

OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI LOGISTIK MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA BERBASIS GOOGLE MAPS API UNTUK EFISIENSI BIAYA OPERASIONAL

Taufik Baidawi¹, Heri Kuswara², Endang Wahyudi³, Haryanto⁴

^{1,2,3,4}Universitas Bina Sarana Informatika

Email: ¹taufik.tfb@bsi.ac.id, ²heri.hrk@bsi.ac.id, ³endang.edw@bsi.ac.id, ⁴haryanto.hyt@bsi.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak

Distribusi merupakan aktivitas logistik yang memakan biaya operasional terbesar dalam rantai pasok. Permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan distribusi adalah penentuan rute pengiriman yang masih dilakukan secara manual berdasarkan intuisi pengemudi, sehingga mengakibatkan jarak tempuh yang tidak optimal, pemborosan bahan bakar, dan pembengkakan biaya operasional. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model optimasi rute distribusi menggunakan pendekatan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang diselesaikan dengan Algoritma Genetika. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada integrasi Google Maps API untuk mendapatkan data jarak dan waktu tempuh yang akurat (real-time) sebagai basis perhitungan *fitness function*, bukan sekadar jarak Euclidean (garis lurus). Metode penelitian meliputi pengembangan sistem, simulasi rute, dan analisis komparatif biaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rute yang dihasilkan oleh sistem mampu memperpendek total jarak tempuh sebesar **38,3%** (setara dengan **26,3 km** per rute) dibandingkan rute eksisting. Dari sisi manajerial, optimasi ini berkontribusi pada efisiensi biaya operasional sebesar Rp 1.195.975 per truk per bulan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan sistem otomatisasi rute sebagai strategi manajemen untuk meningkatkan efisiensi logistik dan daya saing perusahaan.

Kata kunci: *Algoritma Genetika, Google Maps API, Efisiensi Biaya, Distribusi Logistik, Vehicle Routing Problem.*

Abstract

Distribution is a logistics activity that accounts for the largest operational costs in the supply chain. A common problem faced by distribution companies is route determination which is still done manually based on driver intuition, resulting in suboptimal travel distances, fuel wastage, and inflated operational costs. This study aims to build a distribution route optimization model using the Vehicle Routing Problem (VRP) approach solved by Genetic Algorithms. The novelty of this research lies in the integration of Google Maps API to obtain accurate (real-time) distance and travel time data as the basis for fitness function calculations, rather than just Euclidean (straight line) distances. The research method includes system development, route simulation, and comparative cost analysis. The test results show that the route generated by the system is able to shorten the total travel distance by 38.3% (equivalent to 26.3 km per route) compared to the existing route. From a managerial perspective, this optimization contributes to operational cost efficiency of Rp. 1,195,975 per truck per month. This study recommends the implementation of route automation systems as a management strategy to improve logistics efficiency and company competitiveness.

Keywords: *Genetic Algorithm, Google Maps API, Cost Efficiency, Logistics Distribution, Vehicle Routing Problem.*

1. PENDAHULUAN

Sektor logistik memegang peranan vital dalam pertumbuhan ekonomi nasional, namun efisiensi masih menjadi tantangan utama di Indonesia (Safitri, Saputri, and Sanjaya 2025); (Sahara and Saputra 2023); (Patampang and Mokodompit 2025). Berdasarkan data, biaya logistik di Indonesia masih tergolong tinggi,

yakni mencapai kisaran 23-24% dari Produk Domestik Bruto (PDB) (Soepriyadi 2021); (Sitorus 2022), angka yang jauh lebih besar dibandingkan negara-negara tetangga di ASEAN. Salah satu komponen terbesar dalam biaya logistik adalah biaya transportasi dan distribusi, yang sangat dipengaruhi oleh pemilihan rute pengiriman (Rafi et al. 2024); (Putri 2025); (Syaputra 2024). Ketidakefisienan dalam penentuan rute tidak hanya berdampak pada pembengkakan biaya bahan bakar (BBM), tetapi juga menyebabkan waktu pengiriman yang tidak terprediksi dan penurunan kepuasan pelanggan (Abidin 2024); (Azmi 2024).

