



Penerapan Algoritma Dijkstra dalam Optimasi Rute Terpendek dari Stasiun Kereta Api Medan ke Universitas Negeri Medan

Nazwa Salsyabilla Ramadhani^{1*}, Juliana Gloria Br. Sipayung², Maria Winarni Br Silitonga³, Mika Monika Fransiska Simanullang⁴

¹⁻⁴Program Studi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Penulis Korespondensi: nazwasalsyabilla167@gmail.com

Abstract. *The increasing complexity of urban transportation systems demands intelligent and measurable navigation methods. Medan City, the capital of North Sumatra Province, has a dense road network with multiple route options that often confuse road users. Dijkstra's Algorithm, developed by Edsger Wybe Dijkstra in 1959, is a greedy-based computational approach proven effective for solving the shortest path problem on non-negative weighted graphs. This study applies Dijkstra's Algorithm to determine the shortest route from Medan Railway Station to Universitas Negeri Medan (UNIMED). The road network was modeled as an undirected weighted graph with 15 nodes and 16 edges, where edge weights represent actual road distances measured via Google Maps. The graph has a density of 0.152, confirming its sparse graph characteristic. Three alternative routes were identified and analyzed. The algorithm was implemented in Python 3 using the heapq module as a priority queue. Results show that the optimal route is $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O$ via Jl. M.T. Haryono, Jl. Aipda KS Tubun, Jl. Madong Lubis, and Jl. Prof. H.M. Yamin, with a total distance of 6.64 km. This achieves 99.1% accuracy compared to Google Maps, with a deviation of only 0.06 km. The optimal route is 6.25% more efficient than Alternative Route 1 (7.30 km) and 11.9% more efficient than Alternative Route 2 (7.54 km). The algorithm executes in under 1 millisecond with time complexity $O((V+E) \log V)$. These findings confirm Dijkstra's Algorithm as highly effective for medium-scale urban road network optimization.*

Keywords: *Dijkstra's Algorithm; Graph Theory; Route Optimization; Shortest Path; Urban Transportation.*

Abstrak. Sistem transportasi perkotaan yang semakin kompleks mendorong kebutuhan akan metode navigasi yang lebih cerdas dan terukur. Kota Medan sebagai ibu kota Provinsi Sumatera Utara memiliki jaringan jalan yang padat dengan berbagai pilihan rute yang dapat membingungkan pengguna jalan. Algoritma Dijkstra yang dikembangkan oleh Edsger Wybe Dijkstra pada tahun 1959 merupakan pendekatan berbasis greedy yang terbukti efektif dalam menyelesaikan permasalahan pencarian jalur terpendek pada graf berbobot non-negatif. Penelitian ini menerapkan Algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek dari Stasiun Kereta Api Medan menuju Universitas Negeri Medan (UNIMED). Jaringan jalan dimodelkan sebagai undirected weighted graph dengan 15 node dan 16 edge, dengan bobot mencerminkan jarak aktual yang diukur melalui Google Maps. Graf memiliki density 0,152 yang mengkonfirmasi karakteristik sparse graph. Tiga rute alternatif diidentifikasi dan dianalisis. Algoritma diimplementasikan menggunakan Python 3 dengan modul heapq sebagai priority queue. Hasil penelitian menunjukkan rute optimal adalah $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O$ melalui Jl. M.T. Haryono, Jl. Aipda KS Tubun, Jl. Madong Lubis, dan Jl. Prof. H.M. Yamin, dengan total jarak 6,64 km. Hasil ini mencapai akurasi 99,1% dibandingkan referensi Google Maps dengan selisih hanya 0,06 km. Rute optimal 6,25% lebih efisien dari Rute Alternatif 1 (7,30 km) dan 11,9% lebih efisien dari Rute Alternatif 2 (7,54 km). Algoritma berjalan dalam waktu kurang dari 1 milidetik dengan kompleksitas $O((V+E) \log V)$. Temuan ini mengkonfirmasi efektivitas Algoritma Dijkstra untuk optimasi jaringan jalan perkotaan skala menengah.

Kata Kunci: Algoritma Dijkstra; Graf Berbobot; Jalur Terpendek; Optimasi Rute; Transportasi Perkotaan.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan kota yang pesat telah menyebabkan meningkatnya permintaan akan transportasi umum, khususnya di Kota Medan, yang merupakan ibu kota Provinsi Sumatera Utara (Rudy et al., 2025). Kota Medan memiliki jaringan jalan yang kompleks dengan berbagai pilihan rute yang sering kali membingungkan pengguna jalan, terutama bagi mereka yang belum familiar dengan kondisi wilayah setempat. Salah satu koridor mobilitas yang cukup signifikan adalah rute dari Stasiun Kereta Api Medan menuju Universitas Negeri Medan

(UNIMED), yang setiap harinya dilalui oleh ribuan mahasiswa, pegawai, dan masyarakat umum yang datang dari berbagai penjuru Sumatera Utara melalui moda transportasi kereta api.

