

# Optimasi Rute Pengambilan Bantuan Sosial Lazismu Menggunakan Algoritma Genetika Travelling Salesman Problem

*Optimization of Lazismu Social Assistance Distribution Routes Using the Genetic Algorithm for the Traveling Salesman Problem*

**Iskandar Hadiatma\*<sup>1</sup>, Rachmat Wahid Saleh Insani<sup>2</sup>, Asrul Abdullah<sup>3</sup>**

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak*

*E-mail : iskandarhadiatma027@gmail.com\*<sup>1</sup>, rachmat.wahid@unmuhpnk.ac.id<sup>2</sup>, asrul.abdullah@unmuhpnk.ac.id<sup>3</sup>*

*\*Corresponding author*

Received 20 April 2026; Revised 10 May 2026; Accepted 15 May 2026

**Abstrak** - Lembaga Amil Zakat, Infaq, dan Sadaqah Muhammadiyah (Lazismu) di Pontianak Tenggara menghadapi kendala operasional dalam pengambilan donasi dari kotak infaq yang tersebar di berbagai lokasi. Proses penentuan rute yang belum optimal menyebabkan inefisiensi dari segi waktu dan biaya bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menerapkan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* (TSP), guna menemukan rute terpendek untuk mengunjungi seluruh titik donasi. Sistem optimasi ini dibangun dalam bentuk aplikasi berbasis website menggunakan kerangka kerja Laravel untuk proses *backend* dan pustaka LeafletJS untuk visualisasi peta interaktif. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *Waterfall*, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *Black Box Testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Algoritma Genetika berhasil mengoptimalkan rute pengambilan donasi. Pada studi kasus dengan 18 titik lokasi, rute yang dihasilkan sistem adalah 19.79 km, lebih efisien 7.57 km dibandingkan rute manual sebelumnya (27.36 km). Hasil pengujian UAT oleh staf Lazismu mencapai persentase penerimaan 94%, yang menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan sangat bermanfaat, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan operasional.

**Kata kunci** – Algoritma Genetika, Lazismu, Optimasi Rute, *Travelling Salesman Problem*.

**Abstract** - The Amil Zakat, Infaq, and Sadaqah Muhammadiyah Institution (Lazismu) in Southeast Pontianak faces operational challenges in collecting donations from charity boxes spread across various locations. The suboptimal route planning process leads to inefficiencies in terms of time and fuel costs. This research aims to address this issue by applying the Genetic Algorithm to solve the *Travelling Salesman Problem* (TSP), in order to find the shortest route to visit all donation points. This optimization system was developed as a web-based application using the Laravel framework for the backend process and the LeafletJS library for interactive map visualization. The system development method used is the *Waterfall* model, which includes stages of requirements analysis, design, implementation, and testing. The results show that the Genetic Algorithm successfully optimized the donation collection route. In a case study with 18 locations, the system-generated route was 19.79 km, which is 7.57 km more efficient than the previous manual route of (27.36 km). The UAT results from Lazismu staff reached a 94% acceptance rate, indicating that the developed application is highly useful, easy to use, and meets operational needs.

**Keywords** – Genetic Algorithm, Lazismu, Route Optimization, *Travelling Salesman Problem*.

## 1. PENDAHULUAN

Lazismu (Lembaga Amil Zakat, Infaq, dan Sadaqah Muhammadiyah) adalah sebuah lembaga yang didirikan oleh Persyarikatan Muhammadiyah pada tahun 2002. Lazismu mendapatkan pengesahan sebagai lembaga amil zakat nasional melalui SK Menteri Agama No. 457/2002 dan dikukuhkan kembali dengan SK Menteri Agama Republik Indonesia No. 730 Tahun 2016. Sebagai lembaga zakat nasional, Lazismu bertugas menghimpun dan mengelola dana Zakat, Infaq, dan Sadaqah (ZIS), Wakaf (ZISWAF), serta dana kedermwanaan lainnya untuk didistribusikan melalui berbagai program pemberdayaan masyarakat di bidang sosial, pendidikan, ekonomi, kesehatan, dan kemanusiaan [1],[2].

