

Application of the Nearest Neighbor Algorithm to the Traveling Salesman Problem (TSP) for Determining the Shortest Food Delivery Route from a Restaurant to Multiple Customer Destinations

Rivaldo Hardiansyah¹, Tiara Maya Lestari², Muhammad Istianto Ilham³, Ikhwan Baidlowi Sumafta^{4*}

^{1,2,3,4}Teknik Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

¹bayuuhardi@gmail.com, ²tmlmaya66@gmail.com, ³istianto.pahlawan@gmail.com,
⁴ibsumafta@pnm.ac.id

*Corresponding author

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem optimasi rute pengantaran makanan dari sebuah restoran menuju sejumlah titik tujuan pelanggan menggunakan algoritma *Nearest Neighbor*. Permasalahan pengantaran ke banyak titik ini dimodelkan sebagai *Traveling Salesman Problem* (TSP) dan diselesaikan melalui pendekatan kuantitatif berbasis simulasi dengan data *dummy*. Jarak antartitik dihitung menggunakan *Haversine Formula* dan disusun ke dalam matriks jarak, kemudian algoritma *Nearest Neighbor* diterapkan untuk menentukan urutan kunjungan dengan prinsip *greedy*, yaitu selalu memilih titik terdekat yang belum dikunjungi. Pengujian dilakukan pada dua klaster wilayah distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Nearest Neighbor* mampu menghasilkan rute dengan total jarak tempuh 12,05 km untuk Wilayah User 1 dan 11,50 km untuk Wilayah User 2 dengan kompleksitas waktu $O(n^2)$. Meskipun sifat *greedy* berpotensi menghasilkan solusi yang tidak optimal secara global, khususnya pada pemilihan titik-titik akhir, pendekatan ini terbukti cepat, sederhana, dan praktis. Dapat disimpulkan bahwa algoritma *Nearest Neighbor* layak dijadikan solusi awal optimasi rute layanan pengantaran makanan berskala lokal dengan jumlah titik terbatas (≤ 10 titik) yang membutuhkan perhitungan secara *real-time*.

Kata Kunci:

Algoritma *Nearest Neighbor*; food delivery; rute terpendek; *Traveling Salesman Problem*

ABSTRACT

This study aims to design and implement a food delivery route optimization system from a restaurant to several customer destination points using the *Nearest Neighbor* algorithm. Delivery to multiple points is modeled as a *Traveling Salesman Problem* (TSP) and solved through a quantitative, simulation-based approach using dummy data. The distances between points are calculated using the *Haversine Formula* and arranged into a distance matrix, after which the *Nearest Neighbor* algorithm determines the visiting order using a greedy principle that always selects the nearest unvisited point. Testing was conducted on two distribution area clusters. The results show that the *Nearest Neighbor* algorithm produces routes with a total distance of 12.05 km for User Area 1 and 11.50 km for User Area 2, with a time complexity of $O(n^2)$. Although its greedy nature may produce globally suboptimal solutions, particularly in the selection of the final points, this approach proves to be fast, simple, and practical. The *Nearest Neighbor* algorithm is therefore suitable as an initial route optimization solution for local-scale food delivery services with a limited number of points (≤ 10 points) that require real-time computation.

Keywords:

Nearest Neighbor algorithm; food delivery; shortest route; *Traveling Salesman Problem*

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi digital dalam dekade terakhir telah mendorong transformasi besar-besaran pada sektor layanan pengiriman makanan (*food delivery*) [1]. Kemudahan akses internet dan meluasnya penggunaan aplikasi berbasis *smartphone*

menjadikan layanan pesan-antar makanan sebagai salah satu kebutuhan utama masyarakat urban masa kini. Pelanggan kini dapat memesan hidangan dari restoran pilihan mereka hanya dalam beberapa sentuhan layar, sementara di sisi lain, restoran dituntut untuk mampu menyajikan layanan pengiriman yang cepat, tepat, dan memuaskan [2]. Di tengah meningkatnya volume pemesanan tersebut, peran kurir pengantar makanan menjadi komponen yang sangat krusial dalam menjamin kelancaran seluruh proses pengiriman.

