

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, kesimpulan penelitian ini disusun sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Penerapan *Hybrid Genetic Algorithm* yang menggabungkan *Genetic Algorithm* dan *local search 2-opt* berhasil digunakan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi hewan kurban yang dimodelkan sebagai CVRPTW dengan tujuan meminimalkan total jarak tempuh. Berdasarkan benchmarking pada 178 titik pengiriman, pengukuran menggunakan *Google Routes API* menunjukkan bahwa total jarak rute manual sebesar 2.603,352 km dapat diturunkan menjadi 2.096,882 km, dengan pengurangan sebesar 506,470 km atau 19,45%. Pengukuran menggunakan *OSRM Routes API* juga menunjukkan penurunan jarak sebesar 558,731 km atau 21,83%. Selain itu, penerapan 2-opt dalam proses HGA menghasilkan penurunan total jarak sebesar 30,76% dibandingkan kondisi sebelum local search diterapkan. Dengan demikian, HGA mampu menghasilkan pembagian pesanan dan urutan kunjungan yang lebih pendek dengan tetap mempertimbangkan kapasitas angkut dan time window pengiriman.
2. Sistem berbasis web telah berhasil dirancang, dikembangkan, dan diuji untuk mendukung pengelolaan data hewan kurban, pesanan, serta pengemudi, pelaksanaan optimasi rute, penugasan pengemudi, pembaruan status pengiriman, dan pelacakan pesanan. Hasil pengujian *Blackbox* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan skenario pengujian, sedangkan *User Acceptance Testing* terhadap tujuh responden memperoleh nilai 98,95% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dan digunakan untuk mendukung pengelolaan serta monitoring distribusi hewan kurban di Khalifa Farm.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan batasan masalah yang telah ditetapkan, beberapa saran untuk penelitian serta pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan data distribusi dengan jumlah pesanan, periode pengiriman, wilayah tujuan, dan karakteristik lokasi yang lebih beragam. Pengujian juga dapat dilakukan pada peternakan lain agar kemampuan generalisasi metode dapat diketahui pada skala dan kondisi distribusi yang berbeda.

2. Model optimasi dapat dikembangkan menjadi *multi-objective optimization* dengan mempertimbangkan total jarak, waktu tempuh aktual, konsumsi bahan bakar, biaya distribusi, dan pemerataan beban kerja pengemudi. Informasi lalu lintas dan cuaca juga dapat digunakan untuk melakukan penyesuaian rute secara dinamis.
3. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan armada heterogen dengan kapasitas, kecepatan, biaya operasional, dan waktu ketersediaan kendaraan yang berbeda. Model juga dapat dikembangkan untuk menentukan penugasan kendaraan dan pengemudi, termasuk kemungkinan satu kendaraan menjalankan lebih dari satu rute.
4. Optimasi dapat dikembangkan dari pendekatan satu hari menjadi perencanaan beberapa hari sekaligus. Pengembangan tersebut dapat mempertimbangkan perubahan jadwal pengiriman, penambahan atau pembatalan pesanan, serta penyusunan ulang rute apabila terjadi perubahan kondisi operasional.
5. Sistem dapat dikembangkan dengan visualisasi rute yang lebih interaktif, navigasi langsung bagi pengemudi, notifikasi perubahan status pengiriman, dan pemantauan posisi kendaraan.