Dalam menjalankan salah satu tugas operasionalnya, yaitu pengumpulan donasi, Lazismu di wilayah Pontianak Tenggara, Kalimantan Barat menghadapi kendala utama terkait sulitnya menentukan urutan kunjungan titik donasi yang efisien untuk pengambilan kotak infaq dari muzakki yang tersebar di berbagai lokasi. Ketidadaan sistem yang mampu menentukan rute perjalanan secara optimal memperparah situasi ini, menyebabkan waktu dan sumber daya (seperti bahan bakar) tidak digunakan secara maksimal [3]. Permasalahan optimasi untuk menemukan urutan rute terpendek yang mengunjungi sejumlah titik lokasi tepat satu kali dan kembali ke titik awal ini dikenal sebagai *Travelling Salesman Problem (TSP)* [4]. TSP merupakan masalah optimasi yang umum ditemukan dalam bidang logistik dan distribusi, termasuk dalam konteks pengelolaan ZIS [5]. Mengingat luasnya wilayah Pontianak Tenggara, Kalimantan Barat serta kemungkinan terbatasnya kapasitas kendaraan, rute pengambilan yang tidak optimal dapat memperlambat pelayanan ZIS dan mengurangi efektivitas distribusi bantuan.

Penelitian terdahulu terkait ekspedisi kurir yang kesulitan menentukan rute pengiriman optimal, menyebabkan pemborosan waktu dan bahan bakar. Implementasi Web GIS berbasis Algoritma Genetika ini terbukti mampu membantu kurir dalam menentukan rute pengiriman yang lebih efisien, mengurangi biaya operasional, serta meningkatkan efektivitas layanan ekspedisi [6]. Dan penelitian selanjutnya optimasi rute perjalanan dalam *Travelling Salesman Problem (TSP)* menggunakan Algoritma Genetika untuk menemukan jalur terpendek dan efisien. Percobaan dilakukan dengan berbagai kombinasi parameter, dan hasilnya menunjukkan bahwa ukuran generasi optimal adalah 2000, dengan probabilitas *crossover* 0.4 dan mutasi 0.6 serta ukuran populasi terbaik 140 individu. Hasilnya, Algoritma Genetika dapat mengoptimalkan rute perjalanan secara efektif, dan penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor *real-time* seperti kepadatan lalu lintas [7].

Algoritma Genetika adalah metode pencarian dan optimasi yang terinspirasi dari proses evolusi biologis seperti seleksi alam, *crossover* (persilangan), dan mutasi. Dalam konteks optimasi rute, algoritma ini bekerja dengan membentuk sekumpulan solusi acak (populasi), menilai setiap solusi berdasarkan fungsi *fitness*, iterasi menghasilkan solusi baru yang lebih baik melalui proses reproduksi [8]. AG mampu menjelajahi berbagai kemungkinan solusi dan menemukan rute paling efisien bahkan pada skala lokasi yang kompleks. Hal ini menjadikan sangat sesuai diterapkan dalam penyelesaian rute bantuan sosial seperti dalam penelitian ini, karena AG fleksibel terhadap banyak variabel dan efektif dalam menghasilkan rute terpendek dalam waktu komputasi yang stabil [9].

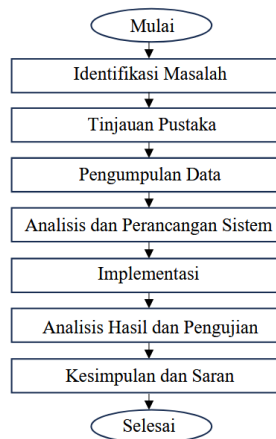
Selain itu, pemilihan Algoritma Genetika dalam penelitian ini juga didasarkan pada kemampuannya dalam mengatasi kompleksitas permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP)* yang bersifat non-deterministik dan memiliki ruang solusi yang sangat besar. Metode konvensional seperti pencarian eksak cenderung membutuhkan waktu komputasi yang sangat tinggi seiring bertambahnya jumlah titik lokasi, sehingga kurang efisien untuk diterapkan pada kondisi nyata dengan banyak titik donasi. Algoritma Genetika mampu memberikan solusi mendekati optimal dalam waktu yang relatif lebih cepat, sehingga lebih praktis digunakan dalam operasional lapangan [10]. Selain itu, fleksibilitas Algoritma Genetika memungkinkan integrasi dengan berbagai faktor tambahan, seperti jarak tempuh, waktu tempuh, maupun kondisi dinamis

lainnya, sehingga hasil rute yang dihasilkan menjadi lebih adaptif terhadap kondisi nyata di lapangan [9]. Dengan demikian, penggunaan Algoritma Genetika tidak hanya memberikan efisiensi dari sisi perhitungan, tetapi juga meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam penentuan rute distribusi ZIS.