Kurir pengantar makanan bertugas mengantarkan pesanan dari restoran menuju sejumlah titik tujuan pelanggan yang tersebar di berbagai lokasi. Dalam praktiknya, seorang kurir seringkali harus menyelesaikan beberapa pengiriman sekaligus dalam satu waktu operasional, sehingga pemilihan urutan dan jalur pengiriman yang tepat menjadi faktor penentu keberhasilan layanan [2]. Apabila rute yang ditempuh tidak direncanakan secara optimal, maka akan timbul berbagai konsekuensi negatif, seperti keterlambatan pengiriman, penurunan kualitas makanan, pemborosan bahan bakar, hingga meningkatnya ketidakpuasan pelanggan [3]. Oleh karena itu, optimasi rute pengiriman bukan sekadar persoalan teknis, melainkan menyangkut kualitas layanan secara keseluruhan.

Permasalahan pengiriman ke banyak titik tujuan secara efisien merupakan salah satu bentuk konkret dari *Traveling Salesman Problem* (TSP), yaitu persoalan klasik dalam bidang ilmu komputer dan riset operasi yang bertujuan menemukan rute terpendek yang menghubungkan seluruh titik tujuan tanpa mengunjungi titik yang sama lebih dari satu kali [4]. Mengingat kompleksitas permasalahan ini yang meningkat secara eksponensial seiring bertambahnya jumlah titik tujuan, diperlukan pendekatan algoritmik yang mampu menghasilkan solusi yang baik dalam waktu komputasi yang efisien [5]. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam konteks ini adalah algoritma *Nearest Neighbor* (*tetangga terdekat*).

Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan salah satu algoritma heuristik yang bekerja dengan prinsip sederhana namun efektif, yaitu pada setiap langkah perjalanan, kurir selalu bergerak menuju titik tujuan yang paling dekat dari posisinya saat itu dan belum pernah dikunjungi sebelumnya [6]. Proses ini berlanjut hingga seluruh titik tujuan pelanggan berhasil dikunjungi dan kurir kembali ke titik awal keberangkatan. Meskipun algoritma ini tidak selalu menghasilkan solusi yang secara mutlak optimal, pendekatannya yang intuitif, mudah diimplementasikan, serta mampu berjalan dengan cepat menjadikannya pilihan yang sangat praktis dan relevan untuk diterapkan dalam sistem pengiriman makanan secara *real-time*.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem optimasi rute pengiriman makanan dari restoran ke sejumlah titik tujuan pelanggan dengan menggunakan algoritma *Nearest Neighbor*. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu kurir dalam menentukan urutan pengiriman yang lebih efisien, meminimalkan total jarak tempuh [7], serta pada akhirnya meningkatkan kecepatan dan kualitas layanan pengiriman makanan secara menyeluruh.

2. METODE

2.1. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan pendekatan simulasi. Pendekatan kuantitatif dipilih karena analisis dilakukan dengan mengolah data angka untuk mendapatkan solusi terbaik terhadap masalah distribusi.

Pendekatan simulasi diterapkan karena data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data dummy (data buatan) yang didesain untuk menggambarkan keadaan sebenarnya dari sistem distribusi. Penggunaan data dummy (data buatan) bertujuan untuk menguji dan menilai performa algoritma optimasi rute tanpa bergantung pada data nyata dari perusahaan.

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya:

a) Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah dalam sistem distribusi, yaitu rute pengiriman yang belum efisien, yang mengakibatkan jarak perjalanan lebih jauh dan kurang efektif.

b) Studi Literatur

Mempelajari teori dan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan: Traveling Salesman Problem (TSP); Haversine Formula; Algoritma Nearest Neighbor. Tahapan ini bertujuan untuk memilih metode yang sesuai dengan masalah yang ada.

c) Perancangan Data Dummy

Menyusun data dummy yang menggambarkan kondisi distribusi, termasuk lokasi restoran, lokasi pelanggan, dan jarak antartitik.

d) Pengolahan Data

Tahapan Pengolahan data, terdiri dari: Penyusunan matriks jarak; Penentuan urutan kunjungan menggunakan Nearest Neighbor; Perhitungan total jarak tempuh dan estimasi waktu pengiriman.

e) Analisis Hasil

Menganalisis rute yang diperoleh dari algoritma Nearest Neighbor serta mengevaluasi tingkat efisiensinya berdasarkan total jarak tempuh dan kompleksitas komputasi.

2.3 Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data simulasi yang dirancang untuk menggambarkan sistem distribusi secara realistis.