Permasalahan inefisiensi distribusi ini secara nyata dialami oleh jenis usaha seperti sebuah perusahaan yang bergerak di bidang distributor barang. Berdasarkan observasi, proses perencanaan rute distribusi saat ini masih banyak dilakukan secara konvensional. Penentuan urutan pengiriman sepenuhnya bergantung pada intuisi dan pengalaman supir atau staf gudang tanpa menggunakan metode matematis yang baku. Pendekatan manual ini memiliki kelemahan mendasar, yaitu ketidakmampuan manusia untuk mengkalkulasi kombinasi rute optimal dari sekian banyak titik tujuan dengan batasan kapasitas kendaraan yang ada. Akibatnya, sering terjadi rute yang tumpang tindih (*overlapping*), jarak tempuh yang lebih jauh dari yang seharusnya, serta keterlambatan pengiriman yang merugikan operasional perusahaan.

Secara teoritis, permasalahan ini dikenal sebagai *Vehicle Routing Problem (VRP)*, yang termasuk dalam kategori permasalahan *NP-Hard* sehingga sulit diselesaikan secara eksak jika jumlah titik tujuan semakin banyak (Mukarim 2025); (Akhadah 2025). Oleh karena itu, pendekatan heuristik menggunakan Algoritma Genetika menjadi solusi yang relevan karena kemampuannya mencari solusi mendekati optimal dalam waktu komputasi yang wajar (Haerunnisya 2025). Namun, banyak penelitian sebelumnya menerapkan Algoritma Genetika menggunakan asumsi jarak *Euclidean* (garis lurus), yang seringkali bias dan tidak merepresentasikan kondisi jalan sesungguhnya di lapangan yang memiliki hambatan lalu lintas, aturan satu arah, dan belokan.

Merespons permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem optimasi rute distribusi otomatis yang mengintegrasikan Algoritma Genetika dengan teknologi *Google Maps API*. Kontribusi pada kajian ini terletak pada penggunaan data *real-time* dari *Google Maps (Distance Matrix API)* sebagai basis perhitungan fungsi *fitness* dalam algoritma. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya menghasilkan rute yang optimal secara matematis, tetapi juga realistis untuk diterapkan di jalan raya. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi usaha yang bergerak di bidang distribusi barang dalam meminimalkan total jarak tempuh, yang secara linear akan mereduksi biaya operasional logistik dan meningkatkan efisiensi manajemen rantai pasok.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Objek dan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil contoh studi kasus pada usaha distributor barang. Data yang digunakan merupakan data simulasi yang meliputi:

1. Data koordinat lokasi pelanggan (Latitude/Longitude).
2. Data jumlah permintaan pengiriman (*demand*) harian.
3. Data kapasitas armada kendaraan (*vehicle capacity*).
4. Data komponen biaya operasional (harga BBM, upah supir).
5. Perancangan Model (*Flowchart*):
 - a. Input Data.
 - b. Hitung Jarak Antar Titik (Menggunakan *Distance Matrix API*).
 - c. Proses Algoritma Genetika (Inialisasi populasi → Seleksi → Crossover → Mutasi).
 - d. Evaluasi Fitness (Total Jarak/Biaya).
 - e. Output Rute Optimal.

2.2. Metodologi Formulasi Matematis

2.2.1. Formulasi Matematis *Vehicle Routing Problem (VRP)*

Permasalahan distribusi dimodelkan sebagai *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* menggunakan *Graph Theory*. Misalkan $G = (V, A)$ adalah graf lengkap dimana $V = \{0, 1, \dots, n\}$ adalah himpunan simpul (*nodes*). Simpul 0 merepresentasikan depot (gudang utama) dan simpul 1 sampai n merepresentasikan pelanggan. Tujuan dari model ini adalah meminimalkan total biaya perjalanan dengan tetap memenuhi batasan kapasitas kendaraan (Nazry et al. 2025).

Definisi Variabel dan Parameter:

- K : Himpunan kendaraan.
 d_i : Permintaan (*demand*) pada pelanggan i .
 Q : Kapasitas maksimum setiap kendaraan.
 C_{ij} : Biaya atau jarak tempuh dari simpul i ke simpul j (diperoleh dari Google Maps API)
 x_{ij}^k : Variabel keputusan biner. Bernilai 1 jika kendaraan k melaju dari simpul i ke j , dan 0 jika tidak.

