

Analisis Penentuan Rute Distribusi Produk Makanan Menggunakan Pendekatan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses

Wayan Andika Riyantara^{1*}, Rudolf Simatupang², Eduart Wolok³, Idham Halid Lahay⁴, Hendra Uloli⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No. 6, Kelurahan Wumialo, Kecamatan Kota Tengah, Kota Gorontalo, Gorontalo, Indonesia.

E-mail: riyanandika975@gmail.com

* Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.2364>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 09 August 2025

Revised: 15 August 2025

Accepted: 22 August 2025

Kata Kunci:

Penentuan Rute Distribusi, Produk Makanan, Algoritma Ant Colony Optimization (ACO).

Keywords:

Distribution Route Determination, Food Products, Ant Colony Optimization (ACO) Algorithm.

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penentuan rute distribusi produk makanan PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses dengan menggunakan metode Ant Colony Optimization (ACO). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk merancang rute distribusi optimal pada PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses di Kabupaten Gorontalo. Melalui simulasi algoritma Ant Colony Optimization (ACO), penelitian ini menganalisis variabel jarak, waktu, dan biaya dengan data yang diperoleh dari studi literatur, wawancara, serta observasi lapangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jalur optimal yang terbentuk mampu meminimalkan jarak tempuh, waktu, serta biaya operasional. Armada 1 menempuh jarak 38,7 km dengan waktu 79 menit dan biaya Rp26.316, sedangkan Armada 2 menempuh 37,2 km dengan waktu 99 menit dan biaya Rp25.296. Mekanisme penguapan dan intensitas pheromone memengaruhi pemilihan jalur, di mana jalur ke-5 untuk Armada 1 dan jalur ke-1321 untuk Armada 2 menjadi rute tercepat dan paling efisien. Temuan ini membuktikan bahwa Ant Colony Optimization (ACO) efektif dalam menentukan jalur distribusi yang optimal bagi perusahaan.

This study aims to analyze the distribution route determination of PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses's food products using the Ant Colony Optimization (ACO) method. This study uses a quantitative approach to design the optimal distribution route at PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses in Gorontalo Regency. Through Ant Colony Optimization (ACO) algorithm simulation, this study analyzes the variables of distance, time, and cost with data obtained from literature studies, interviews, and field observations. The results of this study indicate that the optimal route formed is able to minimize travel distance, time, and operational costs. Fleet 1 traveled a distance of 38.7 km in 79 minutes and costs Rp26,316, while Fleet 2 traveled 37.2 km in 99 minutes and costs Rp25,296. The evaporation mechanism and pheromone intensity influence the route selection, where the 5th route for Fleet 1 and the 1321st route for Fleet 2 are the fastest and most efficient routes. These findings prove that Ant Colony Optimization (ACO) is effective in determining the optimal distribution route for the company.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: Wayan Andika Riyantara, et al (2025). Analisis Penentuan Rute Distribusi Produk Makanan Menggunakan Pendekatan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses, 4(1). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.2364>

PENDAHULUAN

Persaingan bisnis diberbagai sektor industri terlihat semakin ketat serta kompetitif. Perusahaan pun akan terus melakukan perbaikan serta pengembangan pada manajemen perusahaan agar dapat terus bersaing. Bidang distribusi menjadi salah satu perhatian perusahaan agar dapat memaksimalkan kinerja perusahaan. Sistem distribusi dapat dikatakan sebagai proses yang dilakukan produsen dan distributor untuk menyalurkan barang atau jasa kekonsumen. Sedangkan distribusi dikenal dengan proses memindahkan barang dari supplier ke konsumen dalam suatu supply chain (Heitasari & Ghifari, 2022).

Menurut (Jackye Jackson James & Andung Jati Nugroho, 2024) Distribusi melibatkan pengiriman atau pengantaran produk dari pabrik atau pusat distribusi kepelanggan melalui jaringan transportasi. Selama proses pendistribusian barang, hal yang sangat penting untuk diperhatikan adalah penentuan jadwal pengiriman dan juga rute yang dilewati armada dalam proses pengiriman. Pada proses pengiriman, jadwal pengiriman dan rute yang dilewati akan mempengaruhi jarak tempuh total, yang akan mempengaruhi waktu tempuh dan biaya transportasi. Tujuan utama menentukan rute adalah untuk mengurangi biaya operasional, waktu pengiriman, jarak pendistribusian dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Salsabila Islami Yusnindi & Handayani, 2022).

Distribusi merupakan salah satu aspek penting dalam dunia logistik yang mempengaruhi keberhasilan sistem pasokan dan efisiensi operasional sebuah perusahaan atau organisasi (Syukriah et al., 2022). Distribusi juga dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperluaskan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan) (Nugraha et al., 2020). Tujuan distribusi adalah untuk memastikan bahwa produk yang tepat tersedia pada saat yang tepat (Rahman et al., 2024). Pada saat ini kabupaten Gorontalo sedang meningkatkan kapasitas pelaku usaha kuliner untuk mendukung penguatan ekonomi daerah, pejabat sementara Bupati kabupaten gorontalo Drs. Syukri Botutihe mengatakan: “Kabupaten Gorontalo sedang giat melakukan pelatihan sebagai usaha dukungan nyata bagi Usaha Kuliner Local” (14 November 2024)-Millinov Boutique Hotel Gorontalo.

PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses sebagai salah satu perusahaan distribusi produk makanan yang menunjang sumber pangan didaerah gorontalo turut serta mendukung program dari pemerintah kabupaten Gorontalo sebagai penyuplai produk makanan. Keberhasilan Operasional perusahaan ini sangat bergantung pada efisiensi sistem distribusi yang digunakan.

Berdasarkan hasil wawancara bersama beberapa karyawan perusahaan, diketahui PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses mempunyai tantangan yang dihadapi yakni penentuan rute distribusi yang optimal. Selama ini sistem distribusi yang dilakukan perusahaan terlaksana secara acak (Distribusi Konvensional) serta pengiriman produk sering kali dilakukan tanpa mempertimbangkan optimalisasi kapasitas kendaraan, hal tersebut juga berdampak pada permasalahan lain seperti waktu pengiriman, jarak pendistribusian, biaya operasional dan kepuasan pelanggan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka solusi dari kendala tersebut akan dibuatkan rute pendistribusian produk makanan yang optimal untuk mengurangi biaya operasional, waktu pengiriman, jarak pendistribusian dan kepuasan pelanggan dengan menggunakan pendekatan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO). Dengan adanya sistem ini bertujuan untuk melaksanakan penerapan metode algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dalam menentukan rute distribusi produk makanan yang optimal dan mengevaluasi seberapa besar kemampuan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dapat mengurangi biaya, waktu dan jarak distribusi produk makanan dibandingkan dengan cara distribusi konvensional. Karena algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) memiliki keunggulan dapat memberikan solusi dengan batasan sumber daya yang dapat diatur sendiri serta memberikan solusi rute optimal yang cenderung konstan untuk beberapa kali pengujian (Yaputera et al., 2022).

Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) pertama kali diusulkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1991 sebagai thesis PhD-nya, dan pertama kali ditulis secara terperinci pada tahun 1996 dengan nama

Ant System (AS). Algoritma ini terinspirasi oleh perilaku koloni semut yang dapat menemukan jalan terpendek dari sarang menuju sumber makanan (Risqiyanti et al., 2019).

Menurut (Prasetio & Suseno, 2024) dalam beberapa dekade terakhir, pengembangan teknologi dan metode dalam dunia algoritma optimasi telah memberikan kontribusi signifikan dalam menyelesaikan masalah distribusi logistik, salah satunya adalah melalui penerapan metode Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO). Algoritma ini meniru perilaku koloni semut dalam mencari makanan, yang memungkinkan solusi untuk masalah optimasi ditemukan secara efisien dengan menyesuaikan parameter lingkungan dan pembelajaran berbasis pengalaman (Prasetyo et al., 2021).

Ant Colony Optimization (ACO) adalah salah satu metode dalam bidang kecerdasan buatan yang berbasis pada proses pencarian solusi yang dilakukan oleh semut dalam alam (Ihsan et al., 2024). Semut-semut ini dapat menemukan rute terbaik menuju makanan dengan mengikuti jejak feromon yang mereka tinggalkan. Dalam konteks distribusi bahan makanan, ACO dapat digunakan untuk mencari rute distribusi terbaik yang menghubungkan titik-titik pengiriman dengan efisiensi yang tinggi, baik dari segi waktu maupun biaya (Windarto & Sudirman, 2018).

METODE

Desain Penelitian

Desain penelitian ini akan mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang dapat diukur secara objektif dalam bentuk rute distribusi yang optimal berdasarkan beberapa variabel seperti jarak, waktu, dan biaya. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan simulasi penerapan metode ACO dalam perencanaan rute distribusi pada PT Cipta Langgeng Mitra Sukses.

Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah PT Cipta Langgeng Mitra Sukses, sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang distribusi produk makanan di wilayah Kabupaten Gorontalo. Lokasi distribusi produk makanan yang digunakan adalah area yang mencakup pusat distribusi dan beberapa titik tujuan yang menjadi sasaran pengiriman barang.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

Studi Literatur

Mencari referensi dan teori terkait dengan *Ant Colony Optimization* dan permasalahan rute distribusi yang ada. Hal ini bertujuan untuk pemecahan suatu permasalahan yang telah dirumuskan berdasarkan teori-teori yang didapatkan.

Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan responden, di mana peneliti mengajukan pertanyaan untuk menggali informasi mendalam tentang topik yang diteliti (Siti Romdona et al., 2025). Dalam hal ini peneliti melakukan wawancara dengan pihak manajemen dan staf operasional di PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses untuk mendapatkan data yang lebih mendalam mengenai sistem distribusi yang saat ini diterapkan. Hasil dari wawancara diperoleh permasalahan-permasalahan yang terjadi pada perusahaan PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses.

