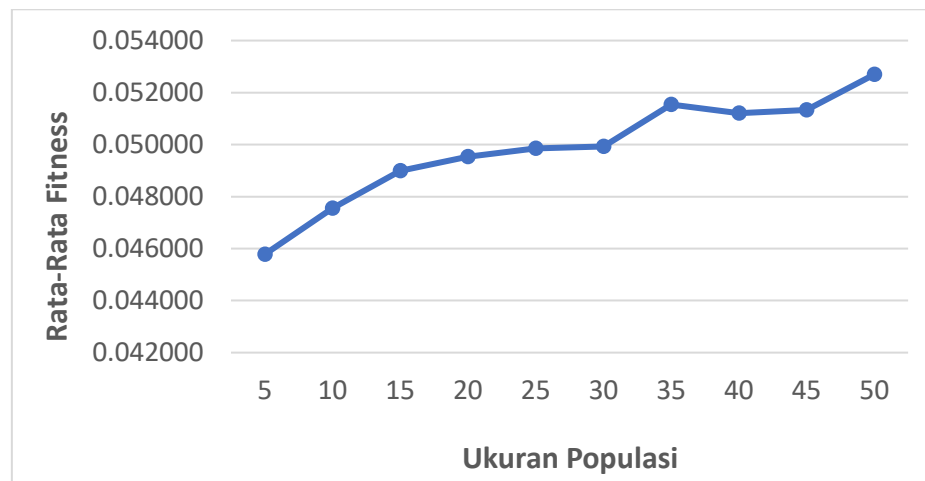
Beberapa pengujian juga dilakukan untuk mencari hasil dan analisis optimasi terbaik dalam mencari rute pengantaran barang. Data yang akan digunakan untuk pengujian kali ini dalam menganalisa algoritma genetika yaitu data 10 alamat pelanggan. Untuk mengevaluasi program, akan dilakukan beberapa pengujian dengan beberapa skenario yaitu :

1. Pengujian dilakukan untuk menetapkan jumlah populasi yang terbaik dalam proses optimasi distribusi barang menggunakan algoritma genetika.
2. Pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi jumlah generasi yang paling terbaik dalam proses algoritma genetika untuk optimalisasi pengiriman barang.

3. Pengujian dilakukan untuk menemukan kombinasi optimal dari Probabilitas *Crossover* (P_c) dengan Probabilitas Mutasi (P_m) dalam proses algoritma genetika untuk optimalisasi distribusi barang.

4.6.1. Hasil dan Analisa Pengujian Pengukuran Populasi

Percobaan ukuran jumlah populasi bertujuan untuk menemukan ukuran jumlah populasi yang terbaik dalam menciptakan solusi terbaik dalam konteks ini. Rentang ukuran populasi yang diuji adalah 5 hingga 50. Uji coba ini dijalankan 10 kali untuk masing-masing ukuran populasi, dengan 50 generasi nilai P_c yaitu 0.8 dan nilai P_m yaitu 0.1. Grafik hasil uji coba dapat diamati dalam Gambar 4.14.