Fungsi Tujuan (Objective Function):

Fungsi ini bertujuan meminimalkan total jarak/biaya distribusi:

$$\text{Min } Z = \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} C_{ij} \cdot x_{ij}^k \quad (1)$$

Fungsi Kendala (Constraints):

a. Setiap pelanggan hanya dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan:

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V, j \neq i} x_{ij}^k = 1, \quad \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad (2)$$

b. Konservasi aliran (*Flow conservation*) - kendaraan yang masuk ke titik pelanggan harus keluar dari titik tersebut:

$$\sum_{i \in V, i \neq j} x_{ij}^k - \sum_{m \in V, m \neq j} x_{jm}^k = 0, \quad \forall j \in V, \forall k \in K \quad (3)$$

c. Setiap kendaraan harus memulai dan mengakhiri rute di depot (Simpul 0):

$$\sum_{j \in \{1, \dots, n\}} x_{0j}^k \leq 1, \quad \forall k \in K \quad (4)$$

d. Total muatan dalam satu rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan (Q):

$$\sum_{i \in \{1, \dots, n\}} d_i \sum_{j \in V} x_{ij}^k \leq Q, \quad \forall k \in K \quad (5)$$

2.2.2. Desain Algoritma Genetika

Karena VRP termasuk dalam permasalahan *NP-Hard*, pendekatan heuristik menggunakan Algoritma Genetika digunakan untuk mencari solusi mendekati optimal dalam waktu yang wajar (Ramadhani 2022).

a. Representasi Kromosom (*Chromosome Representation*)

Solusi direpresentasikan menggunakan *Permutation Encoding*. Sebuah kromosom P merepresentasikan urutan kunjungan pelanggan.

$$P = [p_1, p_2, p_3, \dots, p_n] \quad (6)$$

Dimana p_i adalah ID pelanggan. Depot disisipkan secara logis saat perhitungan biaya berdasarkan batasan kapasitas Q .

b. Fungsi Fitness (*Fitness Function*)

Fungsi *fitness* (F) berbanding terbalik dengan fungsi tujuan (Z). Semakin kecil total jarak tempuh, semakin tinggi nilai *fitness* kromosom tersebut.

$$F(x) = \frac{1}{\sum C_{ij} + P_{\text{enalty}}} \quad (7)$$

Dimana P_{enalty} diberikan jika solusi melanggar batasan kapasitas (meskipun dalam implementasi seringkali *decoder* sudah mencegah pelanggaran ini).

c. Seleksi (*Selection*)

Metode *Roulette Wheel Selection* digunakan untuk memilih induk, dimana probabilitas (\mathbf{Prob}_i) sebuah kromosom i terpilih sebanding dengan nilai *fitness*-nya:

$$\mathbf{Prob}_i = \frac{F_i}{\sum_{j=1}^{\text{PopSize}} F_j} \tag{8}$$

2.2.3. Integrasi Jarak Riil (*Google Maps API*)

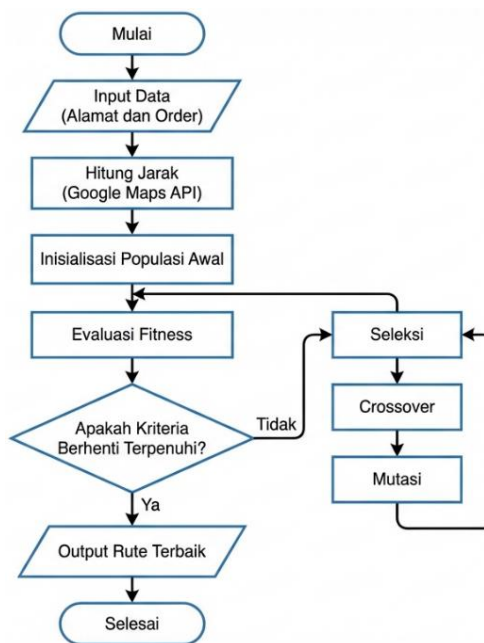
Berbeda dengan VRP klasik yang menggunakan jarak *Euclidean* (garis lurus), penelitian ini menggunakan jarak riil berdasarkan jaringan jalan raya. Matriks biaya C_{ij} bersifat dinamis:

$$C_{ij} = \text{DistanceMatrixAPI}(\text{Lat}_i, \text{Long}_i, \text{Lat}_j, \text{Long}_j) \tag{9}$$

Hal ini memastikan bahwa Z yang dihasilkan merefleksikan kondisi lapangan yang sebenarnya.