Terdapat tiga rute alternatif yang dapat ditempuh dari Stasiun Kereta Api Medan ke UNIMED, masing-masing melewati ruas jalan yang berbeda dengan jarak tempuh yang tidak sama. Tanpa informasi yang terukur dan terverifikasi, pengguna jalan cenderung menentukan jalur secara intuitif sehingga tidak selalu memilih rute yang paling efisien. Permasalahan semacam ini dapat diselesaikan secara ilmiah melalui pendekatan teori graf, di mana jaringan jalan dimodelkan sebagai graf berbobot dengan persimpangan sebagai simpul dan ruas jalan sebagai sisi. Metode Dijkstra, yang diciptakan oleh Edsger Wybe Dijkstra pada tahun 1959, adalah strategi yang berakar pada teknik greedy yang telah ditetapkan secara matematis untuk menentukan rute paling efisien dalam grafik dengan bobot non-negatif, dengan kompleksitas waktu $O((V + E) \log V)$ (Taklal et al., 2024). Manfaat-manfaat ini menjadikan Algoritma Dijkstra sebagai dasar bagi banyak sistem navigasi digital kontemporer yang banyak digunakan saat ini (Musridho et al., 2025).

Sejumlah penelitian terdahulu telah membuktikan keandalan Algoritma Dijkstra pada konteks jaringan jalan di Kota Medan. Tampubolon et al. (2025) berhasil menerapkan algoritma ini pada jaringan jalan Kota Medan dengan tingkat akurasi mencapai 99% dibandingkan referensi Google Maps, sementara Abdurrahman et al. (2025) menunjukkan efektivitasnya pada graf berskala besar dengan 50 node yang bertitik keberangkatan dari UNIMED. Meskipun demikian, hingga saat ini belum terdapat kajian yang secara spesifik menganalisis rute dari Stasiun Kereta Api Medan menuju UNIMED menggunakan pendekatan ini. Kesenjangan itulah yang mendorong dilakukannya penelitian ini, dengan tujuan membangun representasi graf berbobot jaringan jalan pada rute tersebut, menerapkan Algoritma Dijkstra untuk mengidentifikasi jalur terpendek dari tiga rute yang tersedia, serta memvalidasi hasilnya terhadap referensi Google Maps. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi rute yang terverifikasi secara ilmiah sekaligus menjadi kerangka metodologis bagi pengembangan sistem navigasi berbasis graf di wilayah Kota Medan dan sekitarnya.

2. KAJIAN TEORITIS

Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra adalah teknik matematika yang digunakan untuk menentukan rute dengan total bobot terendah yang menghubungkan dua titik dalam grafik yang mencakup bobot (Arimbawa K & Permana, 2025). Algoritma Dijkstra ini berfungsi berdasarkan prinsip greedy,

yang berarti bahwa pada setiap tahap, algoritma ini secara konsisten memilih simpul yang belum dikunjungi yang memiliki jarak prediksi terendah dari simpul sumber awal (Jelita et al., 2025). Syarat utama untuk menggunakan algoritma Dijkstra adalah setiap bobot sisi dalam graf harus bernilai positif (Wibowo et al., 2025).

Fungsi utama yang mendasari efektivitas Algoritma Dijkstra adalah metode relaksasi, yang melibatkan revisi jarak yang diprediksi ke suatu simpul ketika rute yang lebih langsung ditemukan saat memeriksa simpul saat ini (Kuncoro et al., 2024). Algoritma ini menjamin ditemukannya solusi terpendek secara matematis melalui properti *optimal substructure*. Saat menggunakan struktur data antrian *priority queue* berbasis *binary heap*, kompleksitas waktu menjadi $O((V + E) \log V)$, dengan V mewakili jumlah simpul dan E menunjukkan jumlah total sisi yang ada dalam graf (Taneo et al., 2025).

