

# Optimalisasi Rute Distribusi pada Gudang YU Pet Shop Guna Meminimalkan Biaya Transportasi

Erwan Arif \*, Jaka Purnama

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur  
E-mail: [erwanarif21@gmail.com](mailto:erwanarif21@gmail.com)\*

## Abstract

*YU Pet Shop warehouse faces inefficiencies in the distribution of cat food, as delivery routes are manually determined by drivers without considering distance or vehicle capacity. This study aims to optimize distribution routes using the Ant Colony Optimization (ACO) method to reduce operational costs, particularly fuel and labor expenses. The results show that the total monthly travel distance can be reduced from 852 km to 661.6 km, achieving an efficiency gain of 22.34%. This reduction leads to monthly fuel savings of IDR 144,160 and labor cost savings of IDR 400,000. Therefore, the implementation of ACO has proven effective in improving distribution efficiency and significantly reducing transportation costs, thus supporting a more competitive and efficient company operation.*

**Keywords:** Ant Colony Optimization, Distribution, Efficiency, Route Optimization, Transportation Cost

## Abstrak

*Gudang YU Pet Shop menghadapi permasalahan dalam pengelolaan distribusi makanan kucing yang belum efisien, karena rute pengiriman ditentukan secara manual oleh sopir tanpa mempertimbangkan jarak dan kapasitas kendaraan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan rute distribusi menggunakan metode Ant Colony Optimization (ACO) guna menurunkan biaya operasional, khususnya biaya bahan bakar dan tenaga kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total jarak tempuh bulanan dapat dikurangi dari 852 km menjadi 661,6 km, dengan efisiensi sebesar 22,34%. Penghematan biaya bahan bakar mencapai Rp 144.160 per bulan, sedangkan biaya tenaga kerja berkurang Rp 400.000 per bulan. Dengan demikian penerapan ACO terbukti mampu meningkatkan efisiensi distribusi dan mengurangi biaya transportasi secara signifikan, sehingga mendukung operasional perusahaan yang lebih kompetitif dan efektif.*

**Kata kunci:** Ant Colony Optimization, Biaya transportasi, Distribusi, Efisiensi, Optimasi Rute

## 1. Pendahuluan

Gudang YU Pet Shop, sebagai salah satu penyedia makanan kucing, menemui rintangan dalam mengatur biaya distribusi yang efisien. Margin keuntungan dapat tergerus dan daya saing perusahaan dapat terpengaruh oleh tingginya biaya distribusi di pasar yang kian kompetitif. Saat ini gudang YU Pet Shop memiliki 21 *customer* yang tersebar di wilayah Surabaya dan Sidoarjo dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda. Frekuensi pengiriman dilakukan satu kali dalam setiap minggu untuk setiap toko.

**Tabel 1.**  
Data Lokasi *Customer*

NO	TOKO	ALAMAT
1	R1	Lakarsantri, Surabaya
2	R2	Klakah Rejo, Surabaya

3	R3	Lontar, Surabaya
4	R4	Simomulyo, Surabaya
5	R5	Kutisari, Surabaya
6	R6	Kali Rungkut, Surabaya
7	R7	Penjaringan Sari, Surabaya
8	R8	Medaeng, Kabupaten Sidoarjo
9	R9	Gading, , Surabaya
10	R10	Kebonagung, Kabupaten Sidoarjo
11	R11	Pepelegi, Kabupaten Sidoarjo
12	R12	Bringin Bendo, Kabupaten Sidoarjo
13	R13	Semambung, Kabupaten Sidoarjo
14	R14	Suko, Kabupaten Sidoarjo
15	R15	Kebraon, Surabaya
16	R16	Pagesangan, Surabaya
17	R17	Wonokromo, Surabaya

18	R18	Ngagelrejo, Surabaya
19	R19	Margorejo, Surabaya
20	R20	Tenggilis Mejoyo, Surabaya
21	R21	Petemon, Surabaya

Pendistribusian makanan kucing di Gudang YU Pet Shop melibatkan beberapa perjalanan dengan jarak yang bisa dianggap tidak efisien, karena pengiriman dilakukan berdasarkan pemilihan rute yang tidak jelas, yaitu sesuai dengan pilihan supir tanpa mempertimbangkan jarak lokasi gudang ke *customer*, jarak antar *customer*, dan kapasitas kendaraan. Dalam penelitian ini, efektivitas dalam penentuan rute mengacu pada upaya untuk memilih rute yang tepat guna mencapai tujuan yang ditetapkan dan menghindari dampak negatif dari proses distribusi di perusahaan. Oleh karena itu, dibutuhkan optimalisasi rute menggunakan metode *ant colony optimization* (ACO). Tujuan dari penelitian ini yaitu membentuk rute optimal yang lebih efektif sehingga biaya transportasi yang meliputi biaya bahan bakar dan biaya tenaga kerja pengiriman bisa lebih hemat.