Data yang digunakan meliputi:

- 1) Data Lokasi yang meliputi koordinat geografis (lintang dan bujur) restoran sebagai depot asal, serta koordinat 10 titik pelanggan yang tersebar di dua kluster wilayah.
 - a. Koordinat restoran
 - b. Koordinat pelanggan (titik distribusi)
- 2) Data Jarak yaitu jarak antar titik dihitung menggunakan Haversine Formula berdasarkan koordinat geografis, lalu disusun ke dalam matriks jarak 5×5 untuk masing-masing kluster.
 - a. Jarak antar lokasi yang disusun dalam bentuk matriks jarak

2.4 Penjelasan Algoritma yang Digunakan

Algoritma yang diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi rute pengantaran pada penelitian ini adalah algoritma Nearest Neighbor, dengan penjelasan sebagai berikut: Nearest Neighbor digunakan untuk menentukan urutan kunjungan pada sebuah rute.

Cara Kerja:

- a. Memulai perjalanan dari depot
- b. Memilih lokasi pelanggan terdekat
- c. Melanjutkan ke titik terdekat berikutnya

d. Proses diulang hingga semua titik dikunjungi

Kelebihannya yaitu sederhana dan mudah diterapkan, serta proses perhitungan cepat. Kekurangannya tidak selalu menghasilkan solusi optimal secara global.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan dan Penyajian Data Jarak Pengantaran

Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan Traveling Salesman Problem (TSP) pada sistem pengantaran makanan ini adalah mengumpulkan data jarak antartitik. Guna menyederhanakan wilayah distribusi kurir, titik pengantaran pelanggan dikelompokkan ke dalam dua klaster wilayah operasional, yaitu wilayah User 1 (Titik A, B, H, I, J) dan wilayah User 2 (Titik C, D, E, F, G). Pembagian ini didasarkan pada kedekatan geografis awal.

Data jarak (dalam kilometer) antar-titik pengantaran yang dihitung menggunakan Haversine Formula disajikan dalam bentuk matriks simetris pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Matriks Jarak Wilayah Distribusi User 1 (km)

	A	B	H	I	J
A	0	0,75	1,1	1,9	4,5
B	0,75	0	1	2,4	5
H	1,1	1	0	1,1	5,6
I	1,9	2,4	1,1	0	4,7
J	4,5	5	5,6	4,7	0

Tabel 2. Matriks Jarak Wilayah Distribusi User 2 (km)

	C	D	E	F	G
C	0	1,9	3,4	1,2	1,8
D	1,9	0	2,5	2,2	3,3
E	3,4	2,5	0	4,5	5,1
F	1,2	2,2	4,5	0	1,1
G	1,8	3,3	5,1	1,1	0

3.2. Pemodelan Permasalahan Menggunakan Teori Graf

Sesuai dengan pendekatan riset operasi, matriks jarak di atas ditransformasikan ke dalam model graf berbobot. Restoran bertindak sebagai depot asal, sedangkan alamat pelanggan direpresentasikan sebagai simpul (vertices), dan jarak antartitik direpresentasikan sebagai sisi (edges) yang memiliki bobot nilai jarak. Sasaran utama kurir adalah menemukan Sirkuit Hamilton Terpendek (SHT), yaitu rute perjalanan yang mewajibkan kurir berangkat dari titik awal, melewati seluruh lokasi pelanggan tepat satu kali, dan kembali lagi ke titik asal dengan akumulasi jarak seminimal mungkin.

3.3. Penerapan Algoritma *Nearest Neighbor* (NN) pada Kasus Riil

Prosedur pencarian rute distribusi dilakukan menggunakan prinsip *greedy* dari algoritma *Nearest Neighbor*, di mana pada setiap langkah, sistem memilih simpul tetangga yang belum dikunjungi dengan bobot jarak terpendek dari posisi saat itu.

Berikut adalah dekomposisi langkah komputasi algoritma NN berdasarkan data matriks jarak:
Perhitungan Rute untuk Wilayah User 1. Perjalanan dimulai dari titik A sebagai titik awal sekaligus titik akhir.

