BAB I
PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai hal-hal yang mendahului pelaksanaan skripsi. Hal tersebut meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia merupakan negara yang menduduki peringkat ke-4 sebagai negara dengan penduduk terbanyak di dunia yang berjumlah 278.696,2 ribu jiwa pada data terakhirnya di tanggal 27 Juni 2023 [1]. Seiring dengan bertambahnya penduduk, zaman menjadi semakin maju, dan teknologi pun berkembang semakin canggih. Berkat kemajuan teknologi, bisnis elektronik saat ini mengalami masa perkembangan dan integrasi yang optimal. Di bidang pemasaran, interaksi tatap muka langsung antara pembeli dan pemasok tidak lagi diperlukan, karena semua produk dapat ditampilkan langsung melalui platform *e-commerce* [2].

Dalam pendistribusian barang yang ada pada *e-commerce* tentu erat kaitannya dengan penggunaan ekspedisi untuk mendistribusikan barang yang dibeli oleh pembeli dari penjual. Secara umum, masalah pendistribusian barang berkaitan dengan pemilihan rute dalam jaringan distribusi untuk suatu produk tunggal yang berasal dari beberapa sumber dengan pasokan terbatas, menuju berbagai tujuan dengan permintaan tertentu yang bertujuan untuk meminimalkan biaya transportasi [3]. Permasalahan pendistribusian menggunakan transportasi merupakan permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang mana merupakan masalah optimasi kombinatorial penentuan rute yang dapat diterapkan pada pengaturan pendistribusian barang [4]. Tetapi sayangnya, transportasi yang digunakan saat ini telah menyebabkan dampak yang serius terhadap lingkungan, seperti penurunan sumber daya, penggunaan lahan, kebisingan, efek beracun pada ekosistem dan manusia, serta dampak lain yang disebabkan oleh emisi gas rumah kaca (GRK) [5].

Akibatnya, dalam beberapa tahun terakhir masalah rute kendaraan ramah

lingkungan atau *Green Vehicle Routing Problem* (GVRP) yang merupakan varian dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) semakin mendapat perhatian dari pemerintah. Dibandingkan dengan VRP, GVRP adalah kelas masalah optimasi yang lebih komprehensif yang menyoroti isu-isu lingkungan yang timbul dari operasi logistik [6], [7]. Selain itu, pemberlakuan *Time Windows* atau jendela waktu terkait dengan setiap pelanggan mencerminkan kebutuhan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. *Time Windows* dalam permasalahan perutean kendaraan berfungsi untuk membatasi jendela waktu di mana kendaraan diperbolehkan melakukan kunjungan ke lokasi tertentu. Dengan adanya *time windows*, dipastikan bahwa kunjungan kendaraan hanya dapat dilakukan dalam interval waktu yang telah ditetapkan, sehingga membantu dalam perencanaan rute yang efisien dan mematuhi batasan waktu yang telah ditetapkan [8].

Oleh karena itu, *Green Vehicle Routing Problem with Time Windows* (GVRPTW) dapat dianggap sebagai langkah yang masuk akal dalam perluasan GVRP klasik. GVRPTW dianggap sebagai permasalahan yang sulit (NP-*hard*) yang bertujuan untuk mengoptimalkan pengurangan emisi karbon, sambil memilih rute kendaraan dari suatu depot menuju sekelompok titik pengiriman dan mengembalikannya ke depot yang sama tanpa melampaui kapasitas kendaraan atau melanggar batasan jendela waktu yang ditetapkan untuk setiap pelanggan [9].

Permasalahan terkait perutean kendaraan atau masalah lainnya dapat diselesaikan salah satunya dengan menggunakan algoritma metaheuristik. Algoritma metaheuristik merupakan jenis komputasi algoritma (*evolutionary computation*/EC) yang menggunakan pendekatan berbasis populasi [10]. Tujuan dari penelitian algoritma metaheuristik adalah untuk mencari solusi optimal dalam masalah yang kompleks dengan berbagai kemungkinan solusi. Algoritma ini dirancang berdasarkan konsep kecerdasan *swarm* (kawanan). Dalam kajian skripsi ini dijelaskan bagaimana cara menyelesaikan permasalahan GVRPTW menggunakan pendekatan Algoritma *Multiple Ant Colony System* (MACS) yang mana algoritma tersebut merupakan pengembangan dari Algoritma *Ant Colony System* (ACS) yang merupakan pengembangan pula dari Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) yang diadaptasi dari tingkah laku sekawanan semut. Algoritma MACS dianggap lebih kompetitif baik dari segi hasil maupun waktu

komputasi untuk menyelesaikan masalah pengoptimasian [11].

