

# Optimization of the Shortest Route to Tourist Attractions in Tangerang Regency Using Genetic Algorithm with the Traveling Salesman Problem Approach

*(Optimasi Rute Terpendek pada Objek Wisata di Kabupaten Tangerang Menggunakan Algoritma Genetika dengan Pendekatan Travelling Salesman Problem)*

**Ramadhani\*, Ramadhanu, Fahmi Fiddin**

Universitas Islam Syeck Yusuf, Kota Tangerang, Banten, 15118, Indonesia

\* Corresponding author.

E-mail: ramadhanigb19@gmail.com (Ramadhani)

Received: March 24, 2025; Revised: May 2, 2025; Accepted: May 2, 2025

## ABSTRACT

Tangerang Regency has numerous tourist destinations spread across various locations. However, tourists often face difficulties in determining an efficient travel route due to traffic congestion and irregular distances between sites. This issue leads to suboptimal travel time and reduces the overall comfort of the tourism experience. This study aims to optimize tourism travel routes in Tangerang Regency using a genetic algorithm approach based on the Travelling Salesman Problem (TSP). Data were collected from 17 tourist attractions, including their geographical coordinates, and processed through several genetic algorithm stages: population initialization, selection, crossover, and mutation. The results show that the genetic algorithm successfully produced an optimal route with a total distance of 109.77 km and the best fitness value of 0.009110. Compared to the initial distance before optimization, which was 215.80 km, this result indicates a travel distance efficiency improvement of 49.15%. These findings suggest that the genetic algorithm approach provides an effective solution for tourism route planning. The results are expected to serve as a basis for developing tourism promotion strategies and improving infrastructure in Tangerang Regency.

**Keywords:** *genetic algorithm; route efficiency; tourist travel; travelling salesman problem.*

## ABSTRAK

Kabupaten Tangerang memiliki banyak destinasi wisata yang tersebar di berbagai lokasi, namun wisatawan sering menghadapi kendala dalam menentukan rute perjalanan yang efisien akibat kepadatan lalu lintas dan jarak antar tempat yang tidak beraturan. Permasalahan ini menyebabkan waktu tempuh yang tidak optimal dan menurunkan kenyamanan selama perjalanan wisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute perjalanan wisata di Kabupaten Tangerang menggunakan algoritma genetika dengan pendekatan Travelling Salesman Problem (TSP). Data diperoleh dari 17 objek wisata beserta koordinat geografisnya, yang kemudian diproses melalui tahapan algoritma genetika: inialisasi populasi, seleksi, crossover, dan mutasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu menghasilkan rute optimal dengan total jarak 109,77 km dan nilai fitness terbaik sebesar 0,009110. Jika dibandingkan dengan jarak awal sebelum optimasi, yaitu 215,80 km, hasil ini menunjukkan peningkatan efisiensi jarak perjalanan sebesar 49,15%. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan algoritma genetika dapat memberikan solusi yang efisien untuk perencanaan rute wisata. Hasil ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan strategi promosi pariwisata dan peningkatan infrastruktur di Kabupaten Tangerang.

**Kata kunci:** *algoritma genetika; efisiensi rute; perjalanan wisata; travelling salesman problem.*



## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Tangerang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Banten yang memiliki beragam objek wisata, mulai dari wisata alam, budaya, hingga modern [1]. Kabupaten Tangerang memiliki keragaman geografis dan budaya yang cukup tinggi. Terdiri dari 29 kecamatan, 28 kelurahan, dan lebih dari 246 desa, wilayah ini menawarkan beragam destinasi wisata menarik. Jumlah desa yang cukup banyak ini mengindikasikan potensi besar dalam pengembangan wisata berbasis komunitas, di mana setiap desa memiliki kekhasan dan daya tarik tersendiri.

Selain kompleksitas geografis dan jumlah destinasi yang banyak, wisatawan di Kabupaten Tangerang juga sering kali dihadapkan pada tantangan lain, yaitu lalu lintas yang padat, terutama akibat pelanggaran jam operasional kendaraan besar. Keberadaan truk yang melintas di luar jam yang ditentukan sering kali menyebabkan kemacetan parah [2], memperlambat perjalanan wisatawan dan mengurangi kenyamanan mereka selama berwisata.

Namun, dengan banyaknya destinasi wisata yang tersebar di 17 titik berbagai lokasi, wisatawan sering kali menghadapi kesulitan dalam menentukan rute perjalanan yang optimal [3], [4]. Masalah utama yang dihadapi adalah bagaimana mengunjungi beberapa tempat wisata dengan efisien, baik dari segi waktu maupun biaya, tanpa harus berulang kali melewati jalur yang sama.

Permasalahan ini dapat dianalogikan sebagai TSP, sebuah permasalahan klasik dalam optimasi, di mana seseorang harus menentukan rute terpendek untuk mengunjungi sejumlah kota dan kembali ke kota asal [5], [6]. Dalam konteks wisata, solusi optimal dapat memberikan pengalaman perjalanan yang lebih nyaman dan efisien bagi wisatawan [7]–[9].