- 1) Iterasi 1: Dari posisi A, terdapat 4 titik lain yang terhubung langsung dan belum dikunjungi (B, H, I, J). Merujuk pada Tabel 1, jarak dari A ke titik-titik tersebut adalah B (0,75), H (1,1), I (1,9), dan J (4,5). Jarak terkecil adalah ke B sebesar 0,75. Rute menjadi: $A \rightarrow B$.
- 2) Iterasi 2: Dari posisi B, titik yang belum dikunjungi adalah (H, I, J). Jarak dari B adalah H (1), I (2,4), dan J (5). Jarak terkecil adalah ke H sebesar 1. Rute menjadi: $A \rightarrow B \rightarrow H$.
- 3) Iterasi 3: Dari posisi H, titik yang belum dikunjungi adalah (I, J). Jarak dari H adalah I (1,1) dan J (5,6). Jarak terkecil adalah ke I sebesar 1,1. Rute menjadi: $A \rightarrow B \rightarrow H \rightarrow I$.
- 4) Iterasi 4: Dari posisi I, titik yang belum dikunjungi hanya tinggal J. Kurir bergerak ke titik J dengan jarak sebesar 4,7. Rute menjadi: $A \rightarrow B \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J$.
- 5) Iterasi 5: Karena semua pelanggan telah dikunjungi, rute perjalanan harus ditutup dengan kembali ke titik awal (A). Jarak dari J ke A adalah 4,5. Rute akhir membentuk sirkuit: $A \rightarrow B \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow A$.

a. Total Jarak Tempuh User 1:

$$D_{\text{total}} = 0,75 + 1 + 1,1 + 4,7 + 4,5 = 12,05 \text{ km}$$

b. Estimasi Waktu Pengiriman User 1:

Dengan kecepatan rata-rata kendaraan $v = 30 \text{ km/jam}$ dan formula $t = d/v$, diperoleh $t = (12,05 \div 30) \times 60 = 24,1 \text{ menit}$.

Perhitungan Rute untuk Wilayah User 2. Perjalanan diasumsikan dimulai dari titik C sebagai titik pusat awal klaster kedua.

- 1) Iterasi 1: Dari posisi C, titik yang belum dikunjungi adalah (D, E, F, G). Merujuk pada Tabel 2, jarak dari C adalah D (1,9), E (3,4), F (1,2), dan G (1,8). Jarak terkecil adalah ke F sebesar 1,2. Rute menjadi: $C \rightarrow F$.
- 2) Iterasi 2: Dari posisi F, titik yang belum dikunjungi adalah (D, E, G). Jarak dari F adalah D (2,2), E (4,5), dan G (1,1). Jarak terkecil adalah ke G sebesar 1,1. Rute menjadi: $C \rightarrow F \rightarrow G$.
- 3) Iterasi 3: Dari posisi G, titik yang belum dikunjungi adalah (D, E). Jarak dari G adalah D (3,3) dan E (5,1). Jarak terkecil adalah ke D sebesar 3,3. Rute menjadi: $C \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow D$.
- 4) Iterasi 4: Dari posisi D, titik yang belum dikunjungi hanya tersisa E. Kurir bergerak ke titik E dengan jarak sebesar 2,5. Rute menjadi: $C \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow D \rightarrow E$.
- 5) Iterasi 5: Seluruh pelanggan pada klaster 2 telah dikunjungi, sehingga perjalanan ditutup kembali ke titik awal (C). Jarak dari E ke C adalah 3,4. Rute akhir membentuk sirkuit: $C \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow C$.

6) Total Jarak Tempuh User 2:

$$D_{\text{total}} = 1,2 + 1,1 + 3,3 + 2,5 + 3,4 = 11,50 \text{ km}$$

7) Estimasi Waktu Pengiriman User 2:

Dengan kecepatan rata-rata kendaraan $v = 30$ km/jam dan formula $t = d/v$, diperoleh $t = (11,50 \div 30) \times 60 = 23,0$ menit.

3.4. Analisis Efisiensi dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian di atas, penentuan rute menggunakan algoritma Nearest Neighbor (NN) memberikan solusi yang sangat cepat dengan kompleksitas waktu sebesar $O(n^2)$. Hal ini sangat relevan untuk kebutuhan industri food delivery yang membutuhkan kalkulasi rute secara real-time dan instan sesaat setelah pesanan diterima oleh kurir.

Namun, karakteristik greedy pada algoritma ini yaitu hanya memilih langkah terbaik saat itu tanpa mempertimbangkan dampak keseluruhan solusi global, dapat memicu terjadinya hasil suboptimal. Kelemahan ini terlihat jelas pada penulisan rute User 1, di mana pada akhir iterasi kurir terpaksa mengambil jalur $I \rightarrow J$ (4,7 km) dan jalur kembali $J \rightarrow A$ (4,5 km) yang memiliki bobot jarak cukup besar akibat keterbatasan pilihan simpul yang tersisa.