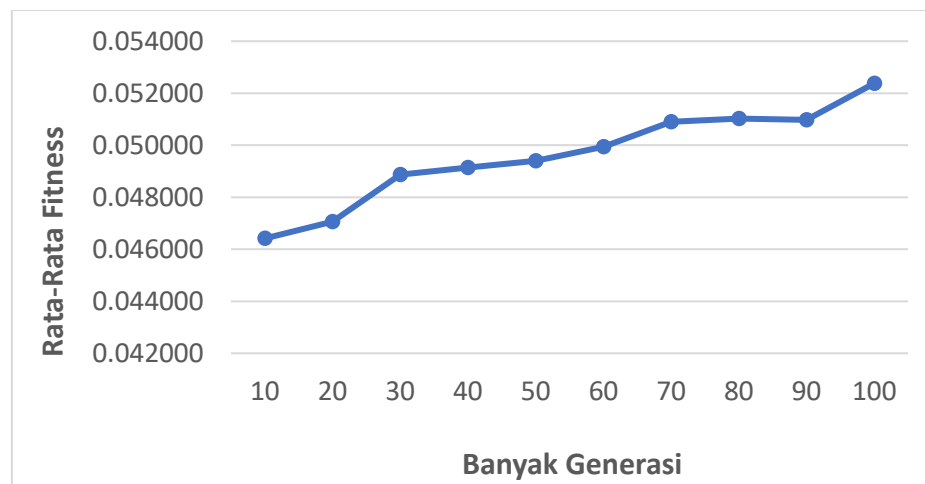


Gambar 4.14. Grafik Uji Coba Jumlah Populasi

Berdasarkan grafik pada gambar 4.14, hasilnya pengujian menunjukkan semakin ukuran jumlah populasinya besar, mengakibatkan rata-rata *fitness* yang diperoleh cenderung semakin meningkat. Dapat dilihat pada grafik pada jumlah populasi 50, rata-rata nilai *fitness* mencapai nilai tertinggi dengan nilai *fitness*nya sebesar 0.052695. Pada jumlah populasi yang semakin meningkat akan mempengaruhi nilai *fitness* yang dihasilkan dan lebih banyak variasi solusi yang dapat dieksplorasi untuk meningkatkan peluang atau mendekati solusi yang optimal. Akan tetapi, semakin banyak banyak ukuran populasinya akan semakin meningkat waktu komputasi yang dibutuhkan dalam mencari solusi yang optimal.

4.6.2. Hasil dan Analisa Pengujian Banyaknya Generasi

Uji coba banyaknya jumlah generasi bertujuan untuk menemukan jumlah besaran generasi optimal yang dapat menghasilkan solusi terbaik dalam konteks ini. Rentang jumlah generasi yang diuji adalah 10 hingga 100. Pengujian ini dilakukan 10 kali setiap jumlah generasi, dengan ukuran populasi tetap 20, nilai P_c yaitu 0.8, dan nilai P_m yaitu 0.1. Grafik hasil uji coba dapat diamati dalam Gambar 4.15.

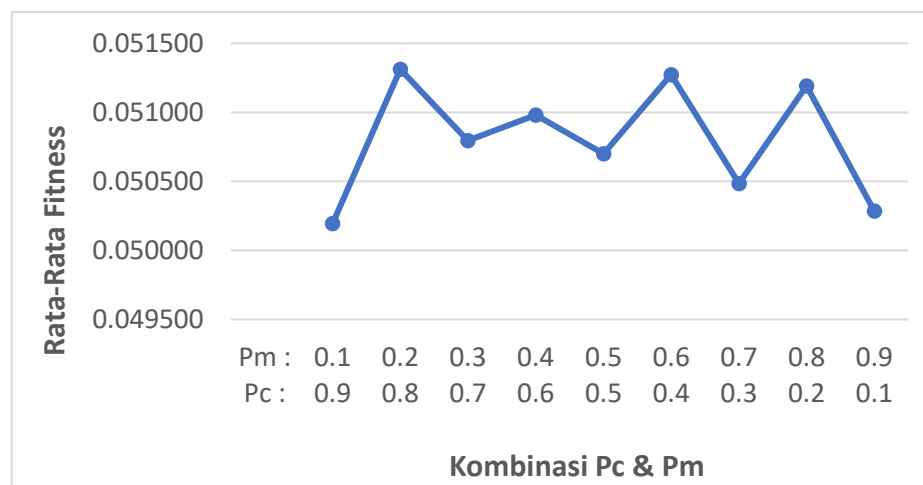


Gambar 4.15. Grafik Uji Coba Banyaknya Generasi

Berdasarkan grafik pada gambar 4.15, generasi sebanyak 100 menghasilkan nilai *fitness* rata-rata tertinggi dengan nilai *fitness*nya sebesar 0.052380. Dalam grafik menunjukkan bahwa semakin banyak generasi, maka akan memberikan solusi yang optimal dan memberikan nilai *fitness* yang semakin tinggi. Dengan semakin banyaknya generasi akan lebih banyak kesempatan untuk mengeksplorasi ruang solusi dan meningkatkan kualitas solusi. Dengan setiap generasi baru, solusi-solusi yang kurang baik dapat di eliminasi, sementara solusi-solusi yang lebih baik atau mendekati solusi yang optimal dapat bertahan. Hal ini dapat meningkatkan konvergensi algoritma ke solusi yang optimal. Namun, sama halnya dengan populasi, dalam mencari hasil yang optimal, dengan semakin banyak generasi yang diberikan, akan semakin banyak waktu komputasi yang dibutuhkan untuk mencari solusi optimal yang diinginkan.