### 1.1 Distribusi

Dalam suatu rantai pasok, distribusi adalah proses memindahkan barang dari penyedia kepada pelanggan. Karena distribusi memiliki dampak langsung terhadap kebutuhan pelanggan dan biaya rantai pasok, maka distribusi merupakan komponen penting dalam potensi keuntungan suatu bisnis. Distribusi adalah kegiatan mengantarkan barang dan jasa dari produsen kepada konsumen dalam jumlah, kualitas, dan waktu yang tepat dengan biaya tertentu. Untuk mencapai hal ini, seorang distributor harus mengetahui cara tercepat dan paling efisien untuk mengirimkan barang dan jasa tersebut dari produsen ke konsumen [1].

### 1.2 Transportasi

Memindahkan orang dan barang (muatan) dari satu lokasi ke lokasi lain dikenal sebagai transportasi. Pergerakan dan pemindahan fisik penumpang serta barang (komoditas) ke tempat yang baru merupakan dua komponen terpenting dalam transportasi [2].

Segala jenis kendaraan yang menggunakan jalan untuk mengangkut orang atau barang disebut sebagai transportasi darat [3]. Di antara komponen-komponen transportasi adalah::

1. Ada muatan yang diangkut.
2. Tersedia kendaraan.
3. Jalanan / jalur yang dapat dilalui.
4. Adanya terminal awal dan terminal tujuan.
5. Adanya tenaga kerja serta struktur organisasi atau manajemen yang

bertanggung jawab dalam menjalankan kegiatan transportasi tersebut.

### 1.3 Ant Colony Optimization

*Ant Colony Optimization* (ACO) menurut sistem semut, yaitu perilaku koloni semut [4]. Koloni semut dapat menggunakan komunikasi *pheromone* untuk menentukan rute tercepat dari sarangnya ke sumber makanan. Kelenjar endokrin menghasilkan zat kimia yang disebut *pheromone*, yang digunakan untuk mengenali anggota dari spesies yang sama, individu, atau kelompok serta membantu proses reproduksi. Semut meninggalkan *pheromone* saat mereka bergerak. Semut menggunakan mekanisme yang dikenal sebagai *stigmergy* untuk meninggalkan *pheromone*. *Stigmergy* adalah proses dimana semut mengubah lingkungannya sebagai alat komunikasi dan bantuan memori untuk kembali ke sarang [5].

### 1.4 Ant System

*Traveling Salesman Problem* (TSP) diselesaikan menggunakan algoritma *Ant System* (AS), yang merupakan algoritma *Ant Colony Optimization*. Algoritma *Ant System* (AS) terdiri dari semut-semut yang bekerja sama dan saling berkomunikasi melalui *pheromone*. Algoritma ini melakukan langkah-langkah sebagai berikut: setiap semut memulai perjalanannya dari titik awal yang telah ditentukan. Semut-semut tersebut secara berulang mengunjungi setiap lokasi satu per satu untuk menyelesaikan perjalanannya. Pemilihan lokasi yang akan dikunjungi oleh semut didasarkan pada aturan transisi status yang menggunakan fungsi probabilitas dengan mempertimbangkan *invers* jarak dan jumlah *pheromone* antara dua lokasi. Aturan transisi status yang digunakan dalam algoritma *Ant System* (AS) disebut *random proportional rule* [4].

Semut cenderung bergerak menuju daerah yang memiliki tingkat *pheromone* lebih tinggi dan dihubungkan oleh jalur yang lebih pendek [6]. *Tabu list* adalah jenis memori yang dimiliki oleh setiap semut. *Tabu list* berisi catatan semua lokasi yang dikunjungi semut selama melakukan perjalanan. Dengan mencegah semut kembali ke lokasi yang sama, *tabu list* membantu algoritma menemukan solusi yang hampir optimal. *Tabu list* akan penuh ketika semut telah menyelesaikan perjalanannya.