2.3. Kerangka Kerja Sistem (*System Flowchart*)

Untuk menyelesaikan permasalahan distribusi, dikembangkan sebuah sistem yang mengintegrasikan *Google Maps API* dengan logika Algoritma Genetika. Alur kerja sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir *Google Maps API* dengan logika Algoritma Genetika

Proses dimulai dengan inisialisasi populasi secara acak. Setiap individu (kromosom) merepresentasikan urutan rute yang mungkin. Jarak antar titik tidak dihitung menggunakan rumus *Euclidean*, melainkan ditarik secara *real-time* menggunakan *Distance Matrix API* untuk mendapatkan akurasi jarak tempuh jalan raya.

2.4. Konversi Biaya Operasional

Setelah Algoritma Genetika menghasilkan rute dengan total jarak terpendek (Z), langkah selanjutnya adalah mengonversi jarak tersebut ke dalam satuan biaya finansial untuk keperluan analisis manajerial. Fungsi biaya operasional (TC) dirumuskan sebagai berikut:

$$TC = (Z \times C_{bbm} \times K_{konsumsi}) + (N_k \times C_{driver}) + C_{fixed} \tag{10}$$

Keterangan:

- TC : Total Biaya Operasional (Rupiah).
- Z : Total Jarak Rute Optimal hasil algoritma (km).
- C_{bbm} : Harga bahan bakar per liter (Rp).
- $K_{konsumsi}$: Rasio konsumsi bahan bakar kendaraan (Liter/km).
- N_k : Jumlah kendaraan yang digunakan.
- C_{driver} : Upah harian supir (Rp/hari).
- C_{fixed} : Biaya tetap/penyusutan kendaraan (Rp).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Masukan

Tabel 1. Data Lokasi Pelanggan dan Permintaan (*Demand*)

ID Node	Nama Lokasi (Pelanggan)	Koordinat (Lat, Long)	Permintaan (Kg)	Jendela Waktu
0	Depot (Gedebage)	-6.9463, 107.7031	0	07:00 - 17:00
1	Toko A (Dago Atas)	-6.8732, 107.6201	450	08:00 - 12:00
2	Toko B (Cihampelas)	-6.9034, 107.6042	300	09:00 - 14:00
3	Toko C (Buah Batu)	-6.9421, 107.6321	600	08:00 - 16:00
4	Toko D (Cibiru)	-6.9245, 107.7198	250	08:00 - 16:00
5	Toko E (Antapani)	-6.9134, 107.6602	350	08:00 - 16:00
Total			1.950 Kg	

Tabel 2. Parameter Kendaraan dan Biaya

Parameter	Nilai / Satuan	Keterangan
Jenis Armada	Truk Engkel Box (CDE)	Armada standar logistik kota
Kapasitas Maksimum (Q)	2.200 kg	Batasan <i>Constraint</i>
Konsumsi BBM	1 Liter / 8 km	Rata-rata dalam kota
Harga BBM (<i>Dexlite</i>)	Rp. 14.550 / Liter	Harga keekonomian saat ini
Upah Supir	Rp. 150.000 / Hari	Biaya tetap per rute
Kecepatan Rata-rata	30 km/jam	Kondisi macet perkotaan

3.2. Hasil Optimasi

Perbandingan algoritma dari Rute Manual (*Eksisting*) dimana Supir mengirim berdasarkan urutan order yang masuk atau intuisi (seringkali acak/zigzag), dibandingkan dengan Rute Usulan (Algoritma Genetika) yang merupakan hasil urutan terbaik dari sistem.