Sebagai salah satu solusi, algoritma genetika (*Genetic Algorithm*) dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan TSP pada pencarian rute terpendek. Algoritma ini dipilih karena fleksibilitasnya dalam menangani ruang pencarian yang luas dan kompleks, serta kemampuannya untuk menghindari perangkap solusi lokal dibandingkan metode seperti algoritma greedy atau *dynamic programming* [10],[11]. Algoritma genetika merupakan metode optimasi yang terinspirasi oleh mekanisme evolusi biologis, seperti seleksi, *crossover*, dan mutasi, sehingga mampu menemukan solusi yang mendekati optimal secara efisien meskipun pada permasalahan yang kompleks [12].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pencarian rute terpendek pada objek wisata di Kabupaten Tangerang menggunakan algoritma genetika dengan pendekatan TSP. Objek wisata yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai destinasi populer, seperti Pulau Cangkir, Telaga Biru Cisoka, Pantai Tanjung Pasir, Aloha Pasir Putih PIK 2, Pantai Tanjung Kait, Wisata Mangrove Ketapang, Pantai Anom, Wisata Air Kencana Tirta Eleven, Citra Raya World Of Wonders Theme Park, Taman Bambu (Bamboo Park), Puri Jaya Batavia Splash Water Adventure, Amsterdam Water Park, Fun Park Water Boom Permata, Funpark Rajeg Waterpark, Ketapang Urban Aquaculture, Pantai Muara Kecil, dan Hutan Jati Raya Sindang Asih. Beragam destinasi ini dipilih untuk mencerminkan keragaman wisata alam, modern, dan budaya yang ada di Kabupaten Tangerang.

Selain memberikan manfaat langsung bagi wisatawan dalam merencanakan perjalanan, hasil penelitian ini juga dapat digunakan oleh pihak pengelola pariwisata untuk merancang strategi promosi yang lebih efektif dan oleh pemerintah daerah untuk meningkatkan infrastruktur pariwisata yang mendukung. Fokus penelitian ini adalah pada optimasi rute perjalanan antar objek wisata berdasarkan jarak terpendek, sehingga diharapkan dapat memberikan rekomendasi rute yang lebih efektif bagi wisatawan maupun pihak pengelola pariwisata. Dengan adanya solusi ini, diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan wisatawan dan mendukung perkembangan sektor pariwisata di Kabupaten Tangerang.

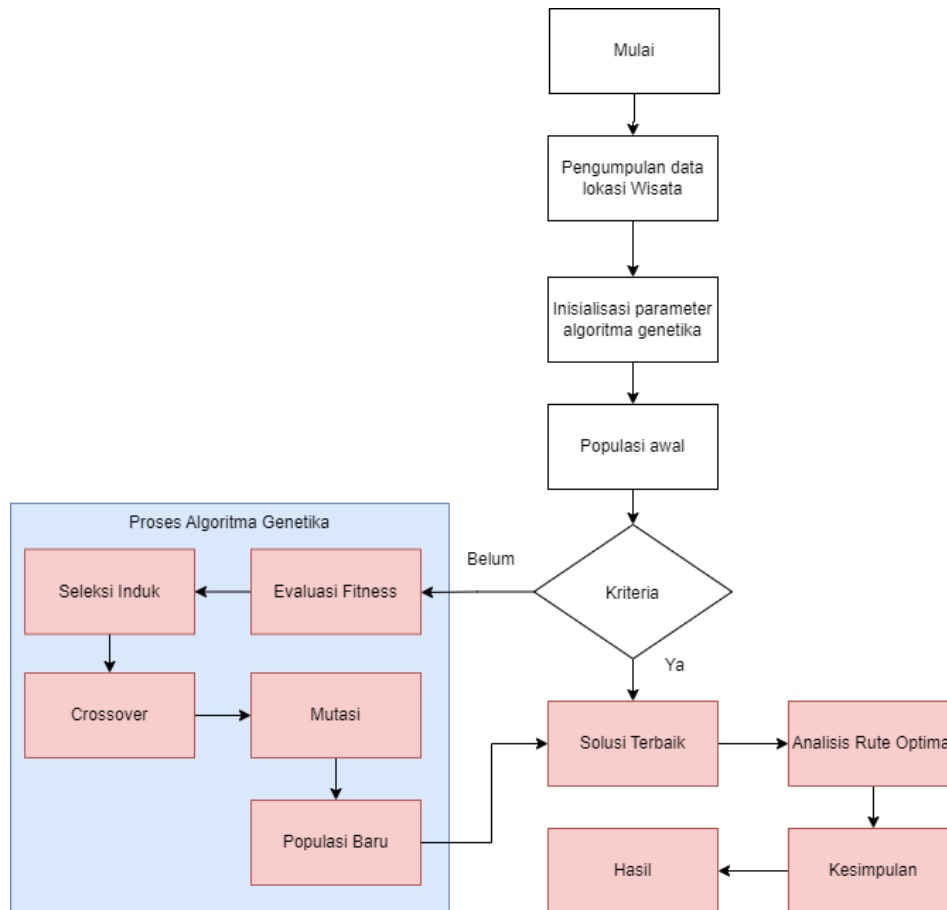
Penelitian yang dilakukan oleh [13] menemukan rute optimal dalam pendistribusian produk air minum dalam kemasan yang diproduksi oleh PT. MualTio Maju Bersama. Terdapat 44 titik toko sebagai lokasi distribusi, dengan hasil rute terbaik sepanjang 125,2700 unit kartesian serta nilai *fitness* terbaik sebesar 0,008000. Penelitian [14] juga membahas TSP menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC), dengan empat titik rute sebagai simulasi optimasi. Hasil menunjukkan bahwa jarak optimal yang dicapai algoritma ABC lebih kecil dan bebas dari error, dengan jumlah lebah sebanyak 80 yang digunakan untuk menelusuri 123 lokasi dari empat kecamatan.