### 1.5 Nilai Efektifitas

Nilai efektivitas digunakan untuk mengukur apakah rute yang diperoleh dari suatu perhitungan lebih pendek atau lebih panjang jika dibandingkan dengan rute yang sudah ada. Nilai ini dapat dihitung berdasarkan perbandingan jarak tempuh hasil perhitungan dan jarak yang diperoleh dari

Google Maps, menggunakan persamaan berikut [7].

## 2. Metodologi

### 2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) yang digunakan untuk mengoptimalkan rute distribusi dari satu gudang ke beberapa titik pelanggan. Tahapan penelitian yang dipakai untuk melakukan penelitian di Gudang YU Pet Shop adalah sebagai berikut.

#### 1. Studi Lapangan

Studi lapangan pada penelitian ini dilakukan pada Gudang YU Pet Shop untuk mengetahui proses distribusi makanan kucing dan informasi pendukung lainnya. Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Februari 2025 hingga selesai.

Studi lapangan merupakan salah satu langkah penting dalam metodologi penelitian yang dilakukan untuk menghimpun informasi secara langsung di lokasi atau lingkungan tempat objek penelitian berada. Tahapan ini memungkinkan peneliti untuk melakukan observasi, wawancara, atau pengambilan data primer lainnya guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan kontekstual mengenai fenomena yang diteliti. Dengan adanya studi lapangan, peneliti dapat memastikan bahwa data yang dikumpulkan bersifat aktual, relevan, dan mencerminkan kondisi nyata di lapangan, sehingga analisis yang dilakukan nantinya memiliki dasar yang kuat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

#### 2. Studi Literatur

Studi literatur yang diperlukan sebagai pemecah masalah pendistribusian makanan kucing pada perusahaan menggunakan metode penentuan rute. Studi literatur tersebut berupa landasan teori, jurnal/artikel dan buku-buku yang mendukung. Tujuannya adalah untuk memperoleh landasan teoritis yang sesuai dengan situasi lapangan dan mencari penyelesaian yang sesuai untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam perusahaan.

#### 3. Identifikasi Permasalahan

Gjhhgh Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di perusahaan. Identifikasi masalah dilaksanakan yang didasari oleh studi lapangan terhadap objek penelitian dan studi literatur mengenai permasalahan yang terjadi. Permasalahan pada penelitian ini adalah menentukan rute dengan jarak paling tepat dalam pendistribusian makanan kucing dan biaya yang dikeluarkan agar lebih efisien pada perusahaan.

#### 4. Tujuan Penelitian

Tahapan ini bermaksud untuk membantu peneliti tetap fokus pada topik yang sedang diteliti, sehingga proses penelitian bisa berlangsung secara sistematis dan tetap berada pada jalur yang sesuai dengan permasalahan yang ingin diselesaikan. Tujuan dari penelitian ini berfokus pada pemilihan rute dan biaya yang dikeluarkan dalam pendistribusian makanan kucing agar lebih efektif dan lebih efisien.

#### 5. Pengumpulan Data

Informasi secara rinci mengenai permasalahan yang terjadi penelitian ini memerlukan data yang dibutuhkan di tempat penelitian. Data yang ada dalam penelitian ini didapatkan dari sumber sebagai berikut:

- a. Lokasi pelanggan
- b. Jumlah permintaan
- c. Kapasitas dan jumlah kendaraan
- d. Rute perusahaan
- e. Jarak tempuh
- f. Biaya yang dikeluarkan

Teknik pengumpulan data data adalah langkah yang digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan demi mencapai tujuan dari penelitian ini. Pada penelitian ini, data dikumpulkan melalui beberapa metode. Metode wawancara, akan dilakukan dengan menggunakan pedoman dan etika wawancara yang baik. Data dikumpulkan dengan cara mewawancarai secara langsung pemilik atau pimpinan YU Pet Shop serta beberapa karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut. Metode observasi, diperlukan guna mengetahui alur berlangsungnya wawancara dan untuk memahami hasil wawancara dalam konteksnya. Observasi yang akan dilaksanakan mencakup subjek, perilaku subjek selama wawancara, interaksi antara subjek dan peneliti, serta unsur-unsur lain yang dianggap sesuai untuk memberikan data pelengkap mengenai hasil wawancara.

