

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dewasa ini, sektor industri terus mengalami pertumbuhan. Pada triwulan III tahun 2022, pertumbuhan sektor industri sebesar 4,83%, lebih tinggi dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun sebelumnya yang hanya sebesar 4,12% (Kemenperin, 2022). Peningkatan sektor industri tahun 2022 juga dibarengi dengan peningkatan sektor logistik atau distribusi sebesar 19,87% (Badan Pusat Statistik, 2022). Peningkatan sektor distribusi menyebabkan meningkatnya konsumsi bahan bakar dan berdampak pada peningkatan emisi karbon yang dihasilkan (Kementerian ESDM, 2019). Menurut hasil kajian Kementerian Perencanaan dan Pembangunan Nasional (2022) menjelaskan bahwa, pada tahun 2022 dari sektor energi dan transportasi menghasilkan kadar emisi dengan persentase sebesar 50,6% CO₂eq (*carbon dioxide equivalent*) dari total emisi di Indonesia. Potensi emisi akan terus meningkat hingga tahun 2030, dimana diprediksi akan menyentuh 1,4 giga ton CO₂eq atau sekitar 59% (Bappenas, 2022). Oleh karena itu, bagi Indonesia yang memiliki energi fosil sebesar 90% dalam bauran energi primer, urgensi untuk melakukan dekarbonisasi semakin tinggi (Bappenas, 2022).

Proses distribusi berperan penting pada hampir seluruh produk yang dikonsumsi masyarakat sehari-hari. Distribusi adalah suatu proses memindahkan dan menyimpan barang dari lokasi sumber (*source*) ke lokasi tujuan akhir (*destination*) dengan maksud meminimalkan biaya pengiriman (Pujawan dan Mahendrawati, 2010). Jaringan distribusi ini memungkinkan perpindahan produk dari lokasi produksi atau lokasi distributor ke lokasi pelanggan yang biasanya dibatasi oleh jarak yang sangat jauh (Pujawan dan Mahendrawati, 2010).

Setiap perusahaan selalu berinovasi mencari strategi terbaik untuk dapat mengoptimalkan proses distribusi produk ke setiap konsumen (Ahkamiraad dan Wang, 2018). Hal tersebut karena pada sebagian besar industri, biaya distribusi produk ke konsumen merupakan salah satu biaya terbesar bagi perusahaan yaitu

pada kisaran 10 sampai 25 % dari total biaya perusahaan (Pekar dkk., 2017). Karena pengaruh biaya distribusi yang signifikan tersebut, perusahaan akan dapat keuntungan yang lebih besar jika dapat mengoptimalkan proses distribusi. Secara umum, keuntungan perusahaan saat pendistribusian produk bergantung pada utilitas kendaraan yang digunakan, tingkat pelayanan yang maksimal, pengurangan biaya distribusi, pengurangan investasi pada penyediaan peralatan dan pengambilan keputusan yang baik (Hubl dkk., 2013). Oleh karena itu, diperlukan optimasi rute distribusi dan penjadwalan aktivitas dengan cara memaksimalkan kapasitas dan pengangkutan komponen yang dapat mengurangi biaya distribusi (Guimaraes dkk., 2014). Selain pengurangan biaya distribusi, organisasi atau perusahaan yang terlibat dalam distribusi produk ke konsumen semakin mendapat tekanan untuk bisa menerapkan strategi distribusi yang ramah lingkungan dengan tujuan meminimalkan dampak negatif emisi karbon bagi masyarakat dan lingkungan dari kegiatan logistik yang dilakukan (Govindan dkk., 2018). Dengan pemikiran ini, pengusaha perlu menerapkan suatu strategi yang tepat untuk memperbaiki proses pengiriman produk yang optimal serta ramah lingkungan.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi produk kosmetik. Perusahaan ini memiliki *Distribution Center* (DC) di Kabupaten Cirebon. DC Cirebon ini melayani permintaan pelanggan di Kabupaten Cirebon. Dalam melakukan operasionalnya, PT XYZ memiliki sebanyak 6 (enam) kendaraan yang berkapasitas 60 karton. Permintaan yang diterima oleh PT XYZ adalah permintaan harian. Adapun proses pengiriman yang dilakukan oleh PT XYZ diawali dari pihak admin menerima permintaan pelanggan, setelah itu pihak gudang menyiapkan produk pesanan pelanggan. Selanjutnya sopir mengirimkan pesanan ke setiap pelanggan. Setelah sampai di lokasi pelanggan, selanjutnya dilakukan pembongkaran sesuai jumlah pesanan. Setelah itu melanjutkan ke pelanggan selanjutnya sampai semua pelanggan terpenuhi. PT XYZ menghadapi permasalahan yaitu produk sering mengalami keterlambatan tiba di toko pelanggan. Selain itu, satu kendaraan hanya bisa melakukan pendistribusian produk sebanyak satu kali dalam sehari. Sehingga jika permintaan melebihi kapasitas maksimal kendaraan, maka permintaan yang belum terkirim pada hari