Penelitian [15] juga menunjukkan bahwa dari 35 titik pengiriman, metode *Saving Matrix* dan metode TSP dapat menghasilkan penghematan rute sebesar 16–18%. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan serta berbagai penelitian terdahulu, penelitian ini difokuskan pada objek wisata di Kabupaten Tangerang dengan menggunakan 17 titik lokasi koordinat. Peneliti menggunakan algoritma genetika dan pendekatan TSP untuk mencari rute terpendek.

Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan model yang lebih efektif dan efisien untuk optimasi rute terpendek. Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada penerapan algoritma genetika dalam konteks pariwisata lokal yang masih jarang diteliti, serta memberikan dasar pengambilan keputusan bagi pemerintah daerah dalam perencanaan infrastruktur dan strategi promosi pariwisata.

## 2. METODE PENELITIAN

Metodologi Ilustrasi penelitian tersedia dalam Gambar 1. Diharapkan bahwa gambar tersebut akan memberikan informasi komprehensif mengenai langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Alur Penelitian

### 2.1. Pengumpulan Data Lokasi Wisata

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan koordinat geografis dari berbagai objek wisata yang ada di Kabupaten Tangerang. Data ini mencakup informasi seperti nama lokasi, koordinat latitude dan longitude. Sumber data diperoleh melalui hasil penelusuran online. Teknik pengumpulan data dilakukan secara manual dengan menggunakan aplikasi Peta Koordinat yang memanfaatkan teknologi GPS untuk mengetahui posisi geografis setiap titik objek wisata.

Alat bantu yang digunakan dalam tahap ini adalah aplikasi Peta Koordinat sebagai media pencatat posisi lintang dan bujur, serta spreadsheet untuk menyimpan dan mengorganisasi data. Selanjutnya, data yang terkumpul dianalisis menggunakan *library* pemrograman Python seperti Pandas dan NumPy untuk memastikan validitas format dan jarak antar titik sebelum diolah dalam algoritma genetika.

### 2.2. Inisialisasi Parameter Algoritma Genetika

Pada tahap ini, parameter utama dari algoritma genetika ditetapkan, seperti jumlah populasi yang mencerminkan banyaknya solusi yang mungkin dalam satu generasi. Di samping itu, probabilitas crossover dimanfaatkan untuk mengatur seberapa sering informasi dipertukarkan antar solusi, sedangkan probabilitas mutasi bertujuan untuk menghadirkan variasi yang baru [16] [17]. Jumlah generasi ditentukan sebagai batasan iterasi dalam proses algoritma.

### 2.3. Populasi Awal

Populasi awal merupakan fase permulaan dalam algoritma genetika yang menghasilkan beberapa rute acak sebagai solusi yang pertama. Setiap jalur menunjukkan urutan perjalanan ke tempat-tempat wisata. Jalur-jalur ini dipilih secara acak untuk menjamin variasi solusi dalam populasi awal, yang merupakan langkah krusial untuk mencegah hasil yang terperangkap dalam solusi lokal [18], [19].

### 2.4. Kriteria Penghentian

Proses algoritma genetik memerlukan kriteria penghentian untuk membatasi jumlah iterasi. Dalam situasi ini, penghentian ditentukan oleh jumlah generasi yang sudah ditentukan sebelumnya. Kriteria ini diterapkan untuk mencegah proses yang tidak efektif atau berkepanjangan, sambil menghasilkan hasil yang optimal dalam jangka waktu yang wajar [20], [21].

## 2.5. Proses Algoritma Genetika

Proses inti ini meliputi beberapa tahap berikut:

1. Evaluasi Fitness: Setiap rute dievaluasi untuk menentukan seberapa baik kinerjanya dalam mencapai tujuan, yaitu mencari rute terpendek [22].
2. Seleksi Induk: Rute-rute terbaik dipilih untuk menjadi induk yang akan menghasilkan solusi baru.
3. Crossover: Dua induk dipadukan untuk menghasilkan solusi baru dengan menggabungkan elemen-elemen terbaik dari masing-masing [23].
4. Mutasi: Solusi baru dimodifikasi secara acak untuk menjaga variasi dalam populasi.
5. Pembentukan Populasi Baru: Generasi berikutnya dibentuk dari hasil proses seleksi, crossover, dan mutasi.

## 2.6. Solusi Terbaik

Melalui proses iteratif algoritma genetika, solusi optimal diambil berdasarkan nilai fitness tertinggi [24], [25]. Solusi ini menggambarkan jalur tersingkat dan paling efektif untuk mengunjungi setiap lokasi wisata, sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

## 2.7. Analisis Rute Optimal

Di tahap terakhir, hasil dari solusi optimal dianalisis dan divisualisasikan. Penggambaran rute dilakukan dengan memanfaatkan library seperti Folium untuk memetakan jalur di atas peta geografi [25]. Analisis ini mencakup interpretasi hasil.

# 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1. Pengumpulan Data Lokasi Wisata

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan dan verifikasi koordinat 17 objek wisata di Kabupaten Tangerang. Setiap lokasi dicatat dalam spreadsheet untuk memastikan keakuratan latitude dan longitude sebelum dimasukkan dalam model optimasi. Hasil akhir dari proses ini disajikan pada Tabel 1 yang memuat nama masing-masing objek wisata beserta koordinat geografisnya.