#### 6. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini memakai metode *Ant Colony Optimization* untuk mengetahui rute jarak paling tepat dengan menggabungkan beberapa lokasi pelanggan menjadi satu rute distribusi sesuai dengan kapasitas angkut pada permasalahan transportasi di perusahaan dan biaya yang dikeluarkan. Metode *Ant Colony Optimization* sebagai metode yang diharapkan dapat menghasilkan gabungan beberapa konsumen sebagai penghematan jarak tempuh yang akan dilewati oleh kendaraan. Hasil yang didapatkan berupa rute baru dan jarak tempuh yang digunakan pada saat kegiatan distribusi.

#### 7. Analisis dan Pembahasan

Setelah melewati tahapan pengolahan data dengan metode *Ant Colony Optimization*, kemudian dilakukan analisis data mengenai rute yang terpilih dengan jarak tempuh optimal, dan biaya distribusi yang efisien. Sehingga dapat diketahui rute dengan jarak tempuh paling tepat, dan biaya yang dikeluarkan seefisien mungkin.

8. Kesimpulan

Bagian terakhir dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan dengan menerapkan metode *Ant Colony Optimization* didapatkan beberapa kesimpulan. Dari sini akan diperoleh rekomendasi-rekomendasi yang dapat diberikan kepada Gudang YU Pet Shop untuk mengoptimalkan operasional distribusi makanan kucing agar mencapai tujuan yang diharapkan.

2.2 Data dan Permasalahan

1. Data Permintaan

Berikut data permintaan setiap *customer* gudang YU Pet Shop.

**Tabel 2.**  
Data Lokasi *Customer*

No	Cust omer	Deman d (kg)	No	Custo mer	Demand (kg)
1	R1	202	12	R12	140
2	R2	193	13	R13	157
3	R3	186	14	R14	134
4	R4	182	15	R15	132
5	R5	179	16	R16	170
6	R6	153	17	R17	177
7	R7	178	18	R18	170
8	R8	143	19	R19	149
9	R9	142	20	R20	179
10	R10	143	21	R21	199
11	R11	155			

2. Jenis kendaraan

Kendaraan yang digunakan pada saat proses pengiriman makanan kucing pada gudang YU Pet Shop adalah mobil *pick up* L300 berbahan bakar solar dengan kapasitas angkut 1135 kg.

3. Jarak antar lokasi

Jarak dari gudang menuju lokasi *customer* dan jarak antar *customer* ditampilkan pada lampiran.

4. Biaya Bahan Bakar

Harga solar adalah Rp 6.800/liter dengan efisiensi penggunaan 9 km/liter. Perhitungan biaya bahan bakar dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jarak tempuh (km)}}{\text{efisiensi (km/liter)}} \times \text{Harga per liter} \quad (1)$$

5. Biaya Tenaga Kerja Pengiriman

Biaya tenaga kerja yang diterapkan pada YU Pet Shop adalah satu rute diselesaikan dalam satu hari akan diberi gaji sebesar Rp 100.000

6. Rute Eksisting

Berikut merupakan rute eksisting distribusi pada gudang YU Pet Shop beserta total permintaan setiap rute, jarak tempuh, biaya bahan bakar, dan biaya tenaga kerja pengiriman.

**Tabel 3.**  
Data Rute Distribusi Gudang YU Pet Shop

Ru te	Rute Pengiriman	Dem and (kg)	Jara k Tempuh (km)	Bah an Bakar (Rp)	Gaji Karya wan (Rp)
1	G – R3	531	55,5 km	Rp	Rp
	– R1 –			41.9	100.00
	R2 – G			33	0
2	G – R5	711	39,2 km	Rp	Rp
	– R20 –			29.6	100.00
	R6 – R7			18	0
	– R9 –				
	G				
3	G – R11	668	52,9 km	Rp	Rp
	– R10 –			39.9	100.00
	R8 –			69	0
	R14 –				
	R12 – G				
4	G – R17	629	34,8 km	Rp	Rp
	– R18 –			26.2	100.00
	R21 –			93	0
	R19 – G				
5	G – R4	572	30,6 km	Rp	Rp
	– R13 –			41.0	100.00
	R15 –			27	0
	R16 – G				