Dari permasalahan yang ada, penulis berharap bahwa penerapan Algoritma Genetika sebagai alternatif solusi untuk mengoptimalkan rute perjalanan distribusi Zakat, Infaq, dan Sadaqah (ZIS) dapat mengurangi waktu tempuh dan biaya transportasi, meningkatkan layanan yang lebih cepat dan tepat sasaran kepada masyarakat di wilayah Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, yang pada akhirnya akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap Lazismu dan berdampak positif bagi efektivitas operasionalnya.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk mempermudah alur dari penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir

Tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut:

### 2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan utama yang dihadapi oleh Lazismu di wilayah Pontianak Tenggara, yaitu sulitnya menentukan urutan kunjungan yang efisien untuk pengambilan kotak infaq. Permasalahan ini kemudian dirumuskan sebagai kasus optimasi pencarian rute terpendek yang dikenal sebagai *Travelling Salesman Problem* (TSP). Berdasarkan studi awal, Algoritma Genetika dipilih sebagai metode yang diusulkan untuk menyelesaikan masalah optimasi ini.

### 2.2. Tinjauan Pustaka

Pada tahap ini, dilakukan studi literatur dengan mencari dan mengkaji berbagai sumber referensi yang relevan, seperti jurnal ilmiah, artikel, dan penelitian sebelumnya. Fokus tinjauan Pustaka adalah pada penelitian terkait penerapan Algoritma Genetika, penyelesaian *Travelling Salesman Problem*, serta sistem optimasi rute lainnya, terutama dalam konteks logistik atau lembaga sosial.

### 2.3. Pengumpulan Data

Tahapan ini melibatkan pengumpulan data primer yang dibutuhkan untuk proses optimasi. Data utama yang digunakan adalah data lokasi pengambilan kotak infaq yang diperoleh langsung dari Lazismu Kota Pontianak untuk tahun 2024. Data ini mencakup 18 titik lokasi kotak infaq yang tersebar di wilayah Pontianak Tenggara, beserta informasi koordinat geografis untuk setiap titiknya.

#### 2.4. Analisis dan Perancangan Sistem

Setelah kebutuhan sistem dianalisis, tahap selanjutnya adalah perancangan sistem. Tahap ini bertujuan untuk merancang cetak biru atau arsitektur teknis dari aplikasi yang akan dibangun sebelum masuk ke tahap implementasi.

##### a. Analisis Sistem

Tahap analisis sistem dilakukan untuk memahami masalah secara mendalam dan mendefinisikan kebutuhan sistem. Proses ini dimulai dengan menganalisis masalah operasional di Lazismu, yaitu rute pengambilan bantuan yang tidak efisien. Berdasarkan temuan tersebut, ditentukan kebutuhan fungsional sistem (seperti fitur kelola data, proses optimasi, dan visualisasi peta) dan kebutuhan non-fungsional (seperti kinerja dan kemudahan penggunaan) sebagai landasan untuk tahap perancangan.

##### b. Arsitektur Sistem

Sistem ini dirancang dengan arsitektur *Model-View-Controller* (MVS) menggunakan *framework* Laravel. Dalam arsitektur ini, basis data MySQL berperan sebagai model yang menyimpan data lokasi, logika *backend* dengan Algoritma Genetika bertindak sebagai *Controller* yang memproses optimasi rute, dan antarmuka pengguna dengan peta LeafletJS menjadi *View* yang menampilkan hasil akhir kepada pengguna.

##### c. Use Case Diagram

*Use Case Diagram* dirancang untuk mendeskripsikan interaksi antara pengguna, dalam hal ini adalah Admin/Staf Lazismu, dengan fungsionalitas-fungsionalitas utama pada sistem.

##### d. Activity Diagram

*Activity Diagram* dirancang untuk menggambarkan alur kerja dari setiap *use case* atau proses utama dalam sistem. Selain itu, diagram ini juga memodelkan alur proses menambah, mengubah, dan menghapus data lokasi kotak infaq.

##### e. Class Diagram

*Class Diagram* dirancang untuk mendefinisikan struktur kelas, atribut, metode, dan relasi antar kelas yang digunakan dalam pengembangan *backend* sistem ini menggunakan *framework* Laravel dengan pendekatan *Eloquent ORM*. Diagram ini akan memodelkan kelas-kelas utama seperti *Model User*, Tabung (lokasi), dan Dana, beserta atribut-atributnya seperti *username*, alamat, *latitude*, *longitude*, dan jumlah uang.