Observasi Lapangan

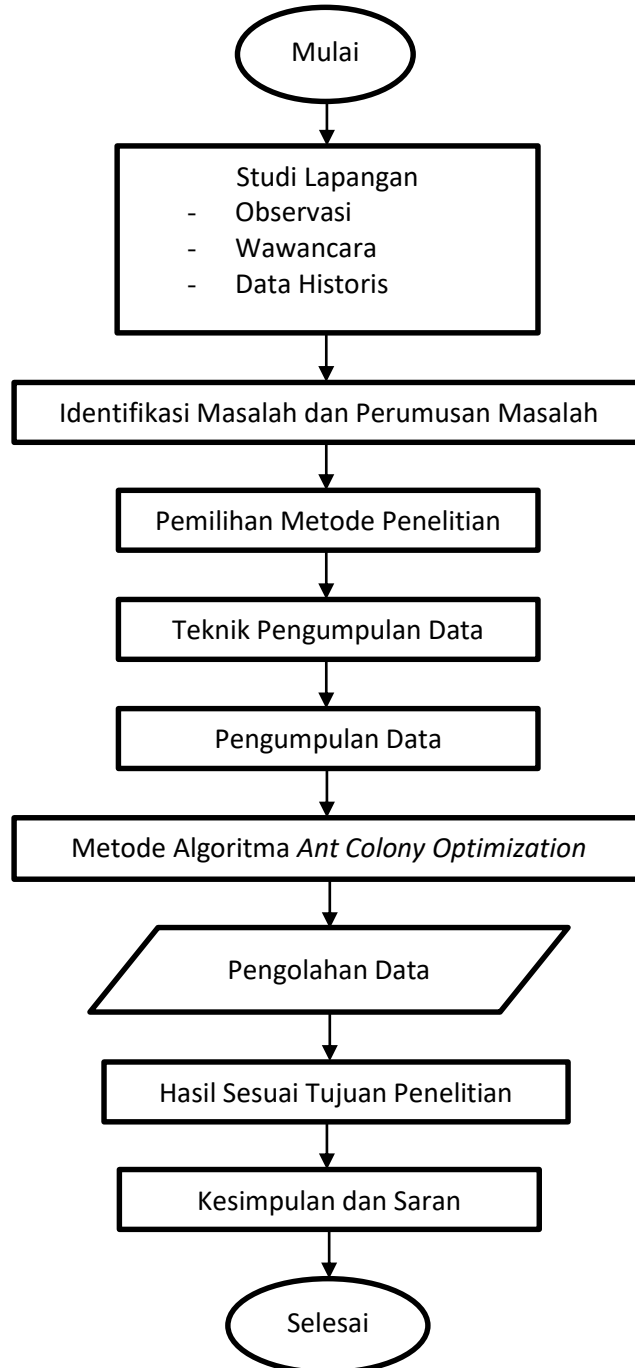
Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang melibatkan pengamatan langsung terhadap partisipan dan konteks yang terlibat dalam fenomena penelitian (Ardiansyah et al., 2023). Dalam hal ini peneliti melakukan wawancara dengan pihak manajemen dan staf operasional di PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses untuk mendapatkan data yang lebih mendalam mengenai sistem distribusi yang saat ini diterapkan. Hasil dari wawancara diperoleh permasalahan-permasalahan yang terjadi pada perusahaan PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses.

Ant Colony Optimization (ACO)

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi menggunakan *Ant Colony Optimization* (ACO). ACO adalah algoritma optimasi yang terinspirasi oleh perilaku koloni semut dalam mencari makanan yang optimal dengan cara berbagi informasi antar individu dalam koloni. ACO akan digunakan untuk menentukan rute distribusi yang optimal, dengan tujuan untuk meminimalkan jarak tempuh, waktu pengiriman, dan biaya yang dikeluarkan. (Udjulawa & Oktarina, 2022) Menurut (Syahr et al., 2023) langkah-langkah dalam penerapan ACO penelitian ini adalah:

1. Inisialisasi Parameter dengan menentukan parameter-parameter dalam ACO, seperti jumlah semut, jumlah iterasi, intensitas feromon, dan faktor pengaruh antara jarak dan feromon.
2. Penyusunan Graph yang mewakili pusat distribusi dan titik tujuan. Setiap titik akan menjadi node, dan setiap jarak antar titik akan menjadi edge yang memiliki bobot berdasarkan waktu atau biaya.
3. Proses Pencarian Rute, semut-semut dalam algoritma akan mencari rute distribusi dengan cara memilih jalur berdasarkan probabilitas yang dipengaruhi oleh feromon dan jarak.
4. Pembaruan Feromon setelah setiap iterasi, pembaruan feromon dilakukan untuk memperkuat jalur yang sering dipilih dan memperlemah jalur yang tidak optimal.
5. Evaluasi Hasil untuk menentukan apakah solusi yang ditemukan sudah optimal, dengan membandingkan total biaya atau waktu perjalanan dari berbagai rute yang dihasilkan.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses

PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses yang beralamatkan di Jln. Yusuf Hasiru, Kelurahan Bulotadaa Timur, Kec. Sibatana, Kota Gorontalo merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi produk makanan dan minuman dari produsen atau pabrik ke berbagai saluran pasar, seperti grosir, pengecer, restoran, hotel, dan konsumen langsung. jumlah tenaga kerja mencapai 127 karyawan. Beberapa produk yang didistribusikan mencakup kategori bahan makanan pokok seperti tepung, beras, gula, garam, minyak goreng dll. Fokus utama perusahaan adalah memastikan bahan makanan sampai ke tangan konsumen dengan kualitas terjaga, dalam jumlah yang sesuai, dan dengan harga yang kompetitif.

