

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah masalah penentuan rute optimal dari sejumlah kendaraan yang harus melakukan perjalanan untuk mengunjungi beberapa lokasi tujuan atau pelanggan dengan tujuan mengantarkan dan/atau menjemput orang atau barang (Toth & Vigo, 2014). Rute optimal yang dimaksud dalam VRP yaitu rute dengan biaya perjalanan paling minimum. Dalam VRP, depot adalah titik awal dari sebuah rute perjalanan di mana kendaraan memulai dan mengakhiri rutenya di depot tersebut (Masum, Shahjalal, Faruque, & Sarker, 2011).

Salah satu pengembangan dari VRP adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang merupakan masalah VRP dengan kendala tambahan yaitu kapasitas kendaraan tidak melebihi kapasitas maksimalnya. Menurut Dantzig & Ramser pada tahun 1959, CVRP merupakan masalah penentuan rute dengan biaya perjalanan paling rendah yang dimulai dan diakhiri dari depot di mana setiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan dan barang yang diangkut atau diantar tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan. Armada kendaraan tersebut biasanya sama jenis dan memiliki kapasitas yang diketahui. Biaya perjalanan antara setiap pelanggan diketahui dan bisa simetris (sama di kedua arah) atau asimetris.

Capacitated Vehicle Routing Problem berfokus pada minimisasi biaya atau jarak. Dalam aplikasi nyata, tujuan tunggal tersebut seringkali tidak memadai. Masalah operasional seperti pembagian beban kerja yang tidak merata dapat menyebabkan beberapa kendaraan mengalami kelebihan muatan (*overload*), yang meningkatkan risiko kecelakaan, memperpendek umur kendaraan, serta menaikkan biaya perawatan (Li & Wang, 2018). Oleh karena itu, pendekatan objektif lebih dari satu yang menyeimbangkan efisiensi jarak dengan pemerataan beban kerja menjadi sangat relevan untuk meningkatkan efisiensi logistik dan keselamatan transportasi.

Masalah CVRP telah diselesaikan oleh beberapa cara, di antaranya dengan menggunakan Algoritma Genetika untuk masalah distribusi matras (Patmawati dan Nugroho, 2022), algoritma gabungan *Genetic Algorithm* dan *Simulated Annealing*

atau GASA untuk pendistribusian eskrim di Kota Bandung (Firmansyah, 2020), Algoritma *Tabu Search* untuk masalah pengangkutan sampah di Kota Padang Sidempuan (Rumaida dkk, 2024) dan Algoritma *Clarke & Wright Savings* untuk masalah pendistribusian pada perum BULOG Medan Amplas (Aina & Marbun, 2023).

Berbagai penelitian telah menerapkan pendekatan multi-objektif pada Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) dengan tujuan tidak hanya efisiensi biaya atau jarak, tetapi juga tujuan lain seperti kinerja rute, distribusi beban dan total waktu pelayanan. Contohnya Mutar M. L., dkk pada tahun 2020 melakukan penelitian yang memanfaatkan metode heuristik seperti *Ant Colony Optimization* untuk mendapatkan kumpulan solusi optimal dalam CVRP multi-objektif. Terdapat penelitian lainnya juga yang mengoptimalkan 3 tujuan sekaligus yaitu jarak tempuh kendaraan, waktu pelayanan dan ketidakseimbangan jarak antar kendaraan menggunakan algoritma campuran yaitu *Firefly Algorithm* dan *Multi-objective Ant Colony Optimization* yang diteliti oleh Goel R. K. & Maini R. pada tahun 2019.

Selain algoritma yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat algoritma yang sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan fungsi objektif lebih dari satu yaitu *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA II). NSGA II merupakan pengembangan dari Algoritma Genetika dengan optimasi fungsi tujuan lebih dari satu. NSGA II pertama kali diperkenalkan oleh Kalyanmony Deb pada tahun 2002 yang merupakan pengembangan dari Algoritma Genetika. NSGA II akan menyimpan solusi optimal dari setiap generasi, kemudian menyeleksi dengan cara mengurutkan berdasarkan *pareto front* dan membandingkan solusi-solusi antar tiap generasi sehingga mendapatkan kemungkinan solusi yang *feasible* (Deb K. dkk, 2002).

Penelitian terkini oleh Karimi dkk (2024) secara komprehensif membahas masalah optimasi rute multi-objektif. Fokus utama penelitian tersebut adalah pada biaya ekonomi, lingkungan, dan kepuasan pelanggan. Namun, model yang diusulkan menerapkan struktur logistik *two-echelon (2E-VRP)* yang kompleks

dengan armada heterogen (*van* dan *drone*). Selain itu, fungsi tujuannya belum secara spesifik mengangkat isu pemerataan beban kerja antar pengemudi.

Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan berfokus pada struktur CVRP yang lebih umum. Penelitian ini juga mengoptimalkan dua fungsi tujuan yang berbeda dan sangat relevan secara operasional, yaitu minimalisasi total jarak tempuh dan minimalisasi ketidakseimbangan beban kerja (*workload imbalance*). Penggunaan algoritma NSGA-II untuk kedua tujuan tersebut menjadi kontribusi utama yang membedakan penelitian ini dari studi sebelumnya.

Penelitian ini akan menerapkan BOCVRP pada masalah pengantaran gas untuk sebuah pangkalan gas di Kabupaten Sleman Yogyakarta. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pangkalan gas dalam meningkatkan pelayanan pengantaran gas dengan cara menentukan rute optimal bagi kendaraan operasional. Pendekatan bi-objektif yang berfokus pada meminimumkan jarak tempuh kendaraan dan ketidakseimbangan muatan menjadi sangat relevan dengan permasalahan pengiriman gas di pangkalan gas tersebut. Dengan meminimumkan jarak tempuh, perusahaan dapat mengurangi biaya bahan bakar dan waktu pengiriman. Sementara meminimalkan ketidakseimbangan muatan memastikan bahwa semua kendaraan beroperasi dengan penuh, mengurangi kemungkinan *overload* (Tavares & Ferreira, 2019). Oleh karena itu untuk meningkatkan efisiensi logistik dan keselamatan transportasi, sistem manajemen yang efisien sangat penting untuk mengatur beban kendaraan.

Berdasarkan latar belakang tersebut pada penelitian ini, NSGA-II akan digunakan untuk menyelesaikan BOCVRP. Oleh karena itu, penulis mengangkat masalah dengan judul “Penyelesaian *Bi-Objective Capacitated Vehicle Routing Problem* Pada Pengantaran Gas Menggunakan *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika penentuan rute terpendek dengan beberapa fungsi tujuan?
2. Bagaimana implementasi *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* untuk optimasi rute pengantaran sebuah pangkalan gas dengan beberapa fungsi tujuan?
3. Bagaimana hasil rute terpendek untuk pengantaran gas pada suatu pangkalan gas di Kabupaten Sleman, Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA II) dalam menyelesaikan *Bi-Objective Capacitated Vehicle Routing Problem* (BOCVRP). Selanjutnya, algoritma tersebut akan diimplementasikan untuk mengoptimalkan rute pengantaran gas di suatu pangkalan gas di Kabupaten Sleman Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini menambah wawasan keilmuan di bidang optimasi mengenai penyelesaian rute pelayanan dengan menggunakan algoritma NSGA II dan memanfaatkan teori yang telah dipelajari selama menuntut ilmu di universitas.

2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan dapat membantu pangkalan gas dalam menentukan rute pengantaran gas yang optimal, sehingga dapat meminimalkan total jarak tempuh kendaraan, mengurangi biaya operasional, serta meningkatkan efisiensi distribusi gas dengan tetap memperhatikan keseimbangan muatan antar kendaraan yang digunakan.

Ade Lia Nur Fitri, 2025

PENYELESAIAN BI OBJECTIVE CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM PADA PENGANTARAN GAS MENGGUNAKAN NON-DOMINATED SORTING GENETIC ALGORITHM II (NSGA-II)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan metode metaheuristik, khususnya dalam penerapan *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA-II) untuk menyelesaikan masalah optimasi *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi akademisi dan praktisi dalam mengeksplorasi pemecahan masalah optimasi lainnya yang melibatkan lebih dari satu fungsi objektif, sehingga mendorong kemajuan ilmu pengetahuan di bidang optimasi dan logistik.