##### f. Perancangan Basis Data

Perancangan basis data dilakukan untuk merancang struktur tabel, relasi antar tabel, tipe data, dan constraint seperti *primary key* dan *foreign key*. Rancangan ini dibutuhkan untuk menyimpan data pengguna (Staf Lazismu), data lokasi kotak infaq, dan data dana yang terkumpul, serta data lain yang relevan dalam sistem manajemen basis data MySQL.

##### g. Perancangan Antarmuka

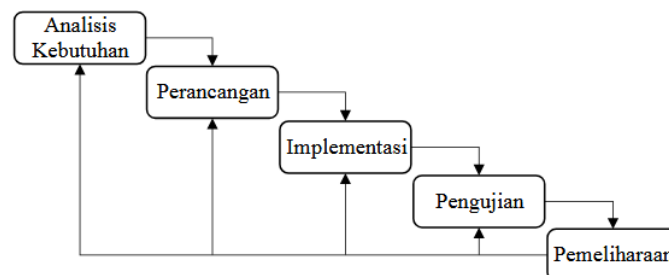
Perancangan antarmuka dilakukan untuk merancang tata letak, elemen visual, dan pengalaman pengguna (*User Experience*) untuk antarmuka web aplikasi. Perancangan ini mencakup halaman-halaman utama seperti Halaman *Dashboard*, Halaman Kelola Data sebagai formulir input, Halaman Optimasi Rute untuk memasukkan parameter, dan terutama Halaman Hasil Optimasi yang menampilkan peta interaktif, agar sistem yang dibangun mudah digunakan dan informatif bagi staf Lazismu.

##### h. Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini mengadopsi model pengembangan perangkat lunak *Waterfall* sebagai metodologi untuk merancang dan membangun sistem optimasi rute pengambilan bantuan sosial Lazismu. Model *Waterfall* dipilih karena pendekatannya yang linear dan sekuensial sangat sesuai dengan karakteristik proyek penelitian ini.

Tahapan-tahapan model *Waterfall* yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Analisis Kebutuhan  
Tahapan awal ini berfokus pada pengumpulan dan analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem secara menyeluruh. Analisis ini melihat studi literatur dan wawancara untuk memahami masalah dan merumuskan batasan serta tujuan dari sistem yang dibangun.
2. Perancangan  
Setelah kebutuhan teridentifikasi, tahapan ini menerjemahkan ke dalam desain arsitektur sistem, struktur basis data antarmuka pengguna, dan perancangan proses bisnis menggunakan diagram UML (*Use Case*, *Activity Diagram*, *Class Diagram*).
3. Implementasi  
Pada tahap ini, desain yang telah dibuat diterjemahkan menjadi kode program yang fungsional. Ini melibatkan pengembangan *backend* dengan Laravel, *frontend* dengan HTML/CSS/JavaScript (Leaflet.js), serta implementasi Algoritma Genetika untuk menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* (TSP) [11].
4. Pengujian  
Setelah implementasi, sistem diuji secara menyeluruh untuk memastikan semua fungsionalitas berjalan sesuai harapan dan bebas dari kesalahan. Metode pengujian yang digunakan adalah *Black Box Testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT).
5. Pemeliharaan  
Tahap ini melibatkan dukungan perawatan sistem setelah peluncuran. Pemeliharaan meliputi penambahan fitur baru, perbaikan *bug*, dan pembaharuan sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna [12].

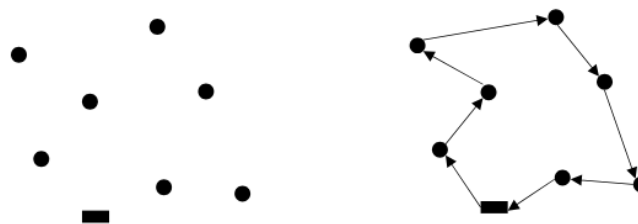


Gambar 2. Metode Pengembangan *Waterfall*

### 2.5. Implementasi

Tahapan ini menjelaskan tentang bagaimana implementasi Algoritma Genetika dan *Travelling Salesman Problem* (TSP) menjadi sebuah sistem yang padu serta baik dalam merancang sebuah rute terpendek dari kasus optimasi pengambilan bantuan sosial Lazismu.