4.6.3. Hasil dan Analisa Pengujian Kombinasi Nilai Probabilitas Crossover dan Probabilitas Mutasi

Percobaan kombinasi nilai probabilitas *crossover* (P_c) dengan probabilitas mutasi (P_m) digunakan untuk menentukan nilai probabilitas yang paling efektif untuk menciptakan solusi paling baik dalam hal ini. Nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang akan dilakukan uji coba yakni 0.1-0.9. Pengujian dijalankan 10 kali pada setiap nilai P_c dan P_m dengan parameter dari ukuran populasi yang akan dipakai sebanyak 20, banyaknya generasi yang pakai sebanyak 50. Grafik hasil uji coba dapat diamati dalam gambar 4.16.



Gambar 4.16. Grafik Uji Coba Nilai Kombinasi P_c dan P_m

Berdasarkan grafik pada gambar 4.16, menunjukkan bahwa kombinasi nilai P_c yaitu 0.8 serta nilai P_m yaitu 0.2 menghasilkan rata-rata nilai *fitness* tertinggi dengan nilai *fitness*nya sebesar 0.051311. Pada grafik tersebut, hasil kombinasi nilai P_c dan P_m menghasilkan nilai rata-rata *fitness* yang beragam karena tidak adanya suatu ketetapan dalam menentukan solusi yang optimal. Permasalahan dalam mencari solusi yang optimal bergantung pada masalah yang ingin diselesaikan.

Secara keseluruhan, algoritma genetika adalah suatu pendekatan yang bisa diterapkan untuk mengatasi masalah pencarian solusi optimal dalam mencari rute distribusi barang pada layanan ekspedisi. Algoritma genetika dapat menavigasi ruang solusi yang kompleks dan menemukan solusi yang efektif. Akan tetapi, hasil data yang diinput dengan menggunakan metode yang sama dan nilai angka yang sama menunjukkan hasil yang berbeda-beda karena algoritma genetika tergolong sebagai

metode dengan generator acak, karena setiap iterasi seleksi akan menciptakan solusi yang berbeda-beda. Dibutuhkan beberapa kali uji coba serta memilih parameter yang tepat untuk mengaplikasikan algoritma genetika agar mendapatkan solusi yang optimal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari implementasi dan uji coba yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil dari analisa penggunaan algoritma genetika yakni:
 - 1) Pada Uji Coba Pertama, jarak tempuh awal yang dilalui sebesar 39.485 km menjadi 35.595 km dengan perkiraan waktu tempuhnya adalah 1 jam 48 menit. Dalam hal ini, terjadi penyusutan jarak tempuh sebesar 3.89 km.
 - 2) Pada Uji Coba Kedua, jarak tempuh awal yang dilalui sebesar 44.010 km menjadi 34.499 km dengan perkiraan waktu tempuhnya adalah 1 jam 43 menit. Dalam hal ini, terjadi penyusutan jarak tempuh sebesar 9.511 km.
 - 3) Pada ukuran jumlah populasi ke 50 mendapatkan nilai rata-rata *fitness* tertinggi karena lebih banyak populasi yang dieksplorasi dan memberikan solusi yang mencapai optimal.
 - 4) Pada ukuran generasi sebanyak 100 menghasilkan nilai rata-rata *fitness* paling baik karena memberikan kesempatan terhadap populasi untuk melakukan proses setiap generasi untuk mencari solusi optimal.
 - 5) Nilai kombinasi antara probabilitas *crossover* (Pc) dengan probabilitas mutasi (Pm) mencapai nilai rata-rata *fitness* paling baik pada nilai Pc yaitu 0.8 dan nilai Pm yaitu 0.2.
2. Setiap upaya pencarian rute menghasilkan variasi hasil yang berbeda, baik dalam jarak maupun waktu tempuh, menunjukkan bahwa algoritma genetika mengandalkan proses random generator atau pembangkit acak.
3. Secara keseluruhan, algoritma genetika dapat mengatasi permasalahan *vehicle routing problem* dan dapat berjalan dengan baik.