Tabel 3. Perbandingan Urutan Rute

Metode	Urutan Kunjungan (Sequence)	Visualisasi Logika
Manual (Eksisting)	Depot → Toko B (Cihampelas) → Toko D (Cibiru) → Toko A (Dago) → Toko C (Buah Batu) → Toko E (Antapani) → Depot	<i>Zig-zag (Barat ke Timur, balik ke Utara, lalu Selatan)</i>
Optimasi (Genetika)	Depot → Toko D (Cibiru) → Toko E (Antapani) → Toko A (Dago) → Toko B (Cihampelas) → Toko C (Buah Batu) → Depot	<i>Melingkar (Loop) yang efisien searah jarum jam</i>

Tabel 4. Analisis Efisiensi Biaya

Data ini diperoleh dari hasil kalkulasi jarak Google Maps API berdasarkan rute di Tabel 3

Indikator Kinerja	Rute Manual (<i>Eksisting</i>)	Rute Optimasi (Usulan)	Penghematan (Selisih)	Persentase (%)
Total Jarak Tempuh	68.5 km	42.2 km	26.3 km	38.3%
Total Waktu Tempuh	3 jam 45 menit	2 jam 10 menit	1 jam 35 menit	42.2%
Biaya BBM (Rp)	Rp. 124.584	Rp. 76.745	Rp. 47.839	38.3%
Biaya Operasional Total*	Rp. 274.584	Rp. 226.745	Rp. 47.839	17.4%

*Biaya Operasional Total = Biaya BBM + Upah Supir (Rp 150.000).

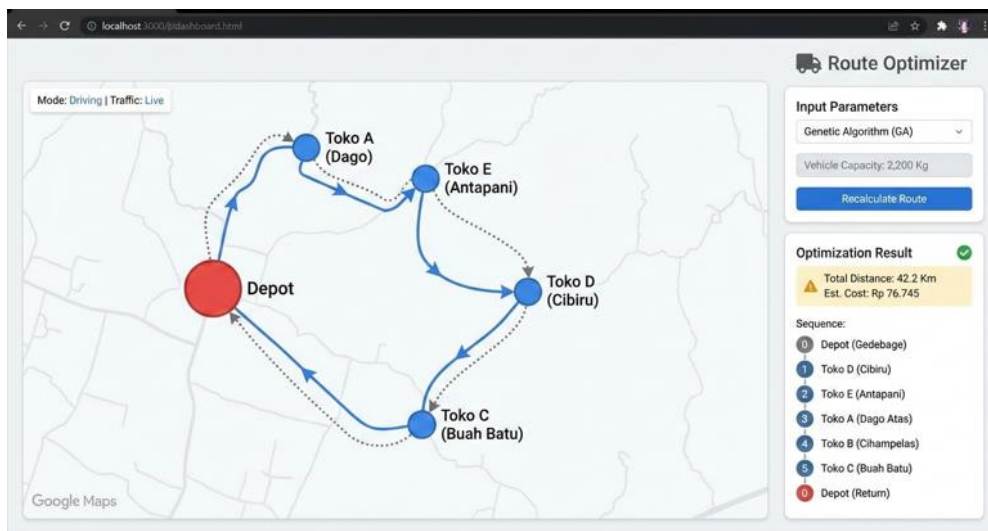
Berdasarkan Tabel 4, penerapan Algoritma Genetika berhasil memangkas jarak tempuh sebesar 26,3 km per satu kali putaran distribusi. Jika diasumsikan perusahaan beroperasi 25 hari kerja per bulan, maka total penghematan biaya BBM mencapai **Rp 1.195.975 per bulan per truk**. Selain itu, penghematan waktu 1,5 jam memungkinkan supir untuk melakukan trip kedua jika ada lonjakan permintaan.

3.3. Implementasi Sistem

Pengembangan sistem optimasi rute dilakukan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman Python untuk sisi *backend* (Algoritma Genetika) dan kerangka kerja Flask. Antarmuka sistem dirancang agar *user-friendly* bagi operator logistik.

1. Antarmuka Sistem.

Gambar 2 menampilkan halaman utama sistem di mana operator dapat memasukkan daftar pengiriman harian. Sistem terintegrasi dengan Google Maps untuk memvisualisasikan titik-titik pelanggan dan rute yang terbentuk.



Gambar 2. Antarmuka Dashboard Sistem Optimasi Rute.

Peta sebelah kiri menunjukkan sebaran lokasi pelanggan, panel kanan menunjukkan urutan kunjungan hasil optimasi.