Namun jika didapatkan data yang tidak sesuai akan di analisis ulang dari data lokasi kotak infaq agar mendapatkan hasil nilai rute terpendek yang lebih memuaskan dan diinginkan.



Gambar 3. Sebelum dan sesudah operasi TSP

a. Inisialisasi Populasi

Pada tahap inisialisasi populasi, sejumlah individu atau kromosom dibangkitkan secara acak sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan oleh pengguna. Setiap kromosom, yang berisi *gen-gen* yang telah diacak, akan diulang menggunakan suatu fungsi hingga membentuk populasi awal. Populasi ini merepresentasikan kumpulan solusi potensial yang akan dievaluasi lebih lanjut dalam iterasi-iterasi berikutnya [13].

b. Evaluasi Fungsi *Fitness*

Dalam penelitian ini, setiap individu atau kromosom dievaluasi performanya melalui fungsi *fitness* yang mengukur kualitas solusi sebagai kebalikan dari total jarak rute, di mana proses evaluasi iterasi ini akan terus berjalan hingga tercapai kondisi optimal yang ditandai dengan tidak adanya perubahan pada nilai *fitness* terbaik selama 20 generasi berturut-turut dan telah terseleksi kromosom dengan nilai *fitness* terkecil yang merepresentasikan rute terpendek, pada titik mana perulangan Algoritma Genetika akan dihentikan [13].

c. Kalkulasi *Fitness*

Setelah evaluasi fungsi *fitness* dilakukan tahap berikutnya mengkalkulasikan nilai *fitness* untuk semua kromosom dalam populasi.

Proses Kalkulasi *Fitness*:

- Iterasi pada seluruh populasi, setiap kromosom dalam populasi dievaluasi satu persatu.
- Menggunakan Data Jarak, data jarak antar lokasi diperoleh melalui Leaflet.JS. Kalkulasi dilakukan dengan menjumlahkan jarak antar lokasi berturut-turut sesuai urutan dalam kromosom.
- Normalisasi *Fitness*, nilai *fitness* dinormalisasi jika diperlukan, terutama jika terdapat perbedaan skala yang signifikan pada jarak.
- Hasil Akhir, simpan nilai *fitness* masing-masing kromosom dalam sebuah tabel untuk digunakan dalam proses seleksi

d. Seleksi Reproduksi

Proses seleksi reproduksi menentukan individu-individu yang akan menjadi orang tua (*parents*) dalam generasi berikutnya.

Metode Seleksi:

- *Roulette Wheel Selection*:  
Setiap individu diberi peluang seleksi berdasarkan nilai *fitness*-nya.

$$\text{Probabilitas seleksi } P_i \text{ dihitung sebagai: } P_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (1)$$

Dimana :

- $P_i$  = probabilitas terpilih individu ke- $i$ .
- $F_i$  = nilai *fitness* individu ke- $i$
- $n$  = jumlah populasi
- *Tournament Selection*:  
Sekelompok individu dipilih secara acak dari populasi. Individu terbaik dalam kelompok tersebut dipilih sebagai orang tua.
- *Eltisme*:  
Individu dengan *fitness* terbaik langsung dipertahankan ke generasi berikutnya tanpa perubahan.

e. Mutasi

Mutasi bertujuan memperkenalkan variasi genetik baru untuk mencegah stagnasi algoritma.

Proses Mutasi:

- *Pilih Kromosom*:  
Kromosom yang akan dimutasi dipilih berdasarkan probabilitas mutasi( $p_m$ ), misalnya 5-10%.

- Pilih *gen* dalam Kromosom:  
*Gen* dalam kromosom yang akan dimodifikasi dipilih secara acak.
  - Lakukan Mutasi:  
Mutasi dapat dilakukan dengan:  
*Swap Mutation*: Menukar dua lokasi secara acak dalam kromosom.  
*Insert Mutation*: Memindahkan satu lokasi ke posisi lain dalam kromosom.
  - Evaluasi Ulang *Fitness*:  
Setelah mutasi, kromosom yang dihasilkan dievaluasi kembali nilai *Fitness*nya
- f. Identifikasi individu terbaik  
Individu terbaik dalam populasi dipilih berdasarkan nilai *fitness* tertinggi. Langkah-langkah:
- Bandingkan *Fitness*  
Evaluasi semua kromosom dalam populasi untuk menemukan nilai *fitness* tertinggi.
  - Catat Individu Terbaik  
Simpan kromosom terbaik beserta nilai *fitness*nya untuk keperluan analisis dan pengambilan keputusan.
  - Pelestarian (*Elitisme*)  
Pastikan individu terbaik tidak hilang dalam proses generasi berikutnya dengan mempertahankan individu tersebut.
- g. Kriteria berhenti  
Iterasi berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut sampai 20 didapatkan nilai *fitness* paling rendah yang tidak berubah. Sehingga apabila perhitungan dilanjutkan hingga ke generasi ke-N maka diyakinkan bahwa nilai *fitness* yang terendah tetap tidak akan berubah [14].