Ant Colony Optimization (ACO) termasuk kedalam kategori *Swarm Intelligence*, di mana algoritma tersebut merupakan algoritma yang berbasis populasi dan juga termasuk kedalam salah satu jenis paradigma pengembangan yang digunakan untuk menangani masalah optimasi dengan mengambil inspirasi dari perilaku kelompok atau kawanan serangga [12]. ACO umumnya digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi diskrit dan permasalahan yang kompleks dengan banyak variabel [13]. Pada skripsi ini digunakan juga variabel pembanding antara algoritma *Ant Colony* di mana terdapat algoritma *Improved Ant Colony Optimizaton* (IACO) yang dikaji oleh Yongbo Li, dkk pada tahun 2022 dengan mengembangkan pembaruan feromon, di mana apabila pada ACO seluruh semut menggunakan feromonnya masing-masing sedangkan pada IACO pembaruan feromon menggunakan semut yang membawa jalur terpendek pada iterasi tersebut.

Selanjutnya M. Dorigo, dkk menemukan algoritma pengembangan dari ACO pada tahun 1995 yakni berupa algoritma *Ant Colony System* (ACS) di mana algoritma ACS lebih kompleks dibandingkan dengan algoritma ACO karena terdapat pembaruan feromon secara lokal dan global serta feromon menguap menjadi lebih sering secara lokal dan global.

Pengembangan selanjutnya kembali dilakukan oleh M. Dorigo, dkk pada tahun 1999 dengan menemukan pembaruan dari algoritma ACS yaitu menjadi algoritma *Multiple Ant Colony System* (MACS), secara alur kerja algoritma MACS masih sama dengan algoritma ACS bedanya pada algoritma MACS menggunakan koloni ganda dengan tugas dari masing-masing koloni yang berbeda. Sedangkan penelitian tentang GVRPTW telah dilakukan oleh Muyang Wen, dkk pada tahun 2022 tetapi dengan beberapa depot, menjadi MDGVRPTW.

Maka dari itu, skripsi ini dibuat untuk menyelesaikan permasalahan GVRPTW menggunakan algoritma MACS karena dinilai lebih unggul dan kompetitif jika dibandingkan dengan algoritma *metaheuristic* yang terinspirasi dari semut lainnya seperti algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) sederhana dan *Improved Ant Colony Optimization* (IACO) yang dikembangkan melalui pembaruan fermon menggunakan jalur terbaik.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan merujuk pada latar belakang permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, adapun rumusan masalah yang akan dikaji dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Ketidak-optimalan algoritma ACO dalam menghasilkan solusi jarak terbaik yang mendekati *Best Known Solution* dalam menyelesaikan permasalahan VRPTW.
2. Emisi karbon tidak turut diperhitungkan sebagai variabel baru agar semakin mendekati kondisi riil sekaligus usaha untuk menciptakan lingkungan yang ramah.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam pengkajian skripsi yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dalam permasalahan yang dikaji tidak mempertimbangkan kondisi jalan.
2. Kendaraan bersifat homogen serta SDM yang digunakan memiliki kinerja yang setara.
3. Perhitungan yang digunakan menggunakan *software Python*.
4. Data yang digunakan merupakan data sekunder *Solomon-Benchmark* yang berstandar Internasional.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penelitian skripsi yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan penyesuaian algoritma *Ant Colony* pada permasalahan *Green Vehicle Routing Problem with Time Windows.*
2. Mempertimbangkan dan meminimalkan emisi karbon untuk mewujudkan lingkungkan yang ramah.

1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini merupakan studi

literatur atau pendekatan secara teoritis, yaitu dengan mengumpulkan data dan informasi mengenai permasalahan yang diangkat diantaranya adalah permasalahan *Vehicle Routing Problem* beserta variannya dan algoritma *Ant Colony* beserta pembaruannya. Informasi tersebut didapat dari berbagai sumber seperti jurnal, skripsi, buku pendoman, dan lain sebagainya. Kemudian sumber-sumber tersebut pun dikaji dan dianalisis lebih lanjut agar sesuai dengan topik skripsi yang diangkat oleh penulis. Setelah terkumpulnya studi literatur, dilakukan pencarian data pada permasalahan GVRPTW kemudian melakukan simulasi terhadap program yang digunakan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini akan disusun dalam sebuah laporan yang sistematis. Berikut ini merupakan sistematika penulisan dari penelitian yang akan dilakukan:

Bab I	:	PENDAHULUAN Bab ini berisi tentang hal-hal yang mendahului pelaksanaan skripsi. Hal tersebut meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.
Bab II	:	LANDASAN TEORI Bab ini berisi tentang teori-teori yang menjadi landasan pembahasan dalam skripsi. Secara garis besar, bab ini mencakup teori-teori yang berkaitan dengan Algoritma *Ant Colony* dan *Vehicle Routing Problem*
Bab III	:	PENERAPAN ALGORITMA MACS PADA MASALAH GVRPTW Bab ini berisi tentang bagaimana penerapan algoritma *Ant Colony* terhadap permasalahan *Green Vehicle Routing Problem with Time Windows.*
BAB IV	:	STUDI KASUS DAN ANALISIS Bab ini dijelaskan mengenai studi kasus yang didapat dari

masalah *Green Vehicle Routing Problem with Time Windows* yang diselesaikan dengan algoritma *Ant Colony*.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini diuraikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian terhadap Algoritma *Ant Colony* pada penerapan masalah *Green Vehicle Routing Problem with Time Windows*.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG