

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

J&T (*Jet Lee dan Tony*) merupakan merek logistik global yang didirikan oleh Jet Lee dan Tony Chen dengan visi membangun infrastruktur distribusi berbasis teknologi informasi guna mendukung pertumbuhan ekonomi digital. Di Indonesia, J&T Express hadir sejak tahun 2015 sebagai penyedia layanan pengiriman kilat yang merevolusi industri lewat kebijakan operasional 365 hari tanpa libur serta layanan *pick-up* tanpa minimum barang. Keunggulan operasional ini didukung oleh sistem manajemen IT dengan pesatnya pertumbuhan volume pengiriman. J&T menghadapi tantangan logistik yang kompleks, di mana keberhasilan menjaga kecepatan pengiriman sangat bergantung pada ketepatan penentuan rute distribusi barang.

Proses distribusi paket di J&T Express Kabupaten Banyumas melibatkan satu gudang utama dan 12 *drop point* yang tersebar di berbagai wilayah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Kabupaten Banyumas terdiri atas 27 kecamatan dengan karakteristik wilayah yang beragam (Rochati, 2018). Kondisi tersebut menjadikan proses penentuan rute distribusi memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi. Dengan banyaknya titik tujuan yang harus dilayani, diperlukan penentuan rute yang efisien agar jarak tempuh dan biaya operasional dapat diminimalkan. Namun, belum diketahui apakah rute distribusi yang digunakan telah menghasilkan jalur terpendek. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode optimasi yang mampu menganalisis dan menentukan rute distribusi yang paling efisien pada proses pengiriman paket di J&T Express Kabupaten Banyumas.

Permasalahan penentuan rute distribusi yang kompleks ini dimodelkan sebagai TSP, yaitu pencarian jalur terpendek untuk mengunjungi seluruh titik lokasi tepat satu kali dan kembali ke titik awal. Permasalahan TSP dapat diselesaikan menggunakan berbagai metode, seperti metode eksak, misalnya *Branch and Bound*, metode heuristik, maupun metode metaheuristik. Di antara berbagai pendekatan

tersebut, metode metaheuristik banyak digunakan untuk menyelesaikan

permasalahan optimasi yang memiliki ruang pencarian sangat besar karena mampu menghasilkan solusi yang mendekati optimal dalam waktu yang wajar. Salah satu algoritma metaheuristik yang banyak diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi berbasis graf dan penentuan rute adalah *Ant Colony Optimization* (ACO) (Moedjiono et al., 2016).

ACO merupakan metode komputasi yang mengadopsi perilaku alamiah koloni semut saat mencari jalur terpendek antara sarang dan sumber makanan. Secara alami, semut berkomunikasi secara tidak langsung melalui sekresi zat kimia berupa *vertex* yang ditinggalkan di sepanjang jalur yang mereka lalui. Jalur yang lebih pendek akan dilewati oleh semut dengan frekuensi yang lebih tinggi, sehingga akumulasi *vertex* pada jalur tersebut menjadi lebih pekat dan secara otomatis menarik semut-semut lain untuk mengikutinya. Dalam pemodelan matematika, perilaku koloni semut tersebut diadaptasi ke dalam algoritma ACO melalui mekanisme probabilitas transisi yang dipengaruhi oleh *vertex* dan visibilitas, serta penggunaan *Tabu list* sebagai memori untuk mencatat titik-titik yang telah dikunjungi. Mekanisme ini memungkinkan algoritma menemukan rute terbaik secara bertahap melalui proses iterasi (Haris et al., 2021).

Efektivitas ACO dalam menyelesaikan permasalahan rute telah dibuktikan oleh berbagai penelitian terdahulu. Salah satu studi yang relevan dilakukan oleh Ary, (2022) menunjukkan bahwa ACO sangat efektif diterapkan pada perusahaan jasa pengiriman barang untuk menentukan lintasan tercepat dalam persoalan rute kendaraan. Sejalan dengan hal tersebut, Kinanti & Aprilia, (2025) dalam studinya mengenai optimasi rute pengangkutan sampah di Lokasi Medan juga membuktikan bahwa ACO merupakan instrumen metaheuristik yang handal untuk meningkatkan efisiensi distribusi melalui mekanisme konstruksi rute dan pembaruan *vertex*. Selain itu, Batmetan, (2016) juga menegaskan efektivitas ACO dalam menentukan jalur tercepat pada proses evakuasi bencana, yang membuktikan fleksibilitas algoritma ini dalam berbagai kondisi pencarian jalur yang kompleks. Meskipun terbukti efektif, penelitian-penelitian terdahulu tersebut umumnya langsung berfokus pada hasil akhir optimasi rute secara makro lewat simulasi perangkat lunak siap pakai tanpa memperlihatkan validitas langkah demi langkah dari model

matematisnya. Padahal, algoritma ACO memiliki keterbatasan teknis berupa risiko stagnasi pada solusi lokal (*local optima*) dan sangat sensitif terhadap penentuan nilai parameter kontrol yang tidak memiliki standar baku.