itu akan dikirimkan pada hari berikutnya. Selain fokus terhadap layanan ke pelanggan, perusahaan juga mempunyai visi yaitu memberikan layanan distribusi produk yang ramah lingkungan, salah satunya dampak emisi karbon yang dihasilkan oleh kendaraan distribusi. Hal tersebut tertuang dalam visi PT XYZ yang berbunyi “*Becoming Indonesia’s major distribution and retail company, serving best as distributor and retailer for all principal’s product, acknowledged as reliable, competitive, adaptive and having multiple area (Indonesia and overseas) capability while maintaining environmental sustainability*”. Dari penjelasan permasalahan tersebut, manajer logistik PT XYZ ingin melakukan perbaikan proses distribusi produk yang optimal serta ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan membantu pemilihan rute distribusi yang optimal serta ramah lingkungan. Permasalahan untuk meminimalkan pemilihan rute distribusi produk dengan keterbatasan kapasitas maksimum kendaraan, *time windows*, serta pertimbangan terhadap lingkungan disebut dengan *Green Vehicle Routing Problem with Time Windows* (GVRPTW).

GVRPTW merupakan suatu bentuk pengembangan dari permasalahan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) dimana terdapat penambahan pertimbangan terkait konsumsi bahan bakar (Utama dkk., 2022). VRPTW sendiri merupakan suatu bentuk permasalahan konstruksi rute, dimana masing-masing pelanggan dibatasi waktu buka dan tutup depot dan pelanggan selama pemenuhan permintaan pelanggan (Belachgar dan Kissani, 2017). VRPTW sendiri biasanya digunakan untuk penjadwalan sekumpulan kendaraan dengan batasan kapasitas kendaraan dan *travel time* dari depot pusat ke sekumpulan pelanggan yang tersebar beragam dengan permintaan yang diketahui dalam batasan *time windows* yang telah ditentukan. *Time windows* merupakan *two sided*, yang artinya setiap pelanggan harus dilayani permintaannya saat atau setelah waktu awal (*earliest time*), serta sebelum waktu akhir (*latest time*) dari pelanggan tersebut. Jika kendaraan distribusi datang ke pelanggan sebelum *earliest time*, maka akan ada waktu tunggu (*idle*). Jika kendaraan datang ke pelanggan setelah *latest time* maka *tardy*. Terdapat juga waktu pelayanan yang dibutuhkan untuk melayani setiap konsumen. Total biaya rute suatu kendaraan adalah total dari *travel time*, waktu tunggu, dan waktu pelayanan serta konsumsi

bahan bakar, yang dibutuhkan untuk mengunjungi pelanggan (Thangiah, 1993). Tujuan penyelesaian permasalahan GVRPTW yaitu meminimalkan total biaya distribusi produk yang melibatkan pertimbangan biaya konsumsi bahan bakar dan biaya keterlambatan pengiriman barang (Utama dkk., 2022).

Pada penelitian yang sudah ada sebelumnya, solusi penyelesaian atas permasalahan GVRPTW didapatkan dengan menggunakan metode metaheuristik. Metode metaheuristik merupakan suatu metode algoritma pendekatan berbasis heuristik yang mencari solusi yang baik dengan menjelajahi ruang pencarian dengan cara yang efisien (Gendreau dan Potvin, 2010). Salah satu dari keunggulan metaheuristik adalah dapat melakukan pencarian solusi yang baik pada ruang pencarian yang besar dan kompleks dengan banyak optimal lokal (Gendreau dan Potvin, 2010). Beberapa metode metaheuristik diantaranya yaitu *Genetic Algorithm* (GA), *Ant Colony Optimization* (ACO), *Artificial Bee Colony* (ABC), *Tabu Search* (TS), *Camel Optimization* dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini, algoritma yang akan digunakan adalah algoritma ACO dan *Hybrid Nearest Neighbor-ACO*. Alasan peneliti menggunakan algoritma ACO ini ditunjukkan oleh penelitian Yasya Bahrul Ulum (2017) yang meneliti proses distribusi barang dari depot ke toko pelanggan dengan membandingkan algoritma ACO dan GA. Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa hasil algoritma ACO 0,08% lebih baik daripada algoritma GA.

Algoritma ACO merupakan salah satu jenis pengembangan paradigma yang digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi dengan kumpulan algoritma yang menggunakan metode probabilistik dan prinsip kelompok koloni semut dalam proses pencarian makan (Nurhayanto dan Perdana, 2021). Menurut Ashari (2016) mengatakan bahwa, algoritma ACO mempunyai kelebihan yaitu membantu peneliti mendapatkan solusi penyelesaian yang dapat diterima selama fase penelitian karena algoritma ini menggunakan metode umpan balik yang baik untuk mencapai solusi terdekat dan struktur yang lebih luas.