Meskipun memicu potensi ketidakefektifan pada pemilihan simpul-simpul terakhir, untuk skala operasional logistik pengantaran makanan lokal yang dinamis dengan jumlah pelanggan terbatas (≤ 10 titik), penggunaan algoritma NN sudah sangat memadai, efisien dalam hal komputasi, dan praktis untuk diimplementasikan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Algoritma Nearest Neighbor (NN) dalam pengoptimalan rute pengantaran makanan mampu memberikan solusi yang cepat dan cukup efisien dalam menentukan urutan kunjungan kurir. Dengan menggunakan data dummy yang merepresentasikan kondisi nyata, algoritma ini berhasil merancang rute distribusi di masing-masing area dengan total jarak tempuh 12,05 km untuk User 1 dan 11,50 km untuk User 2.

Pendekatan simulasi menggunakan data dummy terbukti efektif untuk mengevaluasi performa algoritma tanpa ketergantungan pada data aktual, sekaligus tetap dapat mencerminkan permasalahan distribusi dengan cara yang logis. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang diterapkan dalam studi ini relevan untuk pengembangan sistem optimasi rute dalam layanan pengantaran makanan.

Meskipun demikian, karakteristik greedy pada algoritma Nearest Neighbor menyebabkan hasil yang didapat mungkin tidak selalu optimal secara global. Ini terlihat dari adanya pemilihan rute yang memiliki jarak cukup besar pada akhir perjalanan. Meskipun demikian, untuk skala distribusi yang memiliki jumlah titik terbatas serta kebutuhan perhitungan yang cepat (real-time), algoritma ini tetap merupakan pilihan yang praktis dan efisien.

Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa algoritma Nearest Neighbor pantas dijadikan sebagai solusi awal dalam optimasi rute pengantaran makanan, khususnya pada sistem dengan tingkat kompleksitas rendah hingga menengah dan jumlah titik pengantaran yang terbatas.

5. REFERENSI

- [1] M. Wu, J. Gao, N. Hayat, S. Long, Q. Yang, and A. Al Mamun, "Modelling the significance of food delivery service quality on customer satisfaction and reuse intention," *PLOS ONE*, vol. 19, no. 2, p. e0293914, Feb. 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0293914.

- [2] P. Meilanitasari, M. M. Putri, I. A. S. Agustin, M. F. Ibrahim, and D. S. Arumjani, "Courier Assignment and Routing Problem Algorithm in Online Food Delivery System with Multi-Customer Delivery Patterns," *J. Tek. Ind. J. Keilmuan Dan Apl. Tek. Ind.*, vol. 27, no. 1, pp. 93–104, Mar. 2025, doi: 10.9744/jti.27.1.93-104.
- [3] A. G. P. H. Putra, E. A. Solikah, and S. A. Nisak, "Penerapan Algoritma Nearest Neighbor dalam Permasalahan TSP untuk Menentukan Rute Terpendek Pendistribusian Krupuk Rengginang," *J. Pendidik. Mat.*, pp. 59–68, Dec. 2023, doi: 10.18592/jpm.v10i2.9756.
- [4] W. A. F. B, S. R. Sumardi, N. N. Sari, and J. E. Simarmata, "Rute Pendistribusian Barang dengan Algoritma Nearest Neighbor: Product Distribution Route using Nearest Neighbor Algorithm," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 894–900, May 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i3.1355.
- [5] Y. Lorinez, Z. Indra, and D. Paramitha Purba, "IMPLEMENTASI ALGORITMA HEURISTIK DALAM PENYELESAIAN MASALAH TRAVELLING SALESMAN PROBLEM PADA OPTIMASI JALUR PENGIRIMAN MAKANAN UNTUK LAYANAN ONLINE MENGGUNAKAN PYTHON," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 298–304, Dec. 2024, doi: 10.36040/jati.v9i1.12336.
- [6] F. Prabowo, A. Imran, and H. Prassetiyo, "Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Savings Matrix, Nearest Neighbor, dan 2-Opt pada CV X," *J. Optimasi Tek. Ind. JOTI*, vol. 5, no. 2, p. 47, Oct. 2023, doi: 10.30998/joti.v5i2.15620.
- [7] D. Wawan Saputra, "Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige)," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 159–165, Aug. 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.1577.