7. Nilai Efektifitas

Nilai efektifitas dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jarak awal} - \text{Jarak penelitian}}{\text{Jarak awal}} \times 100\% \quad (2)$$

2.3 Parameter ACO

Parameter yang diimplementasikan dalam algoritma ACO adalah sebagai berikut :

1. Jumlah semut : 21
2. Iterasi maksimum : 700
3. Koefisien feromon (alpha) : 1
4. Koefisien jarak (beta) : 1
5. Tingkat evaporasi feromon (rho) : 0,1

2.4 Implementasi ACO dengan Python

Algoritma ACO diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman *python*.

Beberapa pustaka yang digunakan dalam proses implementasi antara lain :

1. *NumPy*, untuk mengolah data numerik dan matriks jarak.
2. *Random*, untuk proses probabilistik pemilihan rute semut
3. *distance\_matrix = np.array([, menunjukkan jarak antar titik.*
4. *heuristic = 1 / (distance\_matrix + np.eye(n))*, merupakan cara semut menilai seberapa menarik suatu jalan, berdasarkan jaraknya (semakin pendek semakin bagus).
5. *def construct\_solution( ):*, setiap semut mulai dari gudang (G) lalu memilih *retail* selanjutnya berdasarkan probabilitas (campuran antara feromon dan jarak). Terus berjalan hingga semua *retail* dikunjungi. Setelah selesai semut akan kembali ke gudang.
6. *def calculate\_length(tour):*, digunakan untuk menghitung jarak rute.
7. *def update\_pheromones(solutions):*, digunakan untuk memperbarui feromon.
8. *for iteration in range(num\_ iterations):*, pada setiap iterasi semua semut membangun solusi, feromon diperbarui, dan disimpan rute yang terbaik sejauh ini.
9. *print(f"\nIterasi {num\_ iteration}: Rute terbaik dengan total jarak {best\_ length:.2f} km") print("Rute terbaik akhir: ")*, Menampilkan rute terbaik dan total jaraknya setelah iterasi maksimal.

Dengan menggunakan *python*, proses metode *ant colony optimization* (ACO) dapat dilakukan secara efisien dan hasilnya dapat divisualisasikan untuk analisis lebih lanjut. Program *python* dirancang untuk :

1. Menginisialisasi semut dan *pheromone*.
2. Menentukan rute berdasarkan probabilitas kombinasi feromon dan jarak.
3. Memperbarui feromon berdasarkan kualitas solusi.
4. Melacak rute terbaik sepanjang iterasi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Rute Hasil Perbaikan

Setelah dilakukan pencarian rute optimal dengan metode *Ant Colony Optimization* maka didapatkan hasil rute optimal sebagai berikut :

- Rute 1 : G – R13 – R11 – R8 – R16 – R17 – R18 – R19 – G, dengan jarak tempuh 38,4 km dan total permintaan 1121 kg.
- Rute 2 : G – R14 – R10 – R12 – R1 – R2 – R3 – R15 – G, dengan jarak tempuh 74,8 km dan total permintaan 1130 kg.
- Rute 3 : G – R20 – R6 – R7 – R9 – R21 – R4 – G, dengan jarak tempuh 47,2 km dan total permintaan 1033 kg.

- Rute 4 : G – R5 – G, dengan jarak tempuh 5 km dan total permintaan 179 kg

Total panjang rute hasil perbaikan dengan frekuensi pengiriman satu kali dalam satu minggu adalah 165,4 km. Maka dalam satu bulan total jarak tempuh rute hasil perbaikan adalah 661,6 km.

Dalam satu bulan operasional, terjadi peningkatan efisiensi rute distribusi yang signifikan. Jarak tempuh total pada rute eksisting sebelumnya mencapai 852 km. Setelah dilakukan optimalisasi rute, jarak tempuh berkurang menjadi 661,6 km. Artinya, terjadi penghematan jarak tempuh sebesar 22,34% dalam satu bulan, yang berpotensi menurunkan biaya transportasi serta meningkatkan efisiensi waktu pengiriman.