Pada penelitian ini akan digunakan metode algoritma ACO pada permasalahan GVRPTW dengan tujuan meminimalkan rute pendistribusian produk kosmetik serta distribusi ramah lingkungan (pengurangan emisi karbon). Selain itu juga mengetahui perbandingan antara hasil rute baru menggunakan

ACO dengan rute eksisting. Parameter yang digunakan dalam penelitian untuk menentukan rute yang didapatkan sudah optimal yaitu jarak yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan jarak pada rute eksisting. Ketepatan waktu saat pengiriman pada setiap pelanggan sangat penting untuk diperhatikan batas kepatutannya. Serta emisi karbon yang dihasilkan oleh rute baru lebih kecil dibandingkan dengan emisi karbon pada rute eksisting. Sehingga diharapkan bisa memberikan suatu solusi bagi PT XYZ dalam pemilihan rute distribusi yang mendekati optimal serta ramah lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, dapat disusun beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana rute yang dihasilkan dengan algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO* dan ACO konvensional?
2. Bagaimana perbandingan rute hasil algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO*, ACO konvensional, dan rute eksisting perusahaan?
3. Bagaimana perbandingan kadar emisi karbon antara rute hasil algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO*, ACO konvensional, dan rute eksisting perusahaan?
4. Berapa penghematan kadar emisi (*emissions saving*) dari hasil rute algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO* dan ACO konvensional?
5. Bagaimana pengaruh perubahan nilai α , β , p , dan jumlah iterasi (i) terhadap total jarak tempuh, *total cost*, dan kadar emisi karbon?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui rute yang dihasilkan dengan algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO* dan ACO konvensional.
2. Mengetahui perbandingan rute hasil algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO*, ACO konvensional, dan rute eksisting perusahaan.

3. Mengetahui perbandingan kadar emisi karbon antara rute hasil algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO*, ACO konvensional, dan rute eksisting perusahaan.
4. Mengetahui penghematan kadar emisi (*emissions saving*) dari hasil rute algoritma *Hybrid Nearest Neighbor-ACO* dan ACO konvensional.
5. Mengetahui pengaruh perubahan nilai α , β , p , dan jumlah iterasi (i) terhadap total jarak tempuh, *total cost*, dan kadar emisi karbon.

1.4 Manfaat penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.4.1 Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan atau sebagai bahan pertimbangan bagi pihak distribusi terkhususnya yang berkaitan dengan strategi pendistribusian produk kosmetik ke pelanggan.

1.4.2 Bagi Universitas

Penelitian ini dapat menjadi literatur atau referensi bagi universitas terutama untuk pengembangan penulisan keilmiah serta sebagai penyumbang keilmuan teknik logistik khususnya dalam penerapan atau pengimplementasian algoritma ACO dalam permasalahan GVRPTW.

1.4.3 Bagi Mahasiswa

Penelitian ini sebagai suatu sarana untuk pengimplementasian dari teori atau pengetahuan yang telah didapatkan saat perkuliahan ke dalam kasus yang nyata atau *real* di sebuah perusahaan, yang mana diharapkan dapat memberikan suatu solusi dan manfaat bagi perusahaan dan universitas.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini berupa batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1.5.1 Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Jarak antar titik dihitung dengan rumus *euclidean* dengan acuan aplikasi *google maps*.
2. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data pendistribusian yang diambil pada tanggal 20 - 24 Desember 2022.
3. Produk yang digunakan penelitian hanya 1 jenis produk kosmetik.
4. Daerah konsumen yang digunakan penelitian adalah konsumen di daerah Kabupaten Cirebon.
5. Tipe karton yang digunakan dalam penelitian yaitu ukuran 27,9 cm x 18 cm x 18,8 cm.
6. Tipe kendaraan yang digunakan pendistribusian adalah mobil *Grandmax Blind Van*.
7. Jenis bahan bakar yang digunakan kendaraan adalah *pertalite*.
8. Satu mobil hanya dapat melakukan pengiriman satu kali dalam sehari.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Jarak antar titik pelanggan dianggap simetris, artinya jarak titik A ke B sama dengan jarak titik B ke A.
2. Kecepatan kendaraan saat pendistribusian dianggap konstan yaitu 50 km/jam.
3. Kapasitas kendaraan sebanyak 60 karton.
4. Waktu layanan (*service*) linear dengan jumlah pesanan (*demand*) pelanggan.
5. VRPTW yang digunakan adalah jenis *hard time windows*, artinya pengiriman tidak boleh dilakukan di luar *time windows*.
6. Kemacetan dan gangguan lainnya saat pendistribusian produk diabaikan.

(Halaman sengaja dikosongkan)