5.2 Saran

Dari implementasi dan uji coba yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka penulis menyarankan untuk penelitian yang akan datang yaitu :

1. Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan algoritma genetika untuk menangani masalah *vehicle routing problem* dalam mencari solusi rute yang paling optimal. Penulis menyarankan untuk mempertimbangkan penggunaan algoritma alternatif yang lain karena algoritma genetika dapat menghasilkan solusi yang bervariasi jika menggunakan nilai variabel yang sama, sehingga dapat menghasilkan rute yang tetap dan optimal.
2. Pada saat melakukan penelitian, penulis pada awalnya menggunakan kapasitas kendaraan untuk mempertimbangkan dalam menentukan rute perjalanan, akan tetapi melihat waktu yang terbatas, kapasitas kendaraan tidak bisa dijadikan salah satu kasus dalam penelitian ini sehingga penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya untuk mempertimbangkan kapasitas kendaraan dalam pengiriman barang ke setiap pelanggan.
3. Pada penelitian berikutnya, penulis menyarankan untuk melihat kembali rute yang akan dilalui oleh kurir, karena pada penelitian ini kurir bisa melewati titik selanjutnya yang seharusnya bisa di tujui karena jarak yang dekat, tetapi memilih jarak yang jauh dan dapat kembali ke titik alamat di jalan yang sama.
4. Penelitian berikutnya, penulis mengharapkan dapat menampilkan titik rute kemacetan pada perjalanan kurir sehingga dapat menghasilkan yang lebih optimal.
5. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan *maps* atau peta lain yang berbasis *open source* agar dapat menghindari koneksi internet yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, G. M. (2018). *Algoritma Genetika*.
- Azad, T., Ahsan, M., & Hasin, A. (2019). Capacitated vehicle routing problem using genetic algorithm: a case of cement distribution Capacitated vehicle routing problem using genetic algorithm. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 32(1), 132–146.
- Basriati, S., & Aziza, D. (2017). Penentuan Rute Distribusi pada Multiple Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) Menggunakan Metode Insertion Heuristic (Studi Kasus : Orange Laundry di Kota Pekanbaru). *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 3(1), 37–44.
- Basuki, A. (2003). *ALGORITMA GENETIKA Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*.
- Cahyaningsih, W. K., Sari, R., & Hernawati, K. (2015). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (Cvrp) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat. In *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY* (pp. 1–8).
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*.
- Gonzalez-Feliu, J., & Dottorato, S. DI. (2008). *Models and Methods for the City Logistics: The Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem* [Politecnico di Torino].
- Hidayat, I., Emut, & Waryanto, N. H. (2016). PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) UNTUK DISTRIBUSI SURAT KABAR KEDAULATAN RAKYAT DI KABUPATEN SLEMAN. *Jurnal Kajian Dan Terapan Matematika*, 5(6).
- Isdianto, W., & Linarti, U. (2021). Penentuan Rute Optimal Penyiraman Tanaman Kota Yogyakarta Menggunakan Genetic Algorithm. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(2), 121–132.

- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya* (1st ed.). Graha Ilmu.
- Laporte, G. (1992). The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*, 59(3), 345–358.
- Michalewicz, Z., & Schoenauer, M. (1996). Evolutionary Algorithms for Constrained Parameter Opti-mization Problems. In *Evolutionary Computation* (Vol. 4, Issue 1).
- Mohammed, A. M., Ahmad, M. S., & Mostafa, S. A. (2012). Using genetic algorithm in implementing capacitated vehicle routing problem. In *2012 International Conference on Computer & Information Science (ICCIS)* (Vol. 1, pp. 257–262). IEEE.
- Obitko, M. (1998). Introduction to Genetic Algorithm. *Czech Technical University: Prague, Czech Republic*.
- Ochelska-Mierzejewska, J., Poniszewska-Marańda, A., & Marańda, W. (2021). Selected genetic algorithms for vehicle routing problem solving. *Electronics*, 10(24), 3147.
- Patmawati, H., & Nugroho, Y. A. (2022). OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI MATRAS PADA PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(11), 2745–2756.
- Purnomo, A. (2010). PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC (Studi Kasus di PT TEH BOTOL SOSRO BANDUNG). *Jurnal Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia*, 1(2), 97–117.
- Santoso, P., Buda, A. K., Masroeri, Irawan, M. I., & Dinariyana, A. A. B. (2014). The implementation of Binary Genetic Algorithm (BGA) for optimizing the task of Indonesian navy ship patrols related to the security of Indonesia seas. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 67(1), 247–253.

