

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah distribusi adalah salah satu masalah yang terus berkembang di Indonesia seiring dengan berkembangnya teknologi, meningkatnya penggunaan internet, dan meluasnya media komunikasi (Gendreau & Potvin, 1998; Montemanni dkk., 2005). Salah satu masalah yang paling umum dari masalah distribusi adalah masalah penentuan rute kendaraan atau yang biasa disebut *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP bertujuan untuk meminimalkan jarak perjalanan dari gudang ke pelanggan dengan biaya yang minimum (Euchi dkk., 2015; Larsen & Madsen, 2017; Xiang dkk., 2020; Yu dkk., 2009). VRP adalah masalah kombinatorial yang sangat kompleks (Larsen & Madsen, 2017) karena banyak kendala yang perlu diperhatikan, seperti rentang waktu keterlambatan atau kapasitas kendaraan (Pillac dkk., 2013).

VRP umumnya dapat diselesaikan dengan model yang bersifat statis/tidak bergerak karena data pelanggan dan sumber sudah diketahui sehingga memudahkan peneliti dalam pembuatan keputusan (Euchi dkk., 2015; Ojeda Rios dkk., 2021). Tetapi pada kenyataannya masalah VRP adalah masalah yang dinamis, di mana kendala-kendala yang dihadapi saat perjalanan dapat bermunculan secara acak dan tidak terduga (Ojeda Rios dkk., 2021; Xiang dkk., 2020; Yu dkk., 2008). Masalah tersebut adalah masalah penentuan rute kendaraan yang bersifat dinamis (*Dynamic Vehicle Routing Problem*). Untuk pengefektifan penulisan, maka istilah *Dynamic Vehicle Routing Problem* akan disingkat sebagai DVRP.

DVRP adalah modifikasi dari VRP, di mana jumlah dan lokasi permintaan pelanggan mungkin tidak diketahui pada awal hari kerja (Larsen & Madsen, 2017). DVRP adalah bagian dari *dynamic transportation* yang mencakup berbagai masalah seperti manajemen armada, penentuan lokasi suatu fasilitas, penugasan lalu lintas, dll (Gendreau & Potvin, 1998). DVRP dapat dibedakan berdasarkan skala atau jangkauan permasalahan, misalnya dalam skala lokal, daerah, nasional, dan internasional. DVRP juga dapat dibedakan berdasarkan kepentingan dari

komponen rute, misalnya urutan pelanggan yang didahulukan (Gendreau & Potvin, 1998).

Lebih jauh lagi, DVRP adalah variasi yang lebih kompleks daripada VRP karena masalah ini memuat elemen dinamis seperti prediksi ketersediaan pelanggan yang tidak tentu (Larsen & Madsen, 2017). Selain itu, semua permintaan harus dilayani selama satu hari kerja oleh armada kendaraan dengan memperhatikan kapasitas kendaraan atau yang selanjutnya kita sebut sebagai *Capacitated Dynamic Vehicle Routing Problem* (CDVRP). Dalam konteks ini, CDVRP tentu memerlukan penyelesaian yang cepat dan adaptif terhadap permintaan baru yang muncul selama perjalanan (Larsen & Madsen, 2017). Karena masalah ini termasuk dalam kategori sulit secara non-polinomial, beberapa pendekatan yang umum digunakan termasuk pendekatan aturan praktis (*metaheuristic*) dan metode penelusuran (*heuristic*) (Xiang dkk., 2020).

Masalah CDVRP telah banyak diselesaikan oleh para peneliti dengan berbagai metode. Maalouf dkk. (2014) pada penelitiannya menggunakan pendekatan logika dinamik *fuzzy* dalam penyelesaian masalah *Capacitated Dynamic Dial-a-Ride* dimana masalah tersebut adalah bagian dari masalah CDVRP. Kemudian Mańdziuk dan Świechowski (2017) dalam artikelnya menggunakan metode *Upper Confidence Bounds applied to Trees* (UCT) yang merupakan perluasan dari *Monte Carlo Tree Search Algorithm*. Adapun dalam penelitian Ramachandran Pillai dan Arock (2021) digunakan metode baru yang dinamakan *Spiking Neural Firefly Optimization* (SFO) yang merupakan penggabungan *Improved Firefly Algorithm* (IFA) ke dalam kerangka sistem *Spiking Neural P* (SN P).

Metode lainnya yang dapat digunakan untuk menyelesaikan CDVRP adalah *Ant Colony Optimization* (ACO). ACO adalah teknik optimisasi yang terinspirasi dari perilaku koloni semut dalam mencari makanan. Semut adalah serangga sosial yang berkomunikasi satu sama lain dengan menggunakan suara, sentuhan, dan *pheromone* (Euchi dkk., 2015). ACO adalah teknik probabilitas untuk memecahkan masalah komputasi yang dapat direduksi menjadi pencarian jalur terbaik melalui graf (Karjono dkk., 2016). Semut simulasi menemukan solusi optimal dengan bergerak melalui ruang parameter yang mewakili semua solusi yang mungkin.

Semut nyata meletakkan *pheromone* yang mengarahkan semut lain dalam penjelajahan lingkungan (Gunawan dkk., 2012; Karjono dkk., 2016). Semut simulasi kemudian merekam posisi dan kualitas solusi semut nyata, yang pada iterasi selanjutnya solusi yang didapatkan akan lebih baik (Karjono dkk., 2016; Tyas & Prijodiprodjo, 2013). Ide ini kemudian dikembangkan dengan pembaruan jejak *pheromone* yang ditentukan pada iterasi pertama sehingga dapat meningkatkan keoptimalan solusi yang didapat. Metode ini dinamakan *Improved Ant Colony Optimization* (IACO). Metode ini merupakan metode yang menjamin peningkatan solusi awal (Yu dkk., 2009).

Selain *pheromone*, *visibility* merupakan hal yang berpengaruh dalam penentuan rute. *Visibility* adalah naluri semut untuk menemukan jalur terdekat menuju sumber makanan atau kembali ke sarangnya. Dalam VRP, *visibility* berkaitan dengan jarak atau waktu ke calon pelanggan berikutnya. Semakin kecil jarak atau waktu ke calon pelanggan tersebut, semakin besar kemungkinan calon pelanggan tersebut akan dipilih untuk dikunjungi selanjutnya (Gunawan dkk., 2012). Oleh karena itu, dua komponen penting tersebut akan digunakan sebagai komponen utama dalam metode ACO (Gunawan dkk., 2012).

Dalam Montemanni dkk. (2005), masalah CDVRP diselesaikan dengan metode *Ant Colony System* dengan asumsi kendaraan tidak kembali ke gudang saat melayani permintaan pelanggan dan kemunculan permintaan baru yang tidak dapat diprediksi. Masalah yang hampir sama telah dibahas oleh Gendreau dan Potvin (1998), namun model yang dibuat pada penelitiannya tidak memperhatikan kapasitas kendaraan pada saat penentuan rute. Yu dkk. (2009) membahas masalah VRP menggunakan metode *Improved Ant Colony Optimization* (IACO), di mana metode ini terbukti dapat meningkatkan keoptimalan solusi yang telah didapat.

Berbeda dengan penelitian-penelitian yang telah disebutkan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma IACO pada masalah CDVRP, yaitu masalah DVRP dengan kendala kapasitas kendaraan. Selanjutnya, model CDVRP dengan algoritma IACO akan diimplementasikan untuk menyelesaikan masalah pendistribusian produk *skincare* suatu perusahaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai satu alternatif penyelesaian masalah CDVRP

serta dapat memperkaya literatur pembaca mengenai masalah DVRP secara khusus dan/atau VRP secara umum menggunakan metode IACO.

Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan IACO dalam menyelesaikan masalah optimisasi, khususnya dalam konteks pencarian rute. Misalnya penelitian oleh Yang & Zhuang (2010) menunjukkan bahwa IACO mampu menghasilkan solusi yang lebih optimal dengan waktu komputasi yang lebih efisien dibandingkan dengan algoritma ACO biasa, *Genetic Algorithm* (GA), dan *Simulated Annealing* (SA) pada masalah VRP. Selain itu, IACO telah berhasil diterapkan di berbagai variasi masalah rute, seperti *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Window* dan *Multi-Depot VRP*, di mana metode ini secara konsisten memberikan hasil yang unggul dalam hal total jarak yang ditempuh dan pemanfaatan kapasitas kendaraan (Li dkk., 2019; Wang dkk., 2020). Dengan kemampuannya untuk beradaptasi dengan kompleksitas masalah, serta potensinya untuk menemukan solusi optimal, IACO dipandang sebagai metode yang cocok untuk menyelesaikan CDVRP.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana model optimisasi untuk masalah CDVRP?
2. Bagaimana menerapkan algoritma IACO dalam menyelesaikan CDVRP?
3. Bagaimana hasil implementasi model CDVRP dengan algoritma IACO pada penentuan rute pendistribusian produk *skincare* suatu perusahaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji model optimisasi CDVRP dan menyelesaikannya dengan algoritma IACO serta mengimplementasikannya pada masalah penentuan rute pendistribusian produk *skincare* suatu perusahaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam dalam bidang optimisasi rute kendaraan, khususnya dalam penyelesaian masalah CDVRP. Dengan mengusulkan penggunaan algoritma IACO sebagai alternatif solusi, penelitian ini bertujuan untuk memberikan opsi baru yang efektif dan efisien dalam menangani kompleksitas dan dinamika CDVRP. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur akademik dengan menyediakan wawasan yang lebih mendalam tentang penerapan IACO dalam konteks DVRP secara khusus, dan VRP secara umum. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pendorong untuk penelitian selanjutnya yang lebih inovatif.