Graf Berbobot

Graf berbobot (*weighted graph*) secara matematis didefinisikan sebagai tripel $G = (V, E, w)$, di mana V merupakan himpunan simpul (*vertices*), $E \subseteq V \times V$ adalah himpunan sisi (*edges*) yang merepresentasikan hubungan antar pasangan simpul, dan $w: E \rightarrow \mathbb{R}^+$ merupakan fungsi bobot yang memetakan setiap sisi ke bilangan real positif (Safetra et al., 2026). Dalam konteks pemodelan jaringan transportasi darat, simpul merepresentasikan titik lokasi atau persimpangan, sedangkan sisi merepresentasikan ruas jalan yang menghubungkan dua simpul, dengan bobot yang umumnya menyatakan jarak tempuh antar lokasi dalam satuan kilometer, sehingga model graf berbobot ini dapat digunakan untuk analisis optimasi rute, seperti penentuan jalur terpendek (Wulandari et al., 2022). Berdasarkan arah sisinya, graf dibedakan menjadi *directed graph* (sisi satu arah) dan *undirected graph* (sisi dua arah). Untuk pemodelan jaringan jalan umum yang dapat dilewati dari dua arah, representasi *undirected graph* lebih sesuai (Alfatah, 2025).

Sistem Navigasi dan Optimasi Rute

Sistem navigasi kontemporer melibatkan kombinasi canggih dari berbagai elemen teknologi penting, termasuk Sistem Penentuan Posisi Global (GPS) untuk pelacakan lokasi secara langsung, Sistem Informasi Geografis (GIS) yang berfungsi sebagai struktur manajemen data spasial, algoritma yang dirancang untuk menentukan rute paling efisien, dan antarmuka yang ramah pengguna (Estiningdyah, 2025). Dalam konteks optimasi rute, terdapat pendekatan *single-objective* yang mengoptimalkan satu kriteria seperti jarak minimum, dan pendekatan *multi-objective* yang mengoptimalkan beberapa kriteria sekaligus. Proses optimasi rute dalam sistem jalan perkotaan menghadapi hambatan karena sifat jaringan yang rumit; namun, metode

berbasis grafik berbobot telah terbukti efektif dalam mengatasi masalah ini, menghasilkan hasil yang terukur (Amin & Hendrik, 2025).

Penelitian Terdahulu

Kajian terdahulu yang relevan mencakup beberapa penelitian. Mengimplementasikan Dijkstra pada rute di Kota Medan dengan 13 node dan 13 edge berbasis data Google Maps, menghasilkan akurasi lebih dari 99% (Tampubolon et al., 2025). Menerapkan Dijkstra untuk rute dari SMA Negeri 17 Medan ke Unika St. Thomas menggunakan 17 simpul, dengan hasil rute 4.302 meter dan selisih hanya 500 meter terhadap Google Maps (Purba et al., 2025). Mengimplementasikan Dijkstra dari UNIMED Gerbang 2 menuju Thamrin Plaza pada graf 50 node berbasis Google Maps menggunakan Python, menghasilkan rute terpendek 5,2 km melalui 15 titik (Abdurrahman et al., 2025). Membandingkan Dijkstra dan A* pada rute Sun Plaza-Podomoro Medan dan menyimpulkan bahwa Dijkstra lebih sederhana dalam implementasi meskipun A* menghasilkan rute lebih pendek karena memanfaatkan heuristik (Siregar et al., 2024). Seluruh kajian tersebut secara konsisten membuktikan efektivitas Algoritma Dijkstra pada jaringan jalan Kota Medan, namun belum ada yang secara spesifik mengkaji rute dari Stasiun Kereta Api Medan ke UNIMED. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan kuantitatif yang dilaksanakan pada tahun 2026. Titik awal penelitian adalah Stasiun Kereta Api Medan (Jl. Stasiun No. 1, Kesawan, Medan Barat) dan titik tujuan adalah UNIMED (Jl. Willem Iskandar Pasar V, Percut Sei Tuan, Deli Serdang). Seluruh proses penelitian berlandaskan data numerik yang dapat diverifikasi secara statistik.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi digital menggunakan Google Maps dengan tahapan: (1) identifikasi koordinat titik keberangkatan dan kedatangan; (2) pemetaan tiga rute alternatif yang tersedia; (3) identifikasi persimpangan-persimpangan strategis sebagai node; dan (4) pengukuran jarak aktual antar-node menggunakan fitur pengukuran jarak Google Maps (Nwilo et al., n.d.). Diperoleh 15 node yang merepresentasikan persimpangan dan titik penting pada ketiga rute, sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Node pada Graf Jaringan Jalan.