#### 3.2. Biaya Bahan Bakar

Berdasarkan hasil perhitungan, rute eksisting memiliki jarak tempuh 852 km dalam satu bulan, sedangkan rute hasil perbaikan hanya menempuh 661,6 km dalam satu bulan. Dengan menggunakan bahan bakar solar seharga Rp 6.800/liter dan konsumsi rata-rata 9 km/liter, maka kebutuhan bahan bakar untuk rute eksisting sebesar 94,7 liter, yang jika dikalikan harga solar menghasilkan biaya bahan bakar sebesar Rp 643.960. Sementara itu, rute hasil perbaikan membutuhkan 73,5 liter, yang jika dikalikan dengan harga solar menghasilkan biaya bahan bakar sebesar Rp 499.800.

Dari perbandingan tersebut terjadi penghematan sebesar Rp 144.160 untuk biaya bahan bakar dalam satu bulan. Hal ini menunjukkan bahwa rute hasil perbaikan tidak hanya lebih efisien dalam hal jarak tempuh, tetapi juga memberikan penghematan biaya transportasi melalui penurunan konsumsi bahan bakar.

#### 3.3. Biaya Tenaga Kerja Pengiriman

Rute eksisting memiliki 5 rute pengiriman, jika 1 rute dilakukan dalam satu hari maka biaya tenaga kerja pengiriman yang harus dikeluarkan dalam satu minggu sebesar Rp 500.000 dan menjadi Rp 2.000.000 dalam satu bulan. Sedangkan rute hasil perbaikan memiliki 4 rute pengiriman, sehingga dalam satu minggu hanya mengeluarkan biaya sebesar Rp 400.000 dan menjadi Rp 1.600.000 dalam satu bulan.

Dari perbandingan tersebut terjadi penghematan sebesar Rp 400.000 untuk biaya tenaga kerja pengiriman dalam satu bulan. Hal ini menunjukkan bahwa rute hasil perbaikan tidak hanya lebih efisien dalam hal jarak tempuh, tetapi juga memberikan penghematan biaya transportasi melalui penurunan biaya tenaga kerja.

#### 4. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa optimalisasi rute distribusi memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi operasional. Total jarak tempuh bulanan berhasil dikurangi dari 852 km menjadi 661,6 km, menghasilkan penghematan sebesar 22,34%. Efisiensi ini berdampak langsung pada penurunan konsumsi bahan bakar dari 94,7 liter menjadi 73,5 liter per bulan, yang berimplikasi pada penghematan biaya bahan bakar sebesar Rp 144.160. Selain itu, jumlah rute pengiriman mingguan dapat dikurangi dari lima menjadi empat, sehingga menurunkan biaya tenaga kerja bulanan dari Rp 2.000.000 menjadi Rp 1.600.000. Total penghematan biaya tenaga kerja mencapai Rp 400.000 per bulan.

Dengan demikian, optimalisasi rute tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam hal jarak tempuh dan waktu pengiriman, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi nyata melalui pengurangan biaya bahan bakar dan biaya tenaga kerja. Hasil ini menunjukkan bahwa perbaikan rute distribusi memiliki potensi besar dalam mendukung operasional distribusi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Dirgantara, A., & Widiyanti, U. D. (2021). Sistem Informasi Manajemen Distribusi Pada Cv. Lasusua Foundation. *Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Dan Ilmu Komputer (JUPITER)*, 1(1), 11–19.
- [2] Ginting, A. F. (2024), *Analisis Penentuan Rute Distribusi Optimal Dalam Pendistribusian Ikan Mas Dengan Metode Saving Matriks*, Tugas Akhir, Universitas Medan Area, Medan.
- [3] Muharrir, K. Al, Shafwan, N., Saputra, T. A., & Sahara, S. (2023). Strategi Peningkatan Mutu Dalam Penggunaan Transportasi Darat. *Jurnal Salome: Multidisipliner Keilmuan*, 1(3).
- [4] Dorigo, M., Maniezzo, V., & Colorni, A. (1996). The Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part B*, 26(1), pp.1-13.
- [5] Karjono, K., Moedjiono, M., & Kurniawan, D. (2016). Ant Colony Optimization. *Jurnal Ticom*, 4(3), 119-125.
- [6] Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). *Ant Colonies for the Travelling Salesman Problem*. *Tech.Rep/IRIDIA/1996-03*. Universite Libre de Bruxelles, Belgium.
- [7] Syihabuddin, R. F. (2021). *Implementasi Algoritma A-Star dalam Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Kota Malang*, Tugas Akhir, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang.
- [8] Yetrina, M., & Nainggolan, D. S. (2021). Penentuan Rute Distribusi Untuk Meminimasi Biaya Distribusi di UKM Habis Snack. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 3(1), 247–253.
- [9] Suparjo. (2017). Metode Saving Matrix Sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi. *Media Ekonomi Dan Manajemen*, 32(2), 137–153.
- [10] Andalia, W., Oktarini, D., & Humairoh, S. (2021). Penentuan pola distribusi optimal menggunakan metode saving matrix untuk meningkatkan fleksibilitas pemesanan. *Journal Industrial Services*, 7(1).