Daftar Jenis Produk Makanan

PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses telah menjalin kerja sama dengan sejumlah retailer sebagai mitra distribusi untuk mendistribusikan berbagai jenis produk kebutuhan pokok dan makanan kemasan. Berikut merupakan daftar jenis produk makanan dan kebutuhan pokok yang didistribusikan oleh PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses:

Tabel 1. Daftar Jenis Produk Makanan

No	Jenis Produk
1	Tepung Terigu
2	Gula Pasir
3	Beras
4	Garam
5	Minyak Goreng
6	Sarden Kaleng
7	Saus Tomat
8	Roti Kemasan
9	Cokelat
10	Air Mineral
11	Susu Kental Manis
12	Keju
13	Bumbu Instan
14	Snack Ringan
15	Sosis Kemasan
16	Biskuit/Wafer

Minyak goreng merupakan produk dengan tingkat distribusi tertinggi di antara semua jenis produk yang dipasarkan. Tingginya permintaan terhadap minyak goreng didorong oleh peran utamanya sebagai kebutuhan pokok rumah tangga serta kebutuhan usaha kuliner. Oleh karena itu, produk ini mendapatkan prioritas dalam proses pengiriman dan pengelolaan stok.

Data Jenis Armada

Adapun jenis dan kapasitas armada yang dimiliki PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses antara lain sebagai berikut:

Tabel 2. Data Jenis Armada

No	Jenis Armada	Deskripsi Penggunaan	Kapasitas Muatan
1	Armada Pick-Up	Digunakan untuk pengiriman dalam jumlah kecil maupun rute jarak pendek.	1 ton
2	Armada Box Kecil	Umumnya digunakan untuk distribusi retail atau pengiriman ke outlet dengan akses terbatas.	2 ton
3	Armada Engkel (Medium Truck)	Cocok untuk pengiriman dalam jumlah menengah, baik dalam kota maupun antarkota.	5 ton
4	Armada Fuso	Diprioritaskan untuk distribusi skala besar dengan jangkauan menengah hingga jauh.	8–12 ton

5	Armada Tronton	Digunakan untuk pengiriman dalam jumlah besar dan efisien dari sisi biaya logistik.	20 ton
---	----------------	---	--------

Penggunaan setiap jenis armada disesuaikan dengan kebutuhan distribusi yang mempertimbangkan jumlah permintaan, jarak tempuh, karakteristik produk dan kondisi geografis wilayah tujuan. Jumlah armada yang beroperasi pada perusahaan sebanyak 29 armada dan 12 armada yang beroperasi khusus dikota Gorontalo dengan kapasitas 5 ton.

Daftar Jumlah Retailer

Jumlah retailer yang menjadi mitra distribusi PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses diwilayah kota Gorontalo adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Daftar Jumlah Retailer

NO	RETAILER ARMADA 1	RETAILER ARMADA 2
1	Alfamart Bengawan Solo	Indogrosir Gorontalo
2	Omart Andalas	Muraa Supermarket Gorontalo
3	Supermarket Q-Mart Jl. Rambutan	Gelael Supermarket
4	Indomaret Raja Eyato	FOX Hotel Gorontalo
5	Mocca Delli Super Market	Toko Alfamart, Jl. Taman Bunga
6	Defa Mart	Indomaret Mayor Dullah
7	Kios Hafis	Toko Innara
8	Toko Ariel	Warkop Sarang Walet
		OTM Mart

Metode Algoritma Ant Colony Optimization untuk Pencarian Rute Optimal

Metode ACO diaplikasikan dengan cara menentukan jumlah titik yang akan dilalui semut dan mencari jarak antar titik tersebut. Kemudian menyusun rute kunjungan semut ke setiap kota dengan titik-titik yang ada hanya dikunjungi sekali dimana titik awal sama dengan titik akhir, dengan tujuan mencari rute terpendek terhadap n titik. Selanjutnya pemberian nilai intensitas jejak semut atau pheromone(τ_{rs}) yang dilakukan saat semut mengunjungi titik s setelah mengunjungi titik r, dan informasi heuristik (η_{rs}) merupakan informasi yang merepresentasikan kualitas suatu jarak antara titik r dan titik s. dengan (η_{rs}) = $1/d_{rs}$, d_{rs} adalah jarak antara titik r dan titik s.