Berdasarkan hasil telaah penelitian terdahulu, penelitian ini menerapkan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) pada optimasi rute distribusi paket di Gudang J&T Kabupaten Banyumas. Selain menentukan rute terpendek, penelitian ini juga menyajikan proses perhitungan algoritma secara matematis dan implementasinya menggunakan Python sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai penerapan ACO pada kasus distribusi paket.

Berdasarkan uraian tersebut, penerapan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) pada optimasi rute distribusi pengiriman paket di Gudang J&T Kabupaten Banyumas diperlukan untuk memperoleh alternatif rute terpendek yang lebih efisien. Melalui penerapan algoritma tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil optimasi yang mendukung proses distribusi paket secara lebih efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) menggunakan perhitungan manual dalam menentukan rute distribusi paket di Gudang J&T Express Kabupaten Banyumas?
2. Bagaimana hasil implementasi algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) menggunakan Python pada Google Colab untuk menentukan rute distribusi paket di Gudang J&T Kabupaten Banyumas?

1.3 Cakupan dan Batasan Masalah

Agar penelitian tetap terarah dan tidak meluas, diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan algoritma ACO dengan parameter yang telah ditetapkan, yaitu parameter pengaruh feromon (α), parameter pengaruh

visibilitas (β), dan laju penguapan feromon (ρ). Penelitian tidak membahas pengaruh perubahan nilai parameter tersebut terhadap hasil optimasi.

2. Data lokasi yang digunakan dibatasi sebanyak 13 titik, yang terdiri dari 1 gudang pusat sebagai titik awal (*depot*) dan 12 *drop point* (kantor cabang atau titik tujuan) yang tersebar di wilayah Kabupaten Banyumas.
3. Pemodelan graf dan penentuan jarak antar titik lokasi bersumber sepenuhnya dari data koordinat yang diperoleh melalui layanan Google Maps.
4. Proses pengolahan data dan simulasi algoritma secara digital dilakukan khusus menggunakan bahasa pemrograman Python yang dijalankan di lingkungan *cloud-based* Google Colab.
5. Penelitian ini hanya berfokus pada optimasi jarak tempuh rute. Variabel dinamis lainnya seperti tingkat kemacetan lalu lintas, hambatan jalan, waktu tunggu, maupun kapasitas berat kendaraan diabaikan dalam model.
6. Penelitian ini menggunakan asumsi dasar *Traveling Salesman Problem* (TSP), di mana setiap semut buatan diwajibkan mengunjungi seluruh *vertex* (titik) tepat satu kali dan harus kembali ke titik awal keberangkatan (*depot*).
7. Penelitian ini berhenti pada iterasi 100 atau ($NC_{max} = 100$).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menerapkan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) melalui simulasi perhitungan manual untuk menggambarkan tahapan proses pencarian rute distribusi paket di Gudang J&T Express Kabupaten Banyumas.
2. Mengimplementasikan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) menggunakan bahasa pemrograman Python pada Google Colab untuk menentukan rute distribusi terpendek pada pengiriman paket di Gudang J&T Express Kabupaten Banyumas.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan baik secara teoretis maupun praktis, di antaranya:

1. Bagi Peneliti

Menambah wawasan mengenai penerapan algoritma ACO dan mengasah kemampuan pemrograman Python melalui platform Google Colab dalam menyelesaikan permasalahan optimasi di dunia nyata.

2. Bagi Perusahaan

Memberikan rekomendasi rute distribusi yang lebih efisien sehingga dapat meminimalkan jarak tempuh, menghemat waktu perjalanan, dan menekan biaya operasional bahan bakar.

3. Bagi Akademisi

Menjadi referensi atau rujukan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan metode heuristik, khususnya mengenai perba

perhitungan manual dan komputasi digital pada algoritma semut.

