

BAB VI

PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian Sistem Optimasi Rute Pengantaran Air Galon menggunakan algoritma *Hill Climbing* pada Usaha Galon Isi Ulang Nada Cinta, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma *Hill Climbing* berhasil diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web untuk mencari rute pengantaran air galon yang paling efisien. Algoritma ini mampu melakukan optimasi rute dengan pendekatan *Open Traveling Salesman Problem (Open TSP)*, di mana rute pengantaran dimulai dari depot dan berakhir pada pelanggan terakhir.
2. Sistem yang dikembangkan mampu membantu proses pengantaran menjadi lebih efisien, yang ditunjukkan dengan hasil optimasi rute yang memiliki total jarak tempuh lebih pendek dibandingkan dengan rute manual yang selama ini digunakan oleh pihak usaha. Hasil konkret menunjukkan bahwa jarak rute awal (manual) sebesar 3.246 meter berhasil diturunkan menjadi 2.662 meter setelah dilakukan optimasi menggunakan algoritma *Hill Climbing*, yang berarti terjadi pengurangan jarak sebesar 584 meter atau penurunan sebesar 18%. Hal ini berdampak langsung pada penghematan waktu pengantaran, pengurangan konsumsi bahan bakar, dan penurunan biaya operasional pengantaran air galon.

3. Hasil perhitungan algoritma *Hill Climbing* pada sistem web konsisten dengan perhitungan manual menggunakan *Microsoft Excel*, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi algoritma pada sistem telah berjalan dengan benar dan akurat.
4. Pengujian sistem menggunakan metode *Black Box* menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan, meliputi modul otentikasi untuk admin, kurir, dan pelanggan, alur pemesanan pelanggan, pengelolaan data oleh admin melalui fitur CRUD (*Create, Read, Update, Delete*), serta proses optimasi rute pengantaran yang berfungsi dengan baik.
5. Penerapan sistem ini memberikan nilai tambah bagi Usaha Galon Isi Ulang Nada Cinta, karena proses distribusi menjadi lebih terstruktur, pengambilan keputusan terkait rute pengantaran menjadi berbasis data, kualitas pelayanan kepada pelanggan dapat ditingkatkan, dan sistem mampu mengelola data pelanggan, kurir, pemesanan, serta jarak antar lokasi secara terintegrasi dalam satu platform berbasis web.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa algoritma *Hill Climbing* dapat digunakan secara efektif sebagai solusi optimasi rute pengantaran pada usaha kecil dan menengah, khususnya dalam bidang distribusi air galon isi ulang.

1.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem dan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Pengembangan algoritma optimasi

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan perbandingan antara algoritma *Hill Climbing* dengan algoritma optimasi lainnya seperti *Genetic Algorithm*, *Simulated Annealing*, atau *Ant Colony Optimization*, guna memperoleh solusi rute yang lebih optimal secara global dan mengurangi risiko terjebak pada *local optimum*.

2. Integrasi koordinat geografis dan peta digital

Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memanfaatkan data koordinat geografis (*latitude dan longitude*) serta integrasi dengan peta digital seperti *Google Maps*, sehingga hasil rute dapat ditampilkan secara visual dan lebih mudah digunakan oleh kurir di lapangan.

3. Pengembangan fitur operasional kurir

Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur pelacakan pengantaran secara *real-time*, estimasi waktu tiba (*estimated time arrival*).

4. Penerapan pada skala yang lebih besar

Sistem optimasi rute ini dapat diuji dan diterapkan pada skala usaha yang lebih besar dengan jumlah pelanggan dan kendaraan yang lebih banyak untuk mengukur performa algoritma *Hill Climbing* pada kondisi yang lebih kompleks.

5. Penambahan fitur *Customer Relationship Management* (CRM)

Pengembangan selanjutnya dapat mengintegrasikan fitur CRM untuk pengelolaan riwayat pemesanan pelanggan, analisis pola pemesanan,

program loyalitas pelanggan, serta sistem feedback untuk meningkatkan hubungan dengan pelanggan.

6. Perekaman jarak otomatis berbasis geolokasi

Pada penelitian ini, pengukuran jarak antar lokasi masih dilakukan secara manual menggunakan aplikasi *FieldCalc*. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat diintegrasikan dengan teknologi geolokasi (GPS) dan API peta digital seperti *Google Maps Distance Matrix API* atau *OpenStreetMap*, sehingga jarak antar lokasi dapat dihitung dan direkam secara otomatis oleh sistem berdasarkan koordinat geografis pelanggan. Hal ini akan meningkatkan akurasi data, mengurangi waktu input manual, serta memungkinkan pembaruan data jarak secara dinamis ketika terjadi perubahan lokasi pelanggan.

7. Adaptasi rute terhadap kondisi dinamis

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem yang mampu melakukan penyesuaian rute secara otomatis berdasarkan kondisi dinamis seperti kemacetan lalu lintas, penutupan jalan, atau kondisi cuaca melalui integrasi dengan layanan informasi lalu lintas *real-time*, sehingga rute pengantaran dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan yang berubah.

Dengan adanya pengembangan lebih lanjut, diharapkan sistem optimasi rute pengantaran ini dapat memberikan manfaat yang lebih luas dan menjadi solusi yang semakin efektif dalam mendukung kegiatan distribusi pada berbagai jenis usaha.