

Penerapan Algoritma Genetika Untuk Mencari Optimasi Kasus TSP Pada 20 Gerai Indomart

Yerika Puspa Rosanti^{1*}, Iwel Triana², Sigit Pancahayani³
^{1,2,3}Institut Teknologi Bandung, Indonesia
E-mail: ¹yerikapuspa@gmail.com, ²iweltriana@gmail.com,
³spancahayani@lecturer.itk.ac.id

Abstract

In the delivery of a package, goods, and conducting business, location is a crucial factor to manage. A common issue is the late arrival of packages because delivery couriers cannot find the fastest or most efficient route. This study aims to apply a genetic algorithm to optimize the traveling salesman problem (TSP) for the distribution of goods to 20 Indomaret outlets in the Dago area of Bandung City. TSP is a classic optimization problem that seeks to find the shortest route that visits each city once and returns to the origin city. The genetic algorithm, as a population-based search and optimization method, is used due to its capability to find near-optimal solutions for complex and large problems. This algorithm leverages natural selection mechanisms such as selection, crossover, and mutation to develop solutions from one generation to the next. Initial parameters were set with a population of 100 and a maximum of 500 generations to increase the variety of solutions without taking too much time. The fitness value was obtained by taking the negative of the total distance traveled, and after the iteration process, an optimal result with a fitness value of -0.10 was achieved. It only took 50 seconds to run 500 generations for selecting the distribution route of 20 Indomaret outlets.

Keywords: genetic algorithm, travelling salesman problem, fitness score, distance optimization

Abstrak

Dalam pengiriman suatu paket, barang, dan dalam melakukan sebuah bisnis, lokasi merupakan hal yang sangat penting untuk dikendalikan. Banyaknya kasus yang sering ditemukan adalah kedatangan paket yang terlambat dikarenakan kurir barang tidak dapat menemukan jalur yang tercepat atau yang paling efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma genetika untuk mencari optimasi kasus travelling salesman problem (TSP) pendistribusian barang pada 20 gerai Indomaret di wilayah Dago Kota Bandung. TSP adalah masalah optimasi klasik yang bertujuan untuk menemukan rute terpendek yang mengunjungi setiap kota sekali dan kembali ke kota asal. Algoritma genetika sebagai metode pencarian dan optimasi berbasis populasi, digunakan karena kemampuannya dalam menemukan solusi mendekati optimal untuk masalah kompleks dan besar. Algoritma ini memanfaatkan mekanisme seleksi alam seperti seleksi, crossover, dan mutasi untuk mengembangkan solusi dari satu generasi ke generasi berikutnya. Parameter awal diatur yaitu populasi 100 dan maksimal generasi 500 untuk menambah variasi solusi tetapi tidak memakan waktu yang terlalu lama. Nilai fitness diperoleh dengan negatif dari total jarak yang ditempuh dan setelah proses iterasi, diperoleh hasil yang optimal dengan nilai fitness -0.10. Hanya dibutuhkan waktu 50 detik untuk menjalankan 500 buah generasi pada pemilihan jalur distribusi 20 gerai Indomaret.

Kata kunci: Algoritma Genetika; Traveling Salesman Problem; Nilai Fitness; Optimasi Jarak.

1. Pendahuluan

Traveling Salesman Problem (TSP) merupakan sebuah permasalahan optimasi yang dapat diterapkan pada berbagai kegiatan seperti routing dan penjadwalan produksi [1]. Masalah optimasi TSP telah menjadi standar untuk mencoba algoritma yang komputasional [2,3,4]. Pokok permasalahan dari TSP adalah seorang salesman harus mengunjungi sejumlah kota yang diketahui jaraknya satu dengan yang lainnya [5]. Semua kota yang ada harus dikunjungi dan kota tersebut hanya boleh dikunjungi tepat satu kali [6,7].

Distribusi merupakan penyaluran suatu produk dari pihak produsen ke pihak konsumen [8]. Setiap bisnis memprioritaskan kemudahan pelanggan untuk membeli produk yang diperlukan untuk menyenangkan pelanggan mereka. Rute yang dipilih sistem distribusi adalah faktor kunci dalam menghitung jarak tempuh yang dibutuhkan dan biaya yang terkait. Jika rute yang dipilih sudah optimal, maka sistem distribusi akan lebih efektif dan efisien karena akan menempuh rute dengan jarak sependek mungkin, meminimalkan faktor-faktor yang berhubungan dengan jarak [3]. Manajemen lokasi sangat penting saat mengirimkan paket, barang, atau menjalankan bisnis. Paket sering kali terlambat datang karena kurir tidak dapat menemukan rute tercepat atau paling efisien.