2. Integrasi Google Maps API

Salah satu keunggulan sistem ini adalah penggunaan data jarak riil (*real-time distance*) menggantikan jarak *Euclidean*. Hal ini krusial karena kondisi jalan di area studi kasus (Bandung) memiliki banyak jalan satu arah dan hambatan geografis. Berikut adalah *pseudocode* mekanisme pemanggilan *Distance Matrix API* untuk mendapatkan matriks biaya (C_{ij}):

```
FUNCTION Get_Real_Distance(Origin_Coord, Dest_Coord):  
  API_KEY = "YOUR_GOOGLE_API_KEY"  
  URL = "https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json"  
  PARAMETERS = {  
    "origins": Origin_Coord,  
    "destinations": Dest_Coord,  
    "mode": "driving", # Mode berkendara truk/mobil  
    "traffic_model": "best_guess" # Memperhitungkan kemacetan rata-rata  
  }  
  RESPONSE = Call_API(URL, PARAMETERS)  
  IF RESPONSE.status == "OK":
```

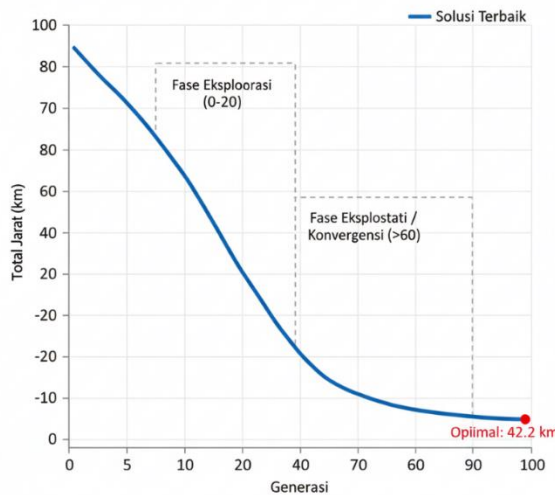
```

    Distance_Value = RESPONSE.rows[0].elements[0].distance.value
    Duration_Value = RESPONSE.rows[0].elements[0].duration.value
    RETURN Distance_Value, Duration_Value
    ELSE:
    RETURN Error
    END FUNCTION
    
```

Kode di atas memastikan bahwa fungsi kebugaran (*fitness function*) dalam Algoritma Genetika mengevaluasi kromosom berdasarkan kondisi jalan yang sebenarnya, bukan garis lurus imajiner.

3. Konvergensi Algoritma

Parameter Algoritma Genetika yang digunakan meliputi Ukuran Populasi = 50, Probabilitas Crossover (P_c) = 0.8, Probabilitas Mutasi (P_m) = 0.1, dan Jumlah Generasi = 100.



Gambar 3. Konvergensi Algoritma Genetika

Gambar 3 menunjukkan grafik konvergensi pencarian solusi. Terlihat bahwa pada generasi awal (1-20), nilai total jarak menurun drastis seiring dengan proses seleksi alam yang mengeliminasi rute-rute buruk. Grafik mulai landai (*converge*) pada generasi ke-60, menandakan bahwa algoritma telah menemukan solusi optimal atau mendekati optimal (*near-optimal solution*) dengan total jarak minimum.

3.4. Analisis Perbandingan Route

Evaluasi kinerja rute dilakukan dengan membandingkan rute eksisting (manual/intuisi supir) dengan rute usulan (hasil algoritma). Data uji coba menggunakan skenario pengiriman ke 5 titik distribusi di wilayah Bandung Timur dan Utara.

Tabel 5. Perbandingan Rute Eksisting vs Rute Usulan

Parameter	Kondisi Awal (Eksisting)	Kondisi Usulan (Algoritma)
Urutan Kunjungan	Depot → Cihampelas → Cibiru → Dago → Buah Batu → Antapani → Depot	Depot → Cibiru → Antapani → Dago → Cihampelas → Buah Batu → Depot
Visualisasi Pola	Zig-zag (Bolak-balik Barat-Timur)	Clustering dan Looping (Searah jarum jam)
Total Jarak	68.5 Km	42.2 Km
Total Waktu	225 Menit	130 Menit

Berdasarkan Tabel 5, rute *eksisting* menunjukkan inefisiensi yang signifikan. Pola perjalanan "zig-zag" terjadi karena supir cenderung mengunjungi toko berdasarkan urutan faktur yang dicetak, bukan

berdasarkan kedekatan geografis. Sebagai contoh, perjalanan dari Cihampelas (Barat) langsung ke Cibiru (Timur) lalu kembali lagi ke Dago (Utara) menyebabkan pemborosan jarak yang besar.