- Sinaga, R. A. (2019). *Optimalisasi Rute Pengiriman Paket pada Perusahaan Ekspedisi dengan Penerapan Algoritma Genetika*.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Andi.
- Tavares, O. M. I., Susanto, A., Budiman, S., & Maulina, D. (2022). Implementasi Algoritma Genetika Dalam Optimasi Jarak Tempuh Pendistribusian Produk Lokal Provinsi NTT. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 14(1), 25–38.
- Toth, P., Vigo, D. ; N., Khanna, S., Sudan, M. ; L., Arabie, P., Meulman, J. ; D. ;, Le, V. B., Spinrad, J. P., Graph Classes, ; P, Manzi, C., Pennisi, A., Ricca, F., & Simeone, B. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*.
- Yücenur, G. N., & Demirel, N. Ç. (2011). A new geometric shape-based genetic clustering algorithm for the multi-depot vehicle routing problem. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11859–11865.
- Zhang, X., Zhong, S., Liu, Y., & Wang, X. (2014). A Framing Link Based Tabu Search Algorithm for Large-Scale Multidepot Vehicle Routing Problems. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014.

LAMPIRAN 1



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU Medan 20155
Telepon: (061) 8221379
Laman: fasilkom-ti.usu.ac.id

Nomor : 1268 /UN5.2.1.14/PPM/2023 Medan, 05 April 2023
Lampiran : 1 (satu) set
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth.

Manajer JNE AMPLAS TRADE CENTER

Sehubungan dengan Surat Permohonan Izin Penelitian yang diajukan mahasiswa sebagai berikut:

Nama : WID YA ANGGI PRATIWI
NIM : 171402126
Program : S1
Program Studi : Teknologi Informasi
Semester : 12
Alamat Mahasiswa : Jl. Kemuning No. 9
Judul Proposal : CAPACITATED VEHICLE ROUTING
Lokasi Penelitian : JNE AMPLAS TRADE CENTER
Ditujukan Kepada : Manajer JNE AMPLAS TRADE CENTER
Dosen Pembimbing : Dedy Arisandi, S.T., M.Kom.

Maka dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan Izin Penelitian kepada mahasiswa yang tersebut di atas. Penelitian ini diperlukan mahasiswa untuk mengumpulkan data/informasi sebagai bahan untuk menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir.

Demikian hal ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M.Sc.
NIP. 197401272002122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Universitas No. 9A Gedung A, Kampus USU Medan 20155, Telepon: (061) 821007
Laman: <http://Fasilkomti.usu.ac.id>

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI
NOMOR :1929/UN5.2.14.D/SK/SPB/2024
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

- Membaca : Surat Permohonan Mahasiswa Fasilkom-TI USU tanggal 13 Juni 2024 perihal permohonan ujian skripsi:
Nama : WID YA ANGGI PRATIWI
NIM : 171402126
Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
Judul Skripsi : Vehicle Routing Problem Dalam Optimasi Pengiriman Barang Ekspedisi Menggunakan Algoritma Genetika
- Memperhatikan : Bahwa Mahasiswa tersebut telah memenuhi kewajiban untuk ikut dalam pelaksanaan Meja Hijau Skripsi Mahasiswa pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara TA 2023/2024.
- Menimbang : Bahwa permohonan tersebut diatas dapat disetujui dan perlu ditetapkan dengan surat keputusan
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 17 tahun 2010 tentang pengelolaan dan penyelenggara pendidikan.
3. Keputusan Rektor USU Nomor 03/UN5.1.R/SK/SPB/2021 tentang Peraturan Akademik Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.
4. Surat Keputusan Rektor USU Nomor 1876/UN5.1.R/SK/SDM/2021 tentang pengangkatan Dekan Fasilkom-TI USU Periode 2021-2026

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
Pertama : Membentuk dan mengangkat Tim Penguji Skripsi mahasiswa sebagai berikut:
Ketua : Dr. Muhammad Anggia Muchtar ST., MMIT.
NIP: 198001102008011010
Sekretaris : Rosy Nurhasanah S.Kom., M.Kom
NIP: 198707012019032016
Anggota Penguji : Dedy Arisandi ST., M.Kom.
NIP: 197908312009121002
Anggota Penguji : Dr. Erna Budhiarti Nababan M.IT
NIP: 196210262017042001
Moderator : -
Panitera : -
- Kedua : Segala biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan ini dibebankan pada Dana Penerimaan Bukan Pajak (PNPB) Fasilkom-TI USU Tahun 2024.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan diperbaiki sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

- Tembusan :
- 1. Ketua Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
 - 2. Yang bersangkutan
 - 3. Arsip

Medan, 14 Juni 2024
Ditandatangani secara elektronik oleh:
Dekan



Maya Silvi Lydia
NIP 197401272002122001