Setiap semut memulai perjalanannya melalui sebuah titik yang sudah ditentukan. Secara berulang kali, satu persatu titik yang ada dikunjungi oleh semut dengan tujuan untuk menghasilkan sebuah perjalanan, dengan mempertimbangkan invers dari jarak titik tersebut dan jumlah Pheromone yang terdapat pada ruas yang menghubungkan titik tersebut. Semut lebih suka untuk bergerak menuju ke titik-titik yang dihubungkan dengan ruas yang pendek dan memiliki tingkat Pheromone yang tinggi.

Selanjutnya metode yang akan penulis lakukan yaitu menentukan lokasi yang menjadi tempat penelitian, mencari rute perjalanan semut, menentukan panjang perjalanan semut, menentukan parameter-parameter algoritma, menentukan nilai visibilitas antar kota, dan perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut.

Pembahasan

Armada 1

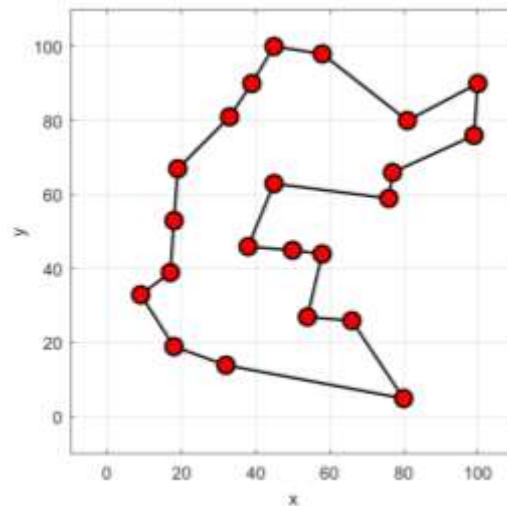
Berdasarkan hasil penelitian mengenai jalur distribusi Armada 1 pada beberapa titik retailer di Kota Gorontalo, dapat disimpulkan bahwa proses penentuan rute distribusi yang efisien menjadi faktor penting dalam mendukung efektivitas operasional perusahaan. Pemilihan lokasi penelitian pada sektor-sektor ritel tertentu didasarkan atas pertimbangan permintaan yang tinggi serta status pelanggan tetap yang membutuhkan distribusi produk secara berkesinambungan. Hal ini menegaskan bahwa titik-titik yang dipilih, mulai dari Cipta Langgeng Mitra Sukses sebagai pusat distribusi hingga ke berbagai retailer seperti Alfamart, Indomaret, Q-Mart, Defa Mart, dan lainnya, merupakan simpul vital dalam jaringan distribusi perusahaan.

Dari hasil perhitungan menggunakan pendekatan graf dengan 9 vertex, diketahui bahwa terdapat sebanyak 20.160 sirkuit Hamilton yang mungkin dilalui oleh armada. Namun demikian, tidak semua rute memiliki tingkat efisiensi yang sama. Melalui simulasi perhitungan panjang rute, diperoleh variasi jarak tempuh yang signifikan, mulai dari rute terpendek dengan panjang 38,7 km hingga rute terpanjang mencapai lebih dari 108 km. Rute terpendek tersebut ditemukan pada lintasan semut ke-5, yang memiliki

nilai intensitas Pheromone tertinggi (0,0258), sehingga menandakan bahwa jalur tersebut paling optimal untuk dijadikan dasar perencanaan distribusi.

Selain itu, hasil perhitungan waktu tempuh dan biaya operasional menunjukkan adanya keuntungan nyata apabila perusahaan menggunakan rute terpendek. Dengan asumsi kecepatan perjalanan dan konsumsi bahan bakar truk distribusi, estimasi waktu tempuh rute terbaik mencapai sekitar 79 menit dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 3,87 liter, yang setara dengan biaya sekitar Rp26.316. Hal ini jelas menunjukkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan rute lain yang memiliki panjang jalur lebih besar.

Simulasi menggunakan algoritma semut (*Ant Colony Optimization/ACO*) dalam program MATLAB semakin menguatkan hasil analisis manual. Melalui iterasi-iterasi yang dilakukan, algoritma berhasil menemukan rute paling optimal dengan mempertimbangkan intensitas Pheromone, probabilitas pemilihan jalur, dan evaluasi terhadap setiap solusi. Proses update Pheromone dilakukan pada setiap iterasi juga mampu mencegah terjadinya stagnasi solusi, sehingga jalur yang dipilih benar-benar mewakili rute terpendek yang efisien. Visualisasi rute terbaik melalui simulasi MATLAB memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai jalur distribusi armada, sekaligus mempertegas validitas metode yang digunakan. Seperti yang dipaparkan pada tabel dibawah ini.



