

ABSTRAK

Distribusi barang merupakan salah satu aktivitas utama dalam sistem logistik yang menuntut efisiensi tinggi, baik dari segi jarak tempuh perjalanan maupun dari sisi pemanfaatan kapasitas kendaraan secara maksimal. Dalam praktiknya, perusahaan logistik sering kali dihadapkan pada tantangan dalam merancang sistem rute distribusi yang tidak hanya hemat biaya, tetapi juga mampu menyeimbangkan beban kerja kendaraan secara efektif. Permasalahan klasik yang sering muncul adalah bagaimana menyusun kombinasi rute pengiriman yang optimal agar kendaraan dapat mengunjungi seluruh pelanggan, memenuhi permintaan pengiriman dan penjemputan barang (delivery dan pickup), serta tetap berada dalam batas kapasitas berat dan volume yang diperbolehkan. Penelitian ini secara khusus mengangkat permasalahan tersebut dalam konteks nyata di perusahaan logistik PT XYZ, dengan menggunakan pendekatan *Vehicle Routing Problem Simultaneous Pickup and Delivery with Cargo Loading* (VRPSPD-CL). Permasalahan ini tergolong dalam kategori kombinatorial yang kompleks (NP-hard), mengingat banyaknya variabel dan batasan yang harus dipertimbangkan secara bersamaan. Dalam hal ini, VRPSPD-CL dikembangkan untuk menyusun rute kendaraan yang tidak hanya mengantarkan barang ke pelanggan, tetapi juga sekaligus melakukan penjemputan barang dari pelanggan yang berbeda, dengan memperhatikan efisiensi total jarak dan utilisasi ruang muatan.

Untuk menyelesaikan model optimasi ini, digunakan metode algoritma genetika (*Genetic Algorithm/GA*) sebagai teknik pencarian solusi terbaik. GA dipilih karena kemampuannya dalam menjelajahi ruang solusi secara luas dan efisien melalui proses evolusi buatan, serta mampu menemukan solusi mendekati optimum dalam waktu komputasi yang wajar. Proses penyelesaian dimulai dengan inisialisasi populasi berupa kombinasi rute kendaraan yang acak, kemudian dilanjutkan dengan evaluasi fungsi fitness berdasarkan kriteria jarak tempuh total dan pemanfaatan kapasitas kendaraan. Selanjutnya dilakukan proses seleksi individu terbaik, disilangkan (crossover), dan dimutasi guna membentuk generasi baru yang lebih baik. Proses ini diulang hingga sejumlah generasi tertentu, sampai ditemukan solusi dengan performa paling optimal.

Model yang dikembangkan juga secara eksplisit mempertimbangkan batasan operasional kendaraan, yakni batas maksimum berat (kg) dan volume (m^3) yang dapat diangkut dalam satu rute, serta urutan layanan pickup-delivery yang tidak boleh menyebabkan kelebihan beban selama perjalanan. Pengujian model dilakukan dengan menggunakan data riil pengiriman harian dari PT XYZ selama periode 4 hingga 16 November 2024. Setiap hari terdiri dari sejumlah pelanggan yang harus dilayani, dengan permintaan pengiriman dan pengambilan barang yang bervariasi. Hasil dari proses optimasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan signifikan pada total jarak tempuh kendaraan jika dibandingkan dengan kondisi eksisting. Selain itu, rata-rata pemanfaatan kapasitas muatan kendaraan juga mengalami peningkatan, baik dari sisi berat maupun volume, yang mengindikasikan efisiensi penggunaan truk. Evaluasi tambahan dilakukan dengan cara membandingkan hasil optimasi terhadap kondisi aktual di lapangan, baik dalam hal jumlah kendaraan yang digunakan, pola rute yang terbentuk, maupun efisiensi ruang muatan. Selain itu, dilakukan juga analisis sensitivitas terhadap jumlah maksimum kendaraan per hari, untuk mengetahui seberapa fleksibel model ini dalam menghadapi keterbatasan jumlah armada. Hasil analisis memperlihatkan bahwa dengan strategi penggabungan muatan pelanggan yang efisien dan pengalokasian rute berdasarkan jarak terpendek, model ini tetap mampu menjaga performa tinggi walaupun jumlah kendaraan dibatasi.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa metode VRSPD-CL berbasis algoritma genetika dapat diterapkan secara efektif dalam merancang sistem distribusi barang yang efisien dan adaptif terhadap perubahan kondisi operasional. Model yang dikembangkan tidak hanya menghasilkan solusi yang optimal dari sisi biaya dan jarak tempuh, tetapi juga memberikan fleksibilitas dalam merespons permintaan simultan (pickup dan delivery) secara bersamaan.

Kata kunci: **Distribusi Logistik, VRSPD-CL, Algoritma Genetika, Kapasitas Muatan.**