#### 2.6. Analisis Hasil dan Pengujian

Setelah sistem selesai dibangun, dilakukan tahap analisis hasil dan pengujian untuk mengevaluasi fungsionalitas dan performa aplikasi. Pengujian dilakukan dengan metode *Black Box Testing* dan *User Acceptance Testing (UAT)*. Selain itu, dilakukan analisis hasil untuk mengevaluasi efisiensi rute yang dihasilkan oleh Algoritma Genetika dengan membandingkannya dengan rute manual atau sebelum optimasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil dan Perancangan Sistem

Berikut ini merupakan hasil dari perancangan website Optimasi AG Lazismu Kalimantan Barat:

##### a. Halaman Beranda



Gambar 4. Halaman Beranda

Halaman ini menampilkan publikasi yang menyambut pengguna dengan informasi mengenai Lazismu serta menjadi gerbang awal bagi staf untuk masuk ke dalam sistem.

##### b. Halaman *Login*



Gambar 5. Halaman *Login*

Halaman ini berfungsi sebagai gerbang autentikasi di mana pengguna (staf Lazizmu) harus memasukkan *username* dan *password* yang terdaftar untuk dapat mengakses fitur-fitur internal sistem.

c. Halaman *Dashboard*



Gambar 6. Halaman *Dashboard*

Setelah berhasil *login*, pengguna akan diarahkan ke Halaman *Dashboard* yang menjadi pusat informasi dan navigasi. Halaman ini menampilkan ringkasan data penting seperti jumlah total lokasi, serta menyediakan tombol navigasi cepat ke fitur-fitur utama.

d. Halaman *Peta*



Gambar 7. Halaman *Peta*

Halaman *Peta* berfungsi sebagai antarmuka navigasi interaktif. Halaman ini menampilkan rute perjalanan di atas peta digital, lengkap dengan penanda (*marker*) untuk setiap lokasi, informasi tujuan, dan tombol untuk melanjutkan ke titik berikutnya.

e. Halaman *Optimasi Rute*



Gambar 8. Halaman *Optimasi Rute*

Halaman ini merupakan halaman untuk memulai proses optimasi. Halaman ini menyediakan informasi mengenai proses yang akan berjalan dan sebuah tombol untuk memulai perhitungan rute optimal secara langsung.

f. Halaman Hasil Optimasi



Gambar 9. Halaman Hasil Optimasi

Halaman ini menampilkan hasil akhir dari proses optimasi. Disajikan perbedaan visual antara rute sebelum dan sesudah optimasi melalui dua peta berdampingan, lengkap dengan rincian urutan kunjungan dan perbandingan total jarak tempuh serta menampilkan tombol “Gunakan Rute Optimal Ini” untuk menampilkan rute perjalanan.

3.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan pengujian *Black Box Testing* dan Pengujian *User Acceptance Testing* (UAT).

a. *Black Box Testing*

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk memverifikasi setiap fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna, tanpa perlu mengetahui struktur kode internalnya. Pengujian ini berfokus pada *Validasi* input dan output untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Skenario pengujian mencakup fungsi-fungsi krusial mulai dari autentikasi pengguna, pengelolaan data lokasi, hingga eksekusi fitur inti optimasi rute.