Dalam kasus ini penulis membuat sebuah alternatif mencari optimasi jalur terpendek menggunakan metode algoritma genetika pada 20 gerai Indomaret di wilayah Dago, Kota Bandung. Gerai Indomaret ditempatkan di lokasi-lokasi strategis sehingga mudah dijangkau. Gerai Indomaret dengan mudah dapat ditemukan di berbagai kawasan perumahan, perkantoran, niaga, wisata, apartemen dan fasilitas umum yang menyediakan produk *food*, *nonfood*, *general merchandise* dan *fresh product* untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari konsumen.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ina [9] dalam mengatasi masalah TSP pada perabot keliling di kota Kupang, didapatkan jadwal perjalanan tetap dan pasti untuk saudagar perabot keliling Kota Kupang serta jadwal tersendiri yang berisi jalur perjalanan titik kelurahan beserta titik tempuhnya. Metode penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang penggunaan algoritma genetika dan pemilihan parameter optimal yang relevan dengan penelitian penulis.

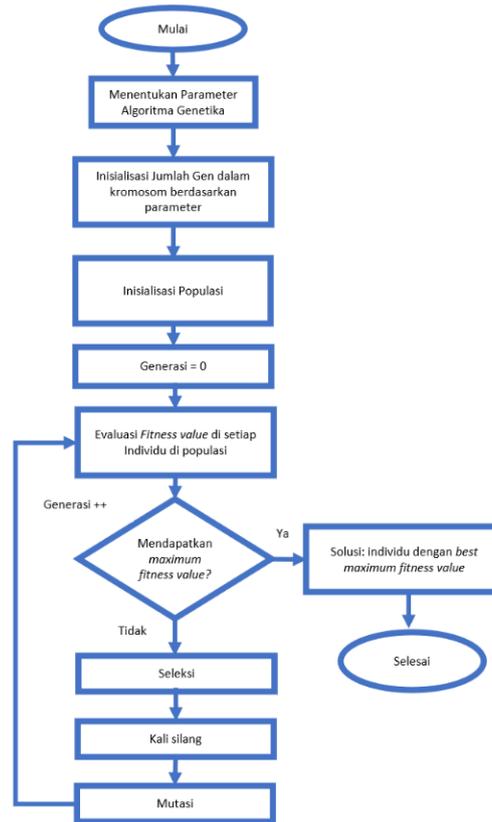
Berikutnya penelitian berjudul optimasi travelling Salesman problem dengan algoritma genetika pada kasus pendistribusian barang PT. Pos Indonesia di kota Bandar Lampung. Penelitian ini mencoba mengoptimasi rute distribusi barang menggunakan algoritma genetika, relevan dengan upaya penulis untuk mengoptimasi rute pengiriman kurir ekspedisi. Hasil dan pengalaman dari penelitian ini dapat memberikan perspektif tambahan tentang penggunaan algoritma genetika dalam masalah TSP [10].

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka diperlukan solusi yang tepat untuk memecahkan masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma genetika untuk optimisasi travelling salesman problem pada kasus pendistribusian barang pada gerai Indomaret di wilayah Dago Kota Bandung. Dalam hal pengerjaannya dibantu dengan bahasa pemrograman Phyton.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data gerai indomaret di area sekitar wilayah Dago, Kota Bandung. Data tersebut memuat 20 gerai indomaret beserta lokasi berupa titik koordinat yang diperoleh dari *google maps*. Selanjutnya, diasumsikan gerai indomaret sebagai titik dan jalan yang menghubungkan antar indomaret sebagai sisi. Bobot dari sisi yang dimaksud adalah jarak terpendek dari kedua titik ujung sisi tersebut. Kemudian, digunakan algoritma genetika untuk menentukan jarak yang paling optimal dalam pendistribusian barang.

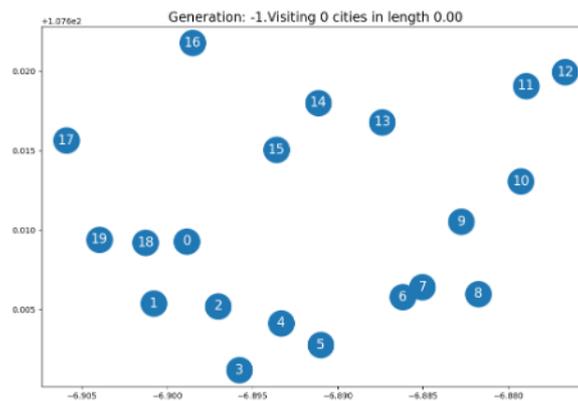
Skema penyelesaian permasalahan distribusi ini ditampilkan pada bagan alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Algoritma Genetika

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini, dari Google Maps penulis menggunakan parameter titik sebanyak 20 toko Indomaret yang berada di daerah Dago dan sekitarnya. Koordinat posisi masing-masing Indomaret dituangkan pada plot dengan menggunakan Python.