Gambar 2. Rute Hasil Simulasi MATLAB Armada 1

Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan metode optimasi berbasis *Ant Colony Optimization* (ACO) dalam menentukan jalur distribusi sangat efektif untuk meminimalisir biaya operasional, mengefisienkan waktu perjalanan, serta meningkatkan keandalan distribusi barang pada pelanggan. Rute optimal yang ditemukan untuk Armada 1 yaitu sepanjang 38,7 km dapat dijadikan acuan utama bagi perusahaan dalam merencanakan distribusi ke retailer di Kota Gorontalo secara lebih hemat, cepat, dan sistematis.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Hasna et al., 2021) menjelaskan bahwa hasil perbandingan sistem menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO), yaitu dengan rata-rata fitness sebesar 121,27 dengan kondisi asli sebesar 179,42 ternyata hasil yang didapatkan sistem jauh lebih pendek daripada kondisi asli sehingga dapat memberikan hasil yang lebih optimal. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nurharyanto & Perdana, 2021) mengemukakan bahwa hasil perhitungan sebelum menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) didapat pemborosan bahan bakar yang mencapai 133,5 liter dalam satu hari perjalanan dengan harga RP. 1,268,250, sedangkan hasil perhitungan sesudah menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) yang didapat dari jumlah konsumsi bahan bakar yang mencapai 79 liter dalam satu hari perjalanan dengan harga 750,500 jadi konsumsi bahan bakar yang dihemat mencapai 54,5 liter/hari dengan harga biaya bahan bakar mencapai RP.517,750.

Armada 2

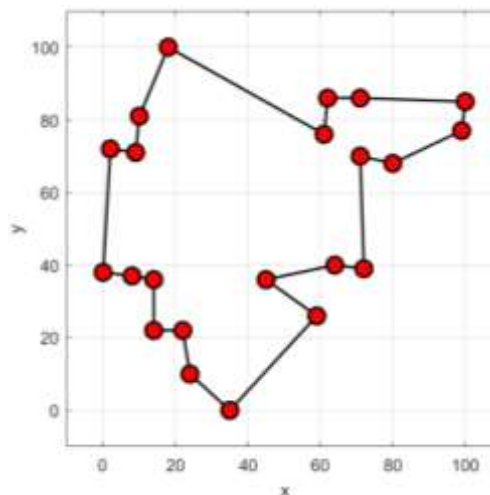
Berdasarkan hasil penelitian mengenai lokasi penelitian dan simbolisasi distribusi Armada 2 yang digambarkan dalam ilustrasi graf dengan 10 vertex, dapat disimpulkan bahwa proses analisis rute distribusi barang menggunakan pendekatan algoritma koloni semut (*Ant Colony Optimization/ACO*) mampu memberikan gambaran yang lebih efisien terkait jalur perjalanan distribusi. Gudang utama Cipta

Langgeng Mitra Sukses menjadi titik awal dan titik akhir perjalanan, sedangkan sembilan titik lainnya merupakan retailer yang menjadi tujuan distribusi harian, seperti Indogrosir Gorontalo, Muraa Supermarket, Gelael Supermarket, hingga OTM Mart.

Dari hasil perhitungan, terdapat sebanyak 181.440 sirkuit Hamilton yang mungkin terbentuk pada graf dengan 10 simpul. Namun, tidak semua rute tersebut memberikan hasil yang optimal. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan panjang rute perjalanan semut (C_k) untuk menentukan jalur terpendek. Beberapa hasil perhitungan menunjukkan variasi jarak yang signifikan, misalnya rute ke-1 (C_1) sejauh 37,2 km, rute ke-132520 sepanjang 118,8 km, hingga rute ke-181440 sepanjang 68 km. Variasi ini membuktikan bahwa pemilihan rute sangat berpengaruh terhadap efisiensi distribusi.

Selanjutnya, perhitungan perubahan intensitas pheromone menunjukkan bahwa rute terbaik dengan nilai pheromone tertinggi terdapat pada rute ke-1321, yaitu sejauh 37,2 km. Rute inilah yang kemudian dipertimbangkan sebagai jalur paling efisien, karena selain menghasilkan jarak yang paling pendek, juga memberikan kontribusi terbesar terhadap optimalisasi algoritma semut. Efisiensi ini semakin terlihat ketika dilakukan konversi terhadap waktu dan biaya. Dengan jarak 37,2 km, waktu tempuh distribusi diperkirakan hanya sekitar 99 menit, serta konsumsi bahan bakar sebesar 3,72 liter solar atau setara dengan biaya sekitar Rp25.296. Perhitungan ini membuktikan bahwa pemilihan rute optimal tidak hanya berdampak pada penghematan jarak dan waktu, tetapi juga mampu menekan biaya operasional perusahaan secara signifikan.

Lebih lanjut, simulasi MATLAB memperkuat hasil perhitungan manual dengan menampilkan visualisasi rute optimal yang diperoleh. Simulasi ini tidak hanya membantu dalam menentukan lintasan terbaik, tetapi juga memungkinkan pemodelan distribusi secara lebih terstruktur dan terukur dengan memperhitungkan faktor probabilitas pergerakan semut, intensitas pheromone, serta mekanisme evaporasi untuk mencegah stagnasi solusi.