Tabel 1. Pengujian *Black Box Testing*

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Hasil
1.	Login pengguna dengan <i>username</i> dan <i>password</i> yang <i>Valid</i>	Sistem berhasil melakukan autentikasi dan mengarahkan ke halaman <i>Dashboard</i>	Sistem mengarahkan ke halaman <i>Dashboard</i>	<i>Valid</i>
2.	Login pengguna dengan <i>username</i> atau <i>password</i> yang salah	Sistem menampilkan pesan <i>error</i> dan tetap di halaman <i>login</i>	Sistem menampilkan pesan “ <i>Username</i> atau <i>Password</i> salah”	<i>Valid</i>
3.	Menambahkan data lokasi baru dengan semua file terisi benar	Data lokasi baru berhasil disimpan ke basis data dan tampil di tabel	Data berhasil ditambahkan dan muncul pada tabel	<i>Valid</i>
4.	Mengubah data lokasi yang dipilih	Data lokasi terhapus dari basis data dan diganti dari tabel	Data berhasil di edit	<i>Valid</i>
5.	Menghapus data lokasi yang dipilih	Data lokasi terhapus dari basis data dan hilang dari tabel	Data berhasil dihapus	<i>Valid</i>
6.	Menjalankan Optimasi Rute dengan parameter yang <i>Valid</i>	Sistem memproses dan menampilkan halaman hasil optimasi beserta peta rute	Sistem berhasil menampilkan rute optimasi pada peta dan detail perhitungannya.	<i>Valid</i>
7.	Fungsi <i>Logout</i>	Sistem mengakhiri sesi pengguna dan kembali ke halaman <i>login</i>	Sistem berhasil <i>logout</i> dan kembali ke halaman <i>login</i>	<i>Valid</i>

Berdasarkan pada Tabel 1. Pengujian *Black Box Testing* seluruh skenario pengujian fungsional memberikan hasil yang *Valid*. Hal ini menunjukkan bahwa semua fitur utama sistem mulai dari autentikasi CRUD data hingga proses optimasi telah berjalan sesuai dengan spesifikasi fungsional yang dirancang. Dengan demikian, sistem dinyatakan lulus tahap pengujian *Black Box*.

b. *User Acceptance Testing*

Pengujian penerimaan pengguna (*User Acceptance Testing*) dilakukan untuk mengukur secara langsung Tingkat kepuasan, kemudahan penggunaan, dan penerimaan sistem oleh pengguna akhir. Pengujian ini melibatkan 2 orang responden yang merupakan staf inti dari divisi pengambilan kotak infaq Lazismu. Metode yang digunakan adalah penyebaran kuesioner digital melalui Google Forms yang berisi 10 pertanyaan. Pengukuran respons menggunakan Skala Likert dengan rentang skor dari 1 (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju).

Tabel 2. *User Acceptance Testing*

No	Pertanyaan	R1	R2	Skor
1.	Aplikasi mudah digunakan tanpa perlu pelatihan khusus	5	4	9
2.	Tampilan antarmuka sistem mudah dipahami	5	5	10
3.	Sistem dapat menampilkan rute pengambilan kotak infaq secara jelas di peta	5	5	10
4.	Hasil optimasi rute membantu menghemat waktu dan bahan bakar	5	4	9
5.	Proses input dan edit data lokasi mudah dilakukan	5	4	9
6.	Waktu yang dibutuhkan untuk menghitung rute tergolong cepat	5	5	10
7.	Sistem tidak sering mengalami kesalahan/error	5	5	10
8.	Fitur-fitur sistem sudah sesuai dengan kebutuhan	5	4	9
9.	Saya puas menggunakan sistem ini	5	4	9
10.	Saya merekomendasikan sistem ini untuk digunakan secara luas di Lazismu	5	4	9
Jumlah		50	44	94

Berdasarkan tabel 2. Presentase dihitung dengan membandingkan total skor yang diperoleh dengan skor ideal

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Jumlah skor total}}{\text{Nilai tertinggi}} \times 100\% \\
 \text{Persentase} &= \frac{94}{100} \times 100\% = 94\% \tag{2}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai persentase penerimaan pengguna sebesar 94%. Mengacu pada Tabel 2.2 Kriteria Persentase Usability, nilai ini masuk dalam kategori “Sangat (Baik, Setuju, Suka)”.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan implementasi dan pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Penerapan Algoritma Genetika dalam menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* (TSP) untuk optimasi rute pengambilan bantuan sosial Lazismu berhasil melalui tahap terstruktur, mulai dari representasi rute sebagai kromosom, pembentukan populasi awal secara acak, evaluasi menggunakan fungsi *fitness* berdasarkan total jarak, hingga evolusi melalui seleksi, *crossover*, dan mutasi untuk menghasilkan rute optimal. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web berbasis Laravel dengan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) dan menggunakan pustaka Leaflet.JS untuk visualisasi peta interaktif, serta dilengkapi fitur manajemen data lokasi dan input parameter algoritma. Evaluasi menunjukkan peningkatan efisiensi signifikan, dimana rute hasil optimasi memiliki total jarak 19,79 Km dibandingkan 27,36 Km pada rute manual, menghemat 7,57 Km. Selain itu, hasil pengujian *Black Box* memastikan seluruh fitur berjalan *Valid*, dan *User*