Tabel 1. Data Lokasi Wisata

No	Nama	Y Lintang	X bujur
1	Pulau cangkir	- 6.028889	106.441389
2	Telaga biru cisoka	- 6.278001	106.430597
3	Pantai Tanjung pasir	- 6.013556	106.679008
4	Aloha pasir putih pik 2	- 6.071832	106.715057
5	Pantai Tanjung kait	- 6.012394	106.536925
6	Wisata mangrove ketapang	- 6.041486	106.512746
7	Pantai anom	- 6.028239	106.598248
8	Wisata air kencana tirta eleven	- 6.186088	106.448273
9	Citra Raya World Of Wonders Theme Park	- 6.247949	106.525384
10	Taman bambu (Bamboo park)	- 6.188769	106.633786
11	Puri Jaya Batavia Splash Water Adventure	- 6.139944	106.542120
12	Amsterdam Water Park	- 6.158997	106.583873
13	Fun Park Water Boom permata	- 6.167884	106.579728
14	Funpark Rajeg waterpark	- 6.128135	106.516735
15	Ketapang Urban Aquaculture – Mauk	- 6.038717	106.512271
16	Pantai Muara Kecil	- 6.030800	106.702546
17	Hutan Jati Raya Sindang Asih	- 6.165484	106.498453

Pada Tabel 1 terlihat bahwa setiap objek wisata telah diverifikasi koordinat geografisnya untuk memastikan akurasi input pada perhitungan jarak awal sebelum optimasi. Selanjutnya, data ini akan diproses lebih lanjut dalam algoritma genetika untuk mencari rute optimal.

## 3.2. Implementasi Algoritma Genetika

Algoritma genetika pada penelitian ini dijalankan dengan populasi awal berukuran 100 individu, probabilitas crossover 0,8, probabilitas mutasi 0,1, dan iterasi selama 200 generasi. Setiap individu merepresentasikan satu rute kunjungan ke 17 objek wisata, di mana total jarak rute dihitung menggunakan fungsi `total_jarak_rute()` yang menerapkan

rumus Haversine untuk menghitung jarak antar-koordinat. Rute dengan total jarak lebih pendek memperoleh nilai fitness yang lebih tinggi, sehingga berpeluang lebih besar untuk dipertahankan dan dikembangkan pada generasi berikutnya.

```
def total_jarak_rute(self, rute):
    """
    Hitung total jarak suatu rute
    """
    total_jarak = 0
    for i in range(len(rute) - 1):
        koordinat1 = (self.lokasi_wisata[rute[i]][1], self.lokasi_wisata[rute[i]][2])
        koordinat2 = (self.lokasi_wisata[rute[i+1]][1], self.lokasi_wisata[rute[i+1]][2])
        total_jarak += self.hitung_jarak(koordinat1, koordinat2)
    return total_jarak
```

Gambar 2. Fitness

Gambar 2 memperlihatkan 100 rute acak yang membentuk populasi awal algoritma. Setiap rute dihasilkan secara random untuk menjelajah luasnya ruang solusi sebelum proses seleksi dan evolusi dimulai.

```
def algoritma_genetika(self, ukuran_populasi=100, generasi=200):
    """
    Implementasi algoritma genetika untuk optimasi rute
    """
    # Inisialisasi populasi awal
    populasi = [self.generate_rute_acak() for _ in range(ukuran_populasi)]
```

Gambar 3. Populasi

Gambar 3 menggambarkan mekanisme crossover di mana dua induk dipilih secara acak, kemudian segmen rute di satu titik potong dipertukarkan untuk menghasilkan dua anak baru. Proses ini memastikan penyalinan atribut rute terbaik dari generasi sebelumnya sambil tetap mempertahankan variasi.

```
def crossover(self, ortu1, ortu2):
    """
    Lakukan crossover untuk menghasilkan rute baru
    """
    titik_potong = random.randint(1, len(ortu1) - 2)
    anak = ortu1[:titik_potong]

    for kota in ortu2:
        if kota not in anak:
            anak.append(kota)

    return anak
```

Gambar 4. Crossover

Gambar 4 menampilkan langkah mutasi yang menerapkan probabilitas 0,1 untuk setiap rute. Dalam setiap mutasi, dua kota dalam satu rute ditukar posisinya secara acak, menjaga keragaman solusi agar algoritma tidak terjebak pada optima lokal.

```
def mutasi(self, rute, probabilitas_mutasi=0.1):
    """
    Lakukan mutasi pada rute
    """
    if random.random() < probabilitas_mutasi:
        idx1, idx2 = random.sample(range(len(rute)), 2)
        rute[idx1], rute[idx2] = rute[idx2], rute[idx1]
    return rute
```

Gambar 5. Probabilitas

Gambar 5 memperlihatkan kurva penurunan nilai fitness rata-rata populasi dari generasi ke generasi. Penurunan ini menunjukkan perbaikan kualitas solusi secara keseluruhan seiring berjalannya proses evolusi.

```
def algoritma_genetika(self, ukuran_populasi=100, generasi=200):
```

Gambar 6. Generasi

Gambar 6 menampilkan perkembangan nilai fitness terbaik pada setiap generasi, mulai dari fitness mendekati 1 pada generasi pertama hingga konvergensi ke sekitar 0,02 pada generasi ke-200. Hasil ini mengindikasikan algoritma telah berhasil menemukan rute yang semakin optimal hingga batas generasi yang ditetapkan.

### 3.3. Hasil Proses Algoritma Genetika

Pada bagian ini, peneliti akan menjelaskan rincian hasil optimasi rute yang diperoleh dari algoritma genetika, serta memberikan penjelasan tentang nilai fitness terbaik yang dicapai. Kemudian, peneliti akan menunjukkan visualisasi rute pada peta untuk memberikan gambaran lebih jelas mengenai jalur yang telah dioptimalkan.