Gambar 2. Plot 20 gerai Indomart

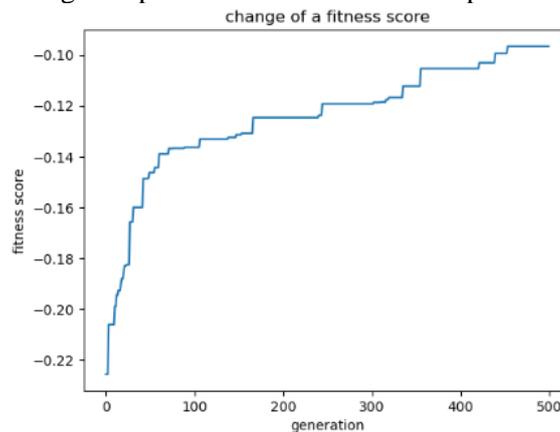
3.1. Inisiasi parameter awal

Nilai populasi dengan yang digunakan adalah 100 sehingga dapat memberikan variasi genetik yang cukup. Populasi yang lebih besar cenderung menghasilkan solusi yang lebih baik karena banyak variasi genetik, tetapi juga memerlukan banyak sumber daya komputasi. Begitu pula dengan pemilihan jumlah generasi 500 supaya dapat memberikan

cukup pilihan untuk algoritma mengeksplorasi ruang pencarian solusi yang efektif tetapi tidak menghabiskan waktu yang terlalu lama.

3.2. Perhitungan nilai *fitness*

Nilai *fitness function* ditentukan sebagai parameter penentuan baik atau tidaknya suatu individu dalam algoritma genetika. Nilai *fitness* ditentukan sebagai parameter yang menentukan nilai optimum dalam masalah optimasi [11]. Mula-mula dilakukan perhitungan matriks jarak antara semua pasangan kota berdasarkan koordinat kota yang diberikan. Hal ini menghasilkan matriks 2D yang berisi jarak antara setiap pasangan kota. Selanjutnya dalam fungsi *fitness*, dilakukan penghitungan total jarak tempuh untuk rute yang ditempuh oleh individu dengan menjumlahkan jarak antar kota secara berurutan. Barulah setelah itu *fitness* dihitung sebagai negatif dari total jarak, sehingga mencari solusi dengan jarak terpendek (nilai *fitness* yang lebih tinggi menunjukkan solusi yang lebih baik). Berikut adalah grafik perubahan nilai *fitness* dari penelitian ini.



Gambar 3. Perubahan Nilai Fitness pada Maksimal 500 generasi

Dari Gambar 3, didapatkan bahwa nilai *fitness* paling optimal berada pada nilai jarak - 0.10 jika digunakan maksimal 500 generasi.

3.3. Proses seleksi, kali silang, dan mutasi

Pewarisan sifat dari individu terbaik perlu dijaga di setiap generasi. Elitisme memungkinkan sekumpulan individu terbaik untuk diduplikat dari induk ke keturunan berikutnya. Dalam penelitian ini, duplikat tidak dilakukan pada sekumpulan individu terbaik, melainkan pada individu terbaik dengan tetap menjaga keberagaman populasi. Penentuan banyaknya duplikat untuk meningkatkan kinerja AG diuji pada masalah fungsi nonlinear dua peubah.

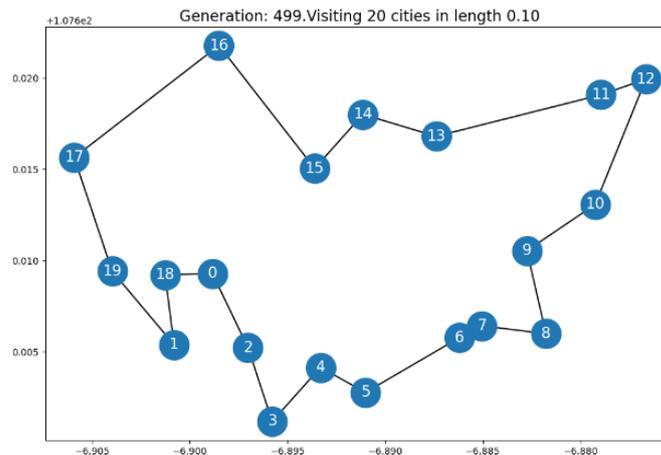
Pada tahapan kali silang (*crossover*), dilakukan terlebih dahulu pemisahan bagian head dan tail dari individu yaitu *mother_head*, *mother_tail*, serta *father_tail*. Kemudian dibuatlah mapping yang berisi pemetaan gen dalam *father_tail* dan *mother_tail*. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa tidak ada duplikat gen dalam bagian kepala (*mother_head*) yang akan digabungkan dengan *father_tail*. Barulah selanjutnya dilakukan perulangan untuk memeriksa dan memperbaiki gen dalam *mother_head*. Jika ada duplikasi gen dari *father_tail*, gen tersebut diganti dengan gen yang dipetakan dari *mother_tail*. Setelah memastikan tidak ada duplikasi gen, bagian *mother_head* digabungkan dengan *father_tail* untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) yakni berupa rute yang valid untuk permasalahan ini.