Gambar 3. Rute Hasil Simulasi MATLAB Armada 2

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa penggunaan algoritma semut dalam penelitian distribusi Armada 2 berhasil menemukan rute paling efisien sejauh 37,2 km. Hasil ini sangat relevan bagi perusahaan karena dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam strategi distribusi, khususnya untuk meminimalisir waktu tempuh, mengurangi biaya bahan bakar, dan meningkatkan produktivitas armada. Penelitian ini sekaligus menunjukkan bahwa pendekatan berbasis metaheuristik ACO merupakan metode yang efektif dan aplikatif untuk menyelesaikan masalah distribusi logistik yang kompleks di dunia nyata.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Gunawan et al., 2015) mengemukakan bahwa Penentuan rute dengan metode Ant Colony Optimization akan mempertimbangkan faktor lokasi dan jarak untuk memperoleh total waktu tempuh yang lebih cepat. Berdasarkan penelitian ini, Metode Ant Colony Optimization untuk 30 konsumen dapat mengurangi jumlah keterlambatan menjadi 10%. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yuliati et al., 2024) menjelaskan bahwa penerapan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) dapat mengoptimalkan rute pengiriman kapal di PT. Pelindo Indonesia Regional 3. Hal ini terbukti dengan ditemukannya rute

terpendek yang lebih efektif untuk jalur yang dapat dilalui oleh Kapal di PT. Pelindo Indonesia Regional 3 dengan jarak tempuh sebesar 617.53 km.

SIMPULAN

1. Berdasarkan pembahasan yang sudah diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa rute tercepat yang dihasilkan memiliki dampak yang signifikan dan optimal dari PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses dengan 2 armadanya. Dan diperoleh jalur terpendek untuk armada satu sejauh 38,7 km dan armada dua sejauh 37,2 km dengan jalur perjalanan semut sebagai berikut:

Armada 1 : $AB \rightarrow BC \rightarrow CD \rightarrow DE \rightarrow EF \rightarrow FH \rightarrow HI \rightarrow IG \rightarrow GA$

Armada 2 : $AB \rightarrow BC \rightarrow CE \rightarrow EI \rightarrow IJ \rightarrow JH \rightarrow HG \rightarrow GF \rightarrow FD \rightarrow DA$

Yang berarti perjalanan Armada 1 berawal dari (A) PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses menuju ke (B) Alfamart Bengawan Solo, (C) Omart Andalas, (D) Supermarket Q-Mart Jl. Rambutan, (E) Indomaret Raja Eyato, (F) Mocca Delli Super Market, (H) Kios Hafis Taman Surya, (I) Toko Ariel Aloe Saboe, (G) Defa Mart, kemudian kembali ke (A) PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses; Sedangkan untuk Armada 2 berawal dari (A) PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses menuju ke (B) Indogrosir Kota Gorontalo, (C) Mura Supermarket Kota Gorontalo, (E) FOX Hotel Gorontalo, (I) Warung Kopi Sarang Walet, (J) OTM Mart, (H) Innara Shop, (G) Toko Alfamart, Jl. Taman Bunga, (F) Indomaret Mayor Dullah (D) Gelael Supermarket, kemudian kembali ke (A) PT. Cipta Langgeng Mitra Sukses. Dengan penguapan pheromone Armada 1 yaitu 0,0258. sedangkan Armada 2 memiliki penguapan pheromone yaitu 0,0268, yang merupakan jumlah penguapan pheromone terbanyak dibanding jalur lainnya. Sedangkan Pheromone pada jalan yang lain sudah banyak menguap sehingga semut-semut tidak memilih jalan selain jalur ke-5 pada Armada satu dan jalur ke-1321 pada Armada dua, semakin banyak semut yang melalui jalur tersebut maka semakin banyak semut yang mengikutinya. Demikian juga dengan jalan selain jalur 5 dan 1321, semakin sedikit semut yang melalui, maka Pheromone yang ditinggalkan semakin berkurang bahkan hilang. Dari sinilah kemudian terpilihlah jalur terpendeknya.

2. Dari hasil perhitungan menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) juga menunjukkan bahwa rute tercepat antar armada dapat diketahui dengan hasil sebagai berikut:

Armada 1 dengan waktu tempuh 79 menit dan menghabiskan biaya operasional sebanyak Rp 26.316, sedangkan untuk Armada 2 memakan waktu tempuh 99 menit, dan menghabiskan biaya operasional sebanyak Rp. 25.296. Maka dapat diambil kesimpulan jika melewati rute tercepat ke-5 pada Armada satu dan ke-1321 pada armada dua dapat mengurangi biaya operasional dengan waktu yang singkat sedangkan jika melewati rute selain dari rute ke-5 dan ke-1321 maka dapat memakan waktu dan biaya yang lebih banyak dan tidak efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses penelitian sekaligus penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Ardiansyah, Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *Jurnal IHSAN : Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>
- Gunawan, A. S., Sipayung, E. M., & Wiguno, A. (2015). Pengiriman Barang Dengan Metode Ant Colony Optimization Studi Kasus: PT . XYZ. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, 2015*, 477–482.
- Hasna, A. A., Rahayudi, B., & Widodo, A. W. (2021). Optimasi Rute Distribusi Produk Minuman dan Makanan pada Distributor Nestle (CV Forward Kediri) dengan Algoritma Ant Colony Optimization. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(7), 2918–2924.
- Heitasari, D. N., & Ghifari, M. K. (2022). Perbandingan Metode Round Trip Time & Vehicle Routing Problem Time Windows Dalam Pemilihan Supply Point Pada Proses Distribusi Pertashop. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 2(1), 924–936. <https://doi.org/10.53026/sntem.v2i1.924>