Tabel 2. Kode Wisata

Nama Wisata	Kode	Nama Wisata	Kode
Pulau cangkir	A	Citra Raya World Of Wonders Theme Park	J
Telaga biru cisoka	B	Taman bambu (Bamboo park)	K
Pantai Tanjung pasir	C	Puri Jaya Batavia Splash Water Adventure	L
Aloha pasir putih pik 2	D	Amsterdam Water Park	M
Pantai Tanjung kait	E	Fun Park Water Boom permata	N
Wisata mangrove ketapang	F	Funpark Rajeg waterpark	O
Pantai anom	G	Ketapang Urban Aquaculture – Mauk	P
Wisata air kencana tirta eleven	H	Pantai Muara Kecil	Q
Hutan Jati Raya Sindang Asih	I		

Dari Tabel 2 terlihat bahwa setiap objek wisata telah diberi kode unik, memudahkan referensi rute dalam simulasi algoritma genetika.

Tabel 3. Hasil rute terbaik disetiap generasi

No	Kode Wisata	Fitness	Jarak
1	J->B->H->A->F->P->E->G->K->N->M->L->I->O->C->Q->D	0.004634	215.80 km
2	H->B->J->A->F->P->E->K->G->N->M->L->I->O->C->Q->D	0.004804	208.17 km
3	O->B->H->A->F->P->E->G->K->N->M->L->I->J->C->Q->D	0.004871	197.39 km
4	A->B->H->J->F->P->E->G->K->N->M->L->I->O->C->Q->D	0.005066	194.09 km
5	N->B->H->A->F->P->E->G->K->J->M->L->I->O->C->Q->D	0.005152	176.26 km
6	D->B->H->A->F->P->E->G->K->N->M->L->I->O->C->Q->J	0.005585	155.27 km
7	B->J->H->A->F->D->E->G->K->N->M->L->C->O->I->Q->P	0.005673	153.36 km
8	G->B->C->A->F->P->E->J->K->N->M->L->I->O->H->Q->D	0.006441	147.10 km
9	F->M->H->C->J->P->E->G->K->N->B->L->I->O->A->Q->D	0.006476	145.48 km
10	Q->B->H->I->E->O->G->C->J->D->K->N->M->L->P->F->A	0.006521	135.04 km
11	L->B->H->I->O->E->G->C->Q->D->K->N->M->J->P->F->A	0.006798	119.60 km
12	D->M->H->I->O->E->G->C->Q->J->L->N->B->K->P->F->A	0.006806	118.96 km
13	A->B->H->G->O->E->I->C->Q->D->L->N->M->K->P->F->J	0.006874	117.72 km
14	H->B->J->I->O->E->G->C->Q->D->K->N->M->L->P->F->A	0.006983	115.11 km
15	C->B->H->I->O->E->G->J->Q->M->K->N->D->L->P->F->A	0.007151	110.00 km
....	.....	.....	.....
200	J->B->H->I->L->O->A->F->P->E->C->Q->D->K->N->M	0,009110	109,77 km

Tabel 3 menunjukkan penurunan total jarak rata-rata dari 215,80 km pada generasi pertama menjadi 109,77 km pada generasi kedua ratus, dengan fitness terbaik 0,009110, yang menandakan konvergensi ke solusi rute optimal.

### 3.4. Hasil Rute Optimal

Algoritma genetika telah mengoptimalkan perjalanan wisata ke berbagai objek wisata di Kabupaten Tangerang dan menghasilkan rute terpendek yang mencakup 17 lokasi wisata. Rute optimal ini memiliki total jarak tempuh sebesar 109.77 km. Berikut adalah rinciannya.

Tabel 4. Hasil Rute Optimal

No	Nama Wisata
1	Citra raya world of wonders theme park -> Telaga biru cisoka
2	Telaga biru cisoka -> Wisata air kencana tirta eleven
3	Wisata air kencana tirta eleven -> Hutan Jati Raya Sindang Asih
4	Hutan Jati Raya Sindang Asih -> Puri Jaya Batavia Splash Water Adventure
5	Puri Jaya Batavia Splash Water Adventure -> Funpark Rajeg waterpark
6	Funpark Rajeg waterpark -> Pulau cangkir
7	Pulau cangkir -> Wisata mangrove ketapang
8	Wisata mangrove ketapang -> Ketapang Urban Aquaculture – Mauk
9	Ketapang Urban Aquaculture – Mauk -> Pantai Tanjung kait
10	Pantai Tanjung kait -> Pantai anom
11	Pantai anom -> Pantai Tanjung pasir
12	Pantai Tanjung pasir -> Pantai Muara Kecil



No	Nama Wisata
13	Pantai Muara Kecil -> Aloha pasir putih pik 2
14	loha pasir putih pik 2 -> Taman bambu bamboo park
15	Taman bambu bamboo park -> Fun Park Water Boom permata
16	Fun Park Water Boom permata -> Amsterdam Water Park

Dari Tabel 4 terlihat urutan kunjungan yang memberikan total jarak 109,77 km, dimulai dan diakhiri pada Citra Raya World of Wonders Theme Park. Model ini mencapai efisiensi tertinggi dengan memanfaatkan karakteristik crossover dan mutasi pada populasi rute sehingga menghasilkan lintasan optimal yang menghubungkan seluruh objek wisata secara berurutan.