## LAMPIRAN

Tabel matriks jarak dari gudang ke lokasi *customer* dan jarak antar *customer*

Dari / Ke	G	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21
G	0	18	21	19	14	2,5	8,2	11	6	17	15	4,9	12	6,2	7,9	9,3	8,3	8,8	9,7	9,5	6,4	15
R1	18	0	7,1	6,4	14	19	19	21	14	26	21	19	17	21	16	11	13	11	15	16	19	16
R2	21	7,1	0	5,5	7	19	18	20	21	16	28	22	27	24	24	17	18	15	13	15	18	9,3
R3	19	6,4	5,5	0	7	16	16	17	15	17	21	19	18	20	16	11	13	10	11	12	15	9,3
R4	14	14	7	7	0	12	12	13	15	12	25	16	21	17	18	11	12	9	5,3	9,2	12	3,2
R5	2,5	19	19	16	12	0	5,2	8,1	6,9	14	16	7,5	13	8,8	9,4	10	7,3	6,6	7,5	4,9	4,2	13
R6	8,2	19	18	16	12	5,2	0	3	10	11	20	11	16	8	13	14	11	8,5	5,4	6,1	2,1	13
R7	11	21	20	17	13	8,1	3	0	12	9,7	22	13	18	11	15	15	13	9,9	6,8	7,5	5,5	15
R8	6	14	21	15	15	6,9	10	12	0	19	11	2,8	8,1	5,7	4,5	5,4	4,2	8,2	9,1	9	9,6	14
R9	17	26	16	17	12	14	11	9,7	19	0	27	19	24	20	20	17	17	12	8,3	12	12	8,8
R10	15	21	28	21	25	16	20	22	11	27	0	13	8,6	14	8,4	12	12	16	19	19	19	24
R11	4,9	19	22	19	16	7,5	11	13	2,8	19	13	0	11	4,6	4	8,4	7,2	8,8	9,6	9,5	10	15
R12	12	17	27	18	21	13	16	18	8,1	24	8,6	11	0	14	7,5	8,2	8,3	13	15	15	16	21
R13	6,2	21	24	20	17	8,8	8	11	5,7	20	14	4,6	14	0	6,9	11	9,6	11	12	12	13	17
R14	7,9	16	24	16	18	9,4	13	15	4,5	20	8,4	4	7,5	6,9	0	6,2	5	11	12	12	12	17
R15	9,3	11	17	11	11	10	14	15	5,4	17	12	8,4	8,2	11	6,2	0	3,8	5,2	8,9	10	13	13
R16	8,3	13	18	13	12	7,3	11	13	4,2	17	12	7,2	8,3	9,6	5	3,8	0	4,7	7,7	7,6	8,2	13
R17	8,8	11	15	10	9	6,6	8,5	9,9	8,2	12	16	8,8	13	11	11	5,2	4,7	0	3,3	4,4	7,4	8,4
R18	9,7	15	13	11	5,3	7,5	5,4	6,8	9,1	8,3	19	9,6	15	12	12	8,9	7,7	3,3	0	3,1	6,1	7,7
R19	9,5	16	15	12	9,2	4,9	6,1	7,5	9	12	19	9,5	15	12	12	10	7,6	4,4	3,1	0	3,6	9
R20	6,4	19	18	15	12	4,2	2,1	5,5	9,6	12	19	10	16	13	12	13	8,2	7,4	6,1	3,6	0	13
R21	15	16	9,3	9,3	3,2	13	13	15	14	8,8	24	15	21	17	17	13	13	8,4	7,7	9	13	0