Sebaliknya, Algoritma Genetika berhasil membentuk rute yang lebih sistematis dengan pendekatan pengelompokan wilayah (*clustering*). Sistem mengarahkan kendaraan untuk menyelesaikan pengiriman di area terjauh terlebih dahulu (Cibiru & Antapani), kemudian bergerak menyusuri area utara (Dago) dan pusat kota (Cihampelas), sebelum kembali ke Depot. Pola ini meminimalkan terjadinya *backtracking* (melewati jalan yang sama berulang kali) sehingga total jarak tempuh dapat direduksi sebesar 26,3 km atau setara dengan efisiensi 38,3%.

3.5. Analisis Efisiensi Biaya

Peningkatan efisiensi teknis pada sub-bab sebelumnya berdampak langsung pada struktur biaya operasional perusahaan. Analisis ini menggunakan asumsi harga bahan bakar (*Dexlite*) sebesar Rp 14.550/liter dan rasio konsumsi bahan bakar truk CDE 1:8 (1 liter untuk 8 km).

1. Perhitungan Penghematan Biaya (*Cost Saving*).

Penghematan biaya variabel harian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Saving} = \frac{\Delta \text{Jarak}}{\text{Rasio BBM}} \times \text{Harga BBM}$$

$$\text{Saving Harian} = \frac{26,3 \text{ km}}{8 \text{ km/L}} \times \text{Rp } 14.550 = \text{Rp } 47.839 \text{ per hari/truk}$$

Jika diasumsikan perusahaan beroperasi selama 25 hari kerja dalam sebulan, maka proyeksi penghematan bulanan adalah:

$$\text{Total Saving} = \text{Rp. } 47.839 \times 25 \text{ hari} = \text{Rp. } 1.195.975 \text{ per bulan}$$

Angka ini baru mencakup satu armada. Jika perusahaan mengoperasikan 10 armada truk dengan karakteristik rute serupa, potensi penghematan total dapat mencapai **Rp. 11.959.750 per bulan**.

2. Dampak terhadap KPI Logistik.

Penerapan rute optimal berdampak positif pada *Key Performance Indicators* (KPI) logistik.

a. *On-Time Delivery* (OTD)

Pengurangan waktu tempuh sebesar 95 menit (1 jam 35 menit) memberikan *buffer time* yang cukup bagi supir untuk mengantisipasi kemacetan tak terduga, sehingga risiko keterlambatan pengiriman menurun drastis.

b. *Asset Utilization*

Dengan waktu tempuh yang lebih singkat, ketersediaan armada meningkat. Truk yang kembali ke depot lebih awal dapat diberdayakan untuk trip kedua (*second rit*) atau pemeliharaan rutin, meningkatkan produktivitas aset.

3. Implikasi Manajerial

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa rekomendasi kebijakan bagi manajemen.

a. Standardisasi Rute

Manajemen perlu mengubah budaya kerja dari "rute berbasis intuisi supir" menjadi "rute berbasis sistem". Penggunaan aplikasi navigasi yang terintegrasi dengan hasil optimasi harus diwajibkan (SOP baru).

b. Skema Insentif

Untuk mengurangi resistensi perubahan dari supir, perusahaan dapat mengalokasikan sebagian dari nilai penghematan BBM (misalnya 20%) sebagai insentif kinerja bagi supir yang patuh pada rute sistem dan efisien dalam penggunaan bahan bakar.