### 3.5. Hasil Nilai Fitness

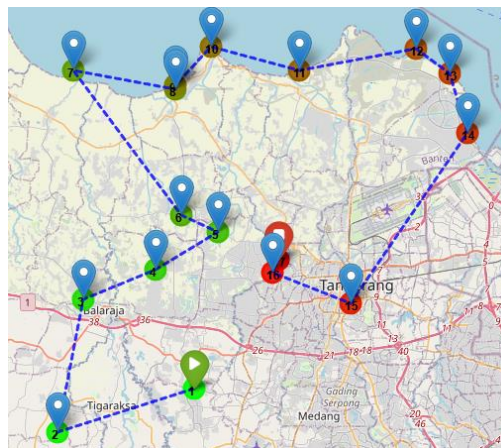
Nilai fitness adalah ukuran kualitas dari solusi yang dihasilkan oleh algoritma genetika. Semakin rendah nilai jarak yang ditempuh, semakin baik solusi tersebut, yang tercermin dalam nilai fitness. Dalam hal ini, fitness optimal yang dicapai adalah 0.009110, yang menunjukkan bahwa jarak total rute yang dihasilkan oleh algoritma genetika adalah yang terbaik di antara solusi-solusi lain yang ditemukan selama proses evolusi.

### 3.6. Visualisasi Rute Terbaik

Bagian ini menyajikan hasil visualisasi dari rute perjalanan optimal yang dihasilkan oleh algoritma genetika. Visualisasi dilakukan menggunakan peta interaktif dengan bantuan *library* Folium. Jalur ditampilkan berdasarkan urutan kunjungan antar 17 objek wisata sesuai dengan hasil optimasi.

Peta menunjukkan titik koordinat masing-masing lokasi wisata yang terhubung oleh garis yang merepresentasikan rute perjalanan. Setiap titik diberi penanda nama objek wisata dan urutan kunjungannya. Total jarak tempuh yang dihasilkan dari rute ini adalah 109,77 km, dengan nilai *fitness* terbaik sebesar 0,009110. Visualisasi ini memberikan gambaran mengenai susunan rute secara spasial tanpa melakukan penilaian atau interpretasi lebih lanjut terhadap hasilnya.

Meskipun terdapat 17 titik lokasi wisata, jumlah jalur yang tampak pada peta bisa terlihat kurang dari 17. Hal ini disebabkan oleh jarak antar beberapa titik yang sangat berdekatan, khususnya pada rute ke-8 dan ke-9, serta rute ke-16 dan ke-17. Kedekatan koordinat tersebut menyebabkan garis penghubung pada peta tampak bertumpuk atau menyatu, sehingga seolah-olah jumlah rute berkurang. Namun, secara logika program dan perhitungan, seluruh titik dan rute telah diproses dan dihitung secara utuh oleh algoritma.



Gambar 6. Peta Rute Terbaik

Gambar 6 memperlihatkan peta interaktif yang menggambarkan rute optimal hasil algoritma genetika, di mana setiap objek wisata ditandai dengan pin bernomor sesuai urutan kunjungan. Garis penghubung antar pin menunjukkan lintasan perjalanan sepanjang total 109,77 km dengan fitness terbaik 0,009110. Pada beberapa segmen—khususnya antara titik ke-8 (Wisata Mangrove Ketapang → Ketapang Urban Aquaculture – Mauk) dan ke-9 (Ketapang Urban Aquaculture – Mauk → Pantai Tanjung Kait), serta antara titik ke-16 (Fun Park Water Boom Permata → Amsterdam Water Park) dan ke-17 (Amsterdam Water Park → Citra Raya World of Wonders Theme Park)—garis tampak bertumpuk karena jarak antar-koordinat yang sangat berdekatan. Meskipun secara visual beberapa jalur tampak menyatu, program tetap memproses seluruh 17 segmen rute secara lengkap sehingga rute yang dihasilkan valid dan komprehensif.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penerapan algoritma genetika dengan pendekatan TSP mampu mengoptimalkan rute perjalanan wisata di Kabupaten Tangerang secara signifikan, ditandai dengan pengurangan jarak tempuh hingga 49,15% dari nilai awal (215,80 km menjadi 109,77 km) [5],[15]. Penerapan mekanisme seleksi, crossover, dan mutasi dalam proses evolusi populasi rute terbukti efektif dalam menghindari perangkap solusi lokal serta mempercepat konvergensi nilai fitness optimal [10],[11],[22]. Selaras dengan temuan sebelumnya [1],[7], metode ini tidak hanya memberikan solusi matematis yang presisi untuk masalah rute kompleks, melainkan juga menyediakan dasar

strategis bagi pengembangan promosi pariwisata dan perbaikan infrastruktur di daerah dengan potensi wisata beragam [2],[9]. Secara keseluruhan, integrasi data geografis, algoritma genetika, dan visualisasi rute memberikan pendekatan komprehensif yang aplikatif untuk meningkatkan efisiensi perjalanan wisata dan mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan sektor pariwisata [14].

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan rute perjalanan antar objek wisata di Kabupaten Tangerang menggunakan algoritma genetika dengan pendekatan TSP. Hasil implementasi menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu menyelesaikan permasalahan pencarian rute terpendek dengan efisien. Proses evolusi yang melibatkan inialisasi populasi, seleksi, crossover, dan mutasi berhasil menemukan rute optimal untuk 17 objek wisata dengan total jarak tempuh sebesar 109,77 km dan nilai fitness terbaik sebesar 0,009110. Dibandingkan dengan jarak awal sebelum optimasi sebesar 215,80 km, rute optimal ini menunjukkan penghematan jarak tempuh sebesar 49,15%, yang berarti algoritma genetika efektif dalam menemukan solusi optimal untuk permasalahan rute perjalanan di Kabupaten Tangerang.