- Ihsan, A., Adlie, T. A., & Harliansyah, S. (2024). Optimalisasi Pencarian Jalur Terpendek Mobile Robot dengan Menggunakan Metode Ant Colony Optimization (ACO). *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 39–54. <https://doi.org/10.31358/techne.v23i1.389>
- Jackye Jackson James, & Andung Jati Nugroho. (2024). Penyelesaian Vehicles Routing Problem dalam Meminimumkan Waktu Transportasi PT Petrogas Prima Services. *Sci-Tech Journal*, 3(1), 60–73. <https://doi.org/10.56709/stj.v3i1.326>
- Nugraha, D. W., Amriana, & Setiawati, R. (2020). Implementasi algoritma Ant Colony Optimization (ACO) pada pencarian jalur terpendek Automatic Teller Machine (ATM) di Kota Palu. *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 4(2), 191–202.
- Nurharyanto, & Perdana, S. (2021). Menentukan Rute Distribusi Di PT Sinar Harapan Plastik Dengan Metode Algoritma Ant Colony Optimization. *Ikra-Ith Teknologi*, 5(1), 1–10.
- Prasetio, S. A. J., & Suseno. (2024). Optimasi Rute dengan Metode Ant Colony Optimization dan Nearest Neighbor di Perusahaan Yellow Moon Production. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(6), 619–632. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jmia.v1i3.1621>
- Prasetyo, L. E., Istiadi, I., & Marisa, F. (2021). Sistem optimasi pendistribusian bahan makanan dan snack dengan algoritma Ant Colony Optimization (ACO). *Aiti*, 18(1), 88–96. <https://doi.org/10.24246/aiti.v18i1.88-96>
- Rahman, B. T., Akbar, M. rasyid, Asy'ari, M. I., & Suseno. (2024). Optimasi Pendistribusian Dengan Menggunakan Metode Transportasi di UMKM Dea Modis Batik dan Jumputan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Inovasi*, 2(3), 9–18.
- Risqiyanti, V., Yasin, H., & Santoso, R. (2019). Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Metode Algoritma “Ant Colony Optimization” Pada GUI Matlab (Studi Kasus: PT Distriversa Buana Mas cabang Purwokerto). *Jurnal Gaussian*, 8(2), 272–284. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i2.26671>
- Salsabila Islami Yusnindi, S. I. Y., & Handayani, W. (2022). Pengoptimalan Rute Distribusi Menggunakan Metode Saving Matrix Pada Produk Makanan Beku Cv.Sego Njamoer. *Jurnal E-Bis (Ekonomi-Bisnis)*, 6(1), 153–170. <https://doi.org/10.37339/e-bis.v6i1.883>
- Siti Romdona, Silvia Senja Junista, & Ahmad Gunawan. (2025). Teknik Pengumpulan Data: Observasi, Wawancara Dan Kuesioner. *Jisosepol: Jurnal Ilmu Sosial Ekonomi Dan Politik*, 3(1), 39–47. <https://doi.org/10.61787/taceee75>
- Syahr, L., Khoswara, M., H, H. S. A., & Suseno, S. (2023). Pencarian Rute Optimal Distribusi Melalui Pendekatan Metode Ant Colony Optimization (ACO). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(2), 63–71. <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i2.105>
- Syukriah, Akmal, S., & Ramadhani, S. (2022). Perancangan Rute Distribusi Sirup Dengan Menggunakan Metode Algoritma Ant Colony Optimization Di Ud. Sirup Cap Bunga Padi Bireuen. *Industrial Engineering Journal*, 11(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.53912/iej.v11i1.740>
- Udjulawa, D., & Oktarina, S. (2022). Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization Untuk Pencarian Rute Terpendek Lokasi Wisata. *Klik - Jurnal Ilmu Komputer*, 3(1), 26–33. <https://doi.org/10.56869/klik.v3i1.326>
- Windarto, A. P., & Sudirman, S. (2018). Penerapan Algoritma Semut Dalam Penentuan Distribusi Jalur Pipa Pengolahan Air Bersih. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 8(2), 9. <https://doi.org/10.21456/vol8iss2pp9-18>
- Yaputera, I., Hanafi, R., & Rusman, M. (2022). Optimasi Rute Kunjungan Cluster Sales Officer (CSO) Menggunakan Ant Colony Optimization (ACO). *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 26(2), 82–90. <https://doi.org/10.25042/jpe.112022.04>
- Yuliati, D., Rizalatul Qomaria, & Abdulloh Hamid. (2024). Optimalisasi Pencarian Rute Kapal Terbaik dengan Menggunakan Metode Ant Colony Optimization. *Jurnal Informatika Polinema*, 11(1), 29–36. <https://doi.org/10.33795/jip.v11i1.5075>