c. Evaluasi Berkala

Manajemen perlu melakukan audit rute setiap 3 bulan untuk menyesuaikan parameter algoritma dengan perubahan kondisi lalu lintas atau penambahan titik pelanggan baru.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang bangun sistem pendukung keputusan logistik berbasis web yang mengintegrasikan Algoritma Genetika dengan Google Maps API untuk mengatasi inefisiensi penentuan rute distribusi yang sebelumnya dilakukan secara manual. Berdasarkan hasil pengujian, sistem terbukti mampu merekonstruksi pola distribusi menjadi lebih terklastrer dan akurat berkat penggunaan data jarak *real-time*, menghasilkan reduksi total jarak tempuh yang signifikan sebesar **38,3%** (setara dengan **26,3 km** per rute) dibandingkan metode eksisting. Peningkatan efisiensi teknis ini memberikan implikasi manajerial yang nyata berupa penghematan biaya operasional kendaraan sebesar **Rp 1.195.975 per truk per bulan**, sehingga penerapan sistem ini direkomendasikan sebagai strategi strategis perusahaan untuk meminimalkan pemborosan logistik, meningkatkan profitabilitas, serta menjamin ketepatan waktu pengiriman. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan model yang mengakomodasi batasan waktu yang lebih ketat (*hard time windows*) serta kondisi kemacetan dinamis yang berubah setiap jam (*dynamic traffic forecasting*) untuk meningkatkan akurasi perencanaan.

REFERENSI

- Abidin, Aulia Akbar. 2024. "Optimasi Rute Distribusi Untuk Penghematan Biaya Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix Di PT. Bangun Putra Karawang Storage Sukanda Djaya."
- Akhadah, Sisilia Firda Laila. 2025. "Penerapan Algoritma Ant Colony Pada Pendistribusian Barang."
- Azmi, Ahdan Zaky Tsasbitul. 2024. "Penyelesaian Kasus Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Metode Nearest Neighbour Untuk Optimalisasi Distribusi Di Cv Jatim." HAERUNNISYA, HAERUNNISYA. 2025. "Impementasi Ant Colony Optimization Algorithm Untuk Optimasi Rute Terpendek Dalam Pengiriman Barang."
- Mukarim, Rifki Nurul. 2025. "Optimasi Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows Menggunakan Algoritma Adaptive Large Neighborhood Search (ALNS) Untuk Minimasi Jarak (Studi Kasus: PT. Pos Logistik Indonesia)."
- Nazry, Hevlie Winda Nazry S, Ferdy Riza, Firaahmi Rizky, Zuli Agustina Gultom, Muhammad Haris, and Mika Debora Br Barus. 2025. "Model Optimasi Model Optimasi Rute Transportasi Berbasis Pemrograman Linear." *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)* 4(1): 75–81.
- Patampang, Falmawanty, and Eliyanti A Mokodompit. 2025. "Integrasi Transportasi Laut Dalam Global Supply Chain: Kajian Literatur Mengenai Efisiensi, Keberlanjutan, Dan Daya Saing." *EKONOMIKA45: Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi Bisnis, Kewirausahaan* 13(1): 457–68.
- Putri, Ni Putu Kiran Rizky. 2025. "Perancangan Aplikasi Penentuan Rute dan Biaya Distribusi Logistik."
- Rafi, Muhammad, Fitri Okana Angkat, Gress Alethea, and Arif Devi Dwipayana. 2024. "Optimalisasi Pemilihan Rute Dan Moda Pada Proses Distribusi Produk Yang Kaitannya Dengan Biaya Logistik." In *Berkala Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*, , 162–71.
- Ramadhani, Siti Dinar Rezki. 2022. "Optimasi Rute Distribusi Berdasarkan Vehicle Routing Problem Dengan Fuzzy Time Windows."
- Safitri, Novia, Yeni Oren Saputri, and Iwan Marta Sanjaya. 2025. "Analisis Peran Investasi Dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Nasional Di Era Globalisasi." *Jurnal Media Akademik (JMA)* 3(11).
- Sahara, Siti, and Yogi Saputra. 2023. "Pengaruh Transportasi Darat Terhadap Kelancaran Distribusi Logistik." *Innovative: Journal Of Social Science Research* 3(6): 8794–8800.
- Sitorus, Budi Santoso. 2022. "Peranan Transportasi Multimoda Dan National Logistic Ecosystem (NLE) Dalam Meningkatkan Daya Saing Logistik Nasional." *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik* 8(1): 22.
- Soepriyadi, Irzan. 2021. "Dukungan Terhadap Pengembangan Industri Logistik Kargo Atau Barang Udara." *Mediastima* 27(2): 110–39.
- Syaputra, Prasetya Ega. 2024. "Kajian Integrasi Transportasi Multi Moda Untuk Menekan Biaya Logistik Pada Wilayah Kepulauan: Studi Kasus Pada Pulau Bawean." *Jurnal Transportasi* 24(1): 49–61.