Penelitian ini dapat diperluas ke area yang lebih luas dengan lebih banyak lokasi wisata untuk menguji kemampuan algoritma genetika dalam menangani masalah yang lebih kompleks. Selain jarak, faktor lain seperti biaya, waktu, dan daya tarik wisata dapat diintegrasikan ke dalam model optimasi. Penggunaan data yang lebih lengkap, termasuk kondisi jalan aktual dan pola lalu lintas, serta penyesuaian parameter algoritma, dapat meningkatkan kinerja model.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. P. Jayanti, "Pengembangan objek wisata Pantai Gandoriah Kota Pariaman," *Jurnal Pariwisata*, vol. 6, no. 2, Sep. 2019. [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jp>
- [2] M. S. Ghanim and G. Abu-Lebdeh, "Characterization of heavy vehicle headways in oversaturated interrupted conditions: Towards development of passenger car equivalency factors," *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 11, no. 3, pp. 589–602, Sep. 2022, doi: [10.1016/j.ijtst.2021.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.07.002)
- [3] Y. Li, W. Chen, B. Fu, Z. Wu, and L. Hao, "A global coverage path planning method for multi-UAV maritime surveillance in complex obstacle environments," *Drones*, vol. 8, no. 12, Dec. 2024, doi: [10.3390/drones8120764](https://doi.org/10.3390/drones8120764)
- [4] Q. Chen, G. Yao, L. Yang, T. Liu, J. Sun, and S. Cai, "Research on ship replenishment path planning based on the modified whale optimization algorithm," *Biomimetics*, vol. 10, no. 3, Mar. 2025, doi: [10.3390/biomimetics10030179](https://doi.org/10.3390/biomimetics10030179)
- [5] Y. Su, Y. Ran, Z. Yan, Y. Zhang, and X. Yang, "Solving the traveling salesman problem using the IDINFO algorithm," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 14, no. 3, Mar. 2025, doi: [10.3390/ijgi14030111](https://doi.org/10.3390/ijgi14030111)
- [6] T. Guo, L. Huang, and H. Han, "An effective path planning method based on VDWF-MOIA for multi-robot patrolling in expo parks," *Electronics*, vol. 14, no. 6, pp. 1–27, Mar. 2025, doi: [10.3390/electronics14061222](https://doi.org/10.3390/electronics14061222)
- [7] A. Rahma Amin, M. Ikhsan, and L. Wibisono, "Traveling salesman problem." [Online]. Available: <http://www.tsp.gatech.edu/world/index.html>
- [8] Zupemungkas, H., & Handayani, W. (2021). Optimalisasi Rute Distribusi Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (TSP) Untuk Meminimasi Biaya Distribusi. *Jurnal E-Qien Ekonomi dan Bisnis*, 8(2).
- [9] B. Zhang, Y. Liu, T. Gao, J. Yin, Z. Guan, D. Zhang, and L. Zeng, "Automatic Extraction and Compensation of P-Bit Device Variations in Large Array Utilizing Boltzmann Machine Training," *Micromachines*, vol. 16, no. 2, p. 133, 2025, doi: [10.3390/mi16020133](https://doi.org/10.3390/mi16020133)
- [10] A. O. Titilayo *et al.*, "Selected soft computing algorithms for solving travelling salesman problem," *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, vol. 28, no. 2, pp. 672–679, 2021, doi: [10.52155/IJPSAT.V28.2.3547](https://doi.org/10.52155/IJPSAT.V28.2.3547)
- [11] M. Muharrom, "Implementasi algoritma Dijkstra dalam penentuan jalur terpendek studi kasus jarak tempat kuliah terdekat," *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, vol. 3, no. 1, p. 25, Jul. 2020, doi: [10.21927/ijubi.v3i1.1229](https://doi.org/10.21927/ijubi.v3i1.1229)
- [12] F. R. Khoir, A. A. Subandri, F. N. Alanshori, Z. M. H. Solihah, M. Munawir, and A. S. Perdana, "Perencanaan rute optimal kunjungan destinasi wisata Bandung dengan algoritma Dijkstra pada C++," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 2, pp. 275–281, Apr. 2024, doi: [10.47233/jteksis.v6i2.1167](https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i2.1167)
- [13] D. E. Sihombing and F. Ahyaningsih, "Optimalisasi rute distribusi air minum dalam kemasan menggunakan algoritma genetika pada PT. Mual Natio Maju Bersama," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Pendidikan (JURRIPEN)*, vol. 2, no. 1, pp. 70–83, Apr. 2023, doi: [10.55606/jurripen.v2i1.815](https://doi.org/10.55606/jurripen.v2i1.815)
- [14] T. Setiadi, F. Darnis, and S. D. Ilhami, "Optimasi perutean jalur kendaraan terdekat traveling salesman problem dengan artificial bee colony algorithm," *Jurnal KomtekInfo*, vol. 11, no. 2, pp. 42–48, Jun. 2024, doi: [10.35134/komtekinfo.v11i2.502](https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v11i2.502)
- [15] F. Zulkarnain and S. Suseno, "Optimalisasi rute dan biaya distribusi menggunakan metode saving matrix dan metode traveling salesman problem (TSP) pada depot air minum Splazz," *Jurnal Ilmiah Sains Teknologi dan Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 21–28, Apr. 2024, doi: [10.59024/jiti.v2i2.717](https://doi.org/10.59024/jiti.v2i2.717)