Acceptance Testing (UAT) menunjukkan tingkat penerimaan sebesar 94% dari staf Lazismu, yang masuk kategori “Sangat Baik/setuju”, membuktikan bahwa aplikasi ini efektif dan bermanfaat bagi pengguna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Murtiningrum and C. Kuntadi, “Analisis Pengembangan Distribusi Zakat Dan Kriteria Mustahik Di Lazismu Bekasi,” *J. Multidisiplin Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 726–731, 2022, doi: 10.58344/jmi.v1i2.66.
- [2] “MANAJEMEN STRATEGI LAZISMU KABUPATEN PEKALONGAN DALAM MENGELOLA PROGRAM RENDANGMU.”
- [3] J. Ilmiah and E. Islam, “Efektivitas Dana Zis Dalam Pemberdayaan Mustahik Melalui Program Master Di Lazismu Kalimantan Barat,” vol. 8, no. 01, pp. 928–933, 2022.
- [4] ) Rizki, R. Pratama, ) Rintho, R. Rerung, and A. Erfina, “PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA,” *J. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2020.
- [5] A. I. Pratiwi *et al.*, “Penentuan Rute Terbaik Pendistribusian Produk Wafer dengan Metode Algoritma Genetika (Studi Kasus di Perusahaan Jasa Pergudangan Produk Wafer Karawang),” *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 10, no. 2, p. 157, 2023, doi: 10.24853/jisi.10.2.157-164.
- [6] G. Muhamad Adzaky, O. Traveling Salesman Problem, and R. Wahid Saleh Insani, “OPTIMASI TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP) MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DAN GOOGLE MAPS API UNTUK KURIR EKSPEDISI PADA J&T PARIS 2 BERBASIS WEB GIS,” *Inser. Inf. Syst. Emerg. Technol. J.*, vol. 4, no. 2, p. 119, 2023.
- [7] Yusril Adil Hidayat, M. A. Arendra, and Yesy Diah Rosita, “Optimasi Rute Pengiriman Buah Kelapa Di Pasar Tradisional Kabupaten Mojokerto Menggunakan Algoritma Genetika,” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 5, no. 2, pp. 289–293, 2023, doi: 10.51401/jinteks.v5i2.2494.
- [8] A. Isai and A. Nugroho, “Pencarian Rute Terpendek menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus : Pengoptimalan Mobilitas Kota Salatiga Terhadap Kota-Kota Tetangga),” *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 5, no. 1, pp. 681–692, 2024, doi: 10.35870/jimik.v5i1.538.
- [9] H. Puja Kekal, W. Gata, S. Nurdiani, A. J. Setio Rini, and D. Sely Wita, “Analisa Pencarian Rute Tercepat Menuju Tempat Wisata Pulau Kumala Kota Tenggara Menggunakan Algoritma Greedy,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 9–15, 2021, doi: 10.35329/jiik.v7i1.179.
- [10] D. Kusuma Pitaloka and R. Koesdijarto, “IMPLEMENTASI TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) DENGAN ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN PETA LEAFLET (Studi Kasus PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya),” 2022.
- [11] A. Hidayat and H. Santoso, “Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2024 Yogyakarta,” 2024.
- [12] T. Nur Ridwan, A. Sunoto, and Hendrawan, “Perancangan Sistem Informasi Pengarsipan Surat Masuk dan Surat Keluar pada Badan SAR Nasional Jambi,” *J. Manaj. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 89–98, 2022, doi: 10.33998/jms.2022.2.1.42.
- [13] D. E. Sihombing and F. Ahyaningsih, “Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Algoritma Genetika Pada PT. Mual Natio Maju Bersama,” *J. Ris. Rumpun Ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [14] T. Tawanda, P. Nyamugure, S. Kumar, and E. Munapo, “A Labelling Method for the Travelling Salesman Problem,” *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 11, Jun. 2023, doi: 10.3390/app13116417.