Sedangkan fungsi mutasi yang dilakukan disini digunakan untuk memilih dua indeks acak dari keturunan (*offspring*) dengan parameter yang membatasi agar indeks yang dipilih tidak saling tergantikan. Nilai gen pada dua indeks yang dipilih (*offspring A* dan

B) ditukar. Hal ini dilakukan untuk menyimulasikan proses mutasi, dimana dua gen dipertukarkan nilainya.

3.4. Proses iterasi untuk mendapatkan solusi optimal

Selanjutnya adalah melakukan iterasi melalui setiap generasi dalam range 500 seperti yang sudah diatur sebelumnya. Hingga pada akhir evolusi, Gambar lintasan paling optimal dari algoritma genetika ini ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 4. Lintasan Optimal TSP pada 20 gerai Indomart

4. Kesimpulan

Algoritma genetika dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan ukuran jarak atau masalah TSP yang optimal. Pada penelitian ini, diatur populasi 100 dan maksimal generasi adalah 500. Ternyata, hanya dibutuhkan waktu sekitar 50 detik saja untuk menjalankan 500 buah generasi pada pemilihan jalur distribusi 20 gerai Indomart. Serta didapatkan nilai fitness score sebesar -0.10. Nilai optimal parameter algoritma genetika dipengaruhi oleh perbedaan nilai yang digunakan. Untuk pengembangan penelitian mencari rute tercepat selanjutnya, dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa faktor seperti data terkait kepadatan lalu lintas, serta jumlah dan frekuensi lampu merah pada jalan yang dilewati yang mempengaruhi waktu tempuh perjalanan secara nyata.

Daftar Pustaka

- [1] Gutin, G., Punen, A. P. "The Traveling Salesman Problem and Its Variations", Springer Science and Business Media, 2006.
- [2] JianChen Zhang. "Comparison of various algorithms based on TSP Solving", Journal of Physics: Conference Series, 2021.
- [3] Luailiyatuzzahrok. "Penggunaan Algoritma Genetika dalam Penyelesaian Masalah Traveling Salesman Problem pada Pendistribusian Tabung Liquefied Petroleum Gas". Skripsi Universitas Lampung, Indonesia, 2023.
- [4] Steeb, W. "The Nonlinear Workbook 5th Edition", World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, USA, 2011.
- [5] Applegate, D. L., Chvatal, V., Bixby, R. E., Cook, W. J. "The Traveling Salesman Problem: A Computational Study", Princeton University Press. USA, 2007.
- [6] Mubarak, Aldhiqo Y., dan Chotijah, U. "Penerapan Algoritma Genetika untuk Mencari Optimasi Kombinasi Jalur Terpendek dalam Kasus Travelling Salesman Problem", Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 7, pp. 77-82, 2021.
- [7] Pesant, G., Gendreau, M., Potvin, J., Rousseau, J. "An Exact Constraint Logic Programming Algorithm for The Travelling Salesman Problem with Time Windows", Transportation Science, Vol. 32, pp. 12-29, 1998.

- [8] Suryanto, M. H. "Sistem Operasional Manajemen Distribusi", PT. Grasindo, Jakarta, 2016.
- [9] Ina, W. T., Manu, S. O., dan Matahine, T. Y. "Penerapan Algoritma Genetika pada Travelling Salesman Problem (TSP) (Studi Kasus: Pedagang Perabot Keliling di Kota Kupang)", *Jurnal Media Elektro*, Vol. 8, pp. 53-58, 2019.
- [10] Rohman, S., Zakaria, L., Asmiati, A., dan Nuryaman, A. "Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung", *Jurnal Matematika Integratif*, Vol. 16, pp.61-73.
- [11] Ramdhani, S., Mauliana, P., Wiguna, W., Hunaifi, N., dan Firmansyah, R. "Sistem Penjadwalan Antrian Service Mobil Toyota Menggunakan Algoritma Genetika di Auto2000 Pasteur", *Jurnal Infotronik*, Vol. 7, pp. 1, 2022.