- [16] D. Ariadi, “Aplikasi algoritma genetika dalam mengoptimasi tuned mass damper untuk mereduksi getaran pada gedung akibat beban gempa,” *Jurnal Kacapuri*, vol. 4, no. 1, Jun. 2021, doi: [10.31602/jk.v4i1.5125](https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5125)
- [17] M. F. A. Tarigan, S. Sulystiani, and S. O. Sutra, “Analisis pengaruh kualitas produk terhadap keputusan pembelian sandal dan sepatu wanita dengan metode COPRAS,” *Sistem Pendukung Keputusan dengan Aplikasi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2025, doi: [10.55537/spk.v4i1.895](https://doi.org/10.55537/spk.v4i1.895)
- [18] C. Zhang *et al.*, “An improved NSGA-II-based method for cutting trajectory planning of boom-type roadheader,” *Applied Sciences*, vol. 15, no. 4, Feb. 2025, doi: [10.3390/app15042126](https://doi.org/10.3390/app15042126)
- [19] S. Liu, D. Liu, and M. Le, “Multi-UAV delivery path optimization based on fuzzy C-means clustering algorithm based on annealing genetic algorithm and improved Hopfield neural network,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 16, no. 3, Mar. 2025, doi: [10.3390/wevj16030157](https://doi.org/10.3390/wevj16030157)
- [20] D. Yan, B. Ou, Q. Guan, Z. Zhu, and H. Cao, “Edge-driven multiple trajectory attention model for vehicle routing problems,” *Applied Sciences*, vol. 15, no. 5, pp. 1–18, Mar. 2025, doi: [10.3390/app15052679](https://doi.org/10.3390/app15052679)
- [21] A. P. Sari and S. Supiyandi, “Sistem pendukung keputusan perekrutan panitia pemilihan kecamatan menggunakan metode additive ratio assessment,” *Sistem Pendukung Keputusan dengan Aplikasi*, vol. 3, no. 2, pp. 88–99, Sep. 2024, doi: [10.55537/spk.v3i2.789](https://doi.org/10.55537/spk.v3i2.789)
- [22] M. K. Sharma, “Modified genetic algorithm with novel crossover and mutation operator for travelling salesman problem,” *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences – Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2023, doi: [10.14744/sigma.2023.00105](https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00105)
- [23] B. Ghimire, A. Mahmood, and K. Elleithy, “One-shot autoregressive generation of combinatorial optimization solutions based on the large language model architecture and learning algorithms,” *AI*, vol. 6, no. 4, p. 66, Mar. 2025, doi: [10.3390/ai6040066](https://doi.org/10.3390/ai6040066)
- [24] Y. Min and C. P. Gomes, “On size and hardness generalization in unsupervised learning for the travelling salesman problem,” Mar. 2024. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2403.20212>
- [25] J. Feng, X. Liu, H. Ji, C. He, and L. Liu, “Research on 3D path optimization for an inspection micro-robot in oil-immersed transformers based on a hybrid algorithm,” *Sensors*, vol. 25, no. 9, p. 2666, Apr. 2025, doi: [10.3390/s25092666](https://doi.org/10.3390/s25092666)

## BIODATA PENULIS

	<b>Ramadhani</b> , e-mail: <a href="mailto:Ramadhanigb19@gmail.com">Ramadhanigb19@gmail.com</a> , Universitas Islam Syeck Yusuf Ia memulai pendidikan dari TK islam RA. Al-Mar'atussholiha dan melanjutkan pendidikan di SDN Rawarengas 2. Pendidikan menengah pertama ditempuh di MTs- Al-Hasaniyah, dan pendidikan menengah atas di MA Al-Hasaniyah. Saat ini Ramadhani sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Informatika di Universitas Islam Syeck Yusuf Kota Tangerang, Angkatan 2021
	<b>Ramadhanu</b> , e-mail: <a href="mailto:Rhamadhanu2019@gmail.com">Rhamadhanu2019@gmail.com</a> , Universitas Islam Syeck Yusuf memulai pendidikan dari TK islam RA. Al-Mar'atussholiha dan melanjutkan pendidikan di SDN Rawarengas 2. Pendidikan menengah pertama ditempuh di MTs- Al-Hasaniyah, dan pendidikan menengah atas di MA Al-Hasaniyah. Saat ini Ramadhanu sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Informatika di Universitas Islam Syeck Yusuf Kota Tangerang, Angkatan 2021.
	<b>Fahmi Fiddin</b> , e-mail: <a href="mailto:fahmifiddin96@gmail.com">fahmifiddin96@gmail.com</a> , Universitas Islam Syeck Yusuf. memulai pendidikan dari TK islam RA Al barokah dan melanjutkan pendidikan di SDN pasir jaya 2. Pendidikan menengah pertama ditempuh di MTs- Al-Barokah, dan pendidikan menengah atas di SMA IT LATANSA CENDEKIA. Saat ini Fahmi Fiddin sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Informatika di Universitas Islam Syeck Yusuf Kota Tangerang, Angkatan 2021.

### How to cite:

R. Ramadhani, R. Ramadhanu, and F. Fiddin, “Optimization of the Shortest Route to Tourist Attractions in Tangerang Regency Using Genetic Algorithm with the Traveling Salesman Problem Approach”, *SPK dengan Aplikasi*, vol. 4, no. 1, May 2025.