Node	Keterangan Lokasi	Latitude	Longitude
A	Stasiun Kereta Api Medan (Titik Awal)	3,5882° LU	98,6709° BT
B	Simpang Jl. Stasiun KA – Jl. M.T. Haryono	3,5879° LU	98,6718° BT
C	Simpang Jl. M.T. Haryono – Jl. Aipda KS Tubun	3,5871° LU	98,6748° BT
D	Simpang Jl. M.T. Haryono – Jl. Sutomo	3,5869° LU	98,6752° BT
E	Simpang Jl. Aipda KS Tubun – Jl. Madong Lubis	3,5848° LU	98,6772° BT
F	Simpang Jl. Madong Lubis – Jl. Prof. H.M. Yamin	3,5832° LU	98,6798° BT
G	Simpang Jl. Sutomo – Jl. Perintis Kemerdekaan	3,5841° LU	98,6821° BT
H	Simpang Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. Purwo	3,5838° LU	98,6912° BT
I	Simpang Jl. Purwo – Jl. Gurilla	3,5831° LU	98,6948° BT
J	Simpang Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. H.M. Said	3,5835° LU	98,6934° BT
K	Simpang Jl. H.M. Said – Jl. Pelita I	3,5828° LU	98,6956° BT
L	Simpang Jl. Pelita I – Jl. Perjuangan	3,5819° LU	98,6981° BT
M	Simpang Jl. Willem Iskandar – Blk. D Pasar MMTC	3,5812° LU	98,7012° BT
N	Simpang Blk. D – Jl. Willem Iskandar Ps. V	3,5808° LU	98,7048° BT
O	Universitas Negeri Medan – UNIMED (Titik Tujuan)	3,5801° LU	98,7071° BT

Pemodelan Graf

Data jaringan jalan dikonversi menjadi graf berbobot dengan ketentuan setiap persimpangan dipetakan sebagai node, setiap ruas jalan sebagai edge, dan bobot mencerminkan jarak aktual dalam kilometer. Tiga rute yang dimodelkan adalah: (1) Rute Utama (6,64 km): A→B→C→E→F→M→N→O; (2) Rute Alternatif 1 (7,30 km): A→B→D→G→H→I→M→N→O; dan (3) Rute Alternatif 2 (7,54 km): A→B→D→G→J→K→L→M→N→O. Data bobot seluruh edge tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Edge dalam Graf.

Edge	Dari	Ke	Nama Jalan	Jarak (km)
E1	A	B	Jl. Stasiun Kereta Api	0,68
E2	B	C	Jl. M.T. Haryono (menuju Jl. Aipda KS Tubun)	1,02
E3	B	D	Jl. M.T. Haryono (menuju Jl. Sutomo)	0,48
E4	C	E	Jl. Aipda KS Tubun	0,49
E5	E	F	Jl. Madong Lubis	0,88
E6	F	M	Jl. Prof. H.M. Yamin – Jl. Willem Iskandar	1,48
E7	D	G	Jl. Sutomo	1,32
E8	G	H	Jl. Perintis Kemerdekaan (menuju Jl. Purwo)	1,00
E9	H	I	Jl. Purwo	0,36
E10	I	M	Jl. Gurilla – Jl. Willem Iskandar	1,67
E11	G	J	Jl. Perintis Kemerdekaan (menuju Jl. H.M. Said)	0,22
E12	J	K	Jl. H.M. Said	0,65
E13	K	L	Jl. Pelita I	0,99
E14	L	M	Jl. Perjuangan – Jl. Willem Iskandar	1,74
E15	M	N	Jl. Willem Iskandar – Blk. D Pasar MMTC	0,63
E16	N	O	Jl. Willem Iskandar Ps. V – UNIMED	1,46

Implementasi dan Evaluasi

Algoritma Dijkstra diimplementasikan menggunakan Python 3 dengan modul *heapq* sebagai *priority queue*. Graf direpresentasikan sebagai *adjacency list* dalam bentuk *dictionary* untuk efisiensi memori pada *sparse graph*. Evaluasi dilakukan dengan tiga parameter: (a) akurasi rute — Akurasi = $(1 - |\text{jarak_dijkstra} - \text{jarak_googlemaps}| / \text{jarak_googlemaps}) \times 100\%$; (b) optimitas jarak — verifikasi total bobot minimum; dan (c) efisiensi komputasi — analisis kompleksitas $O((V+E) \log V)$ dan pengukuran waktu eksekusi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Representasi Graf (Adjacency List)

Graf direpresentasikan sebagai *adjacency list* untuk efisiensi komputasi pada *sparse graph* dengan density 0,152. Jarak euclidean antara kedua lokasi sekitar 4,2 km, namun jarak aktual melalui jaringan jalan lebih panjang karena mengikuti struktur jalan. Representasi *adjacency list* selengkapnya tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Representasi Graf (Adjacency List).

Node	Tetangga (Jarak dalam km)
A	B (0,68)
B	A (0,68), C (1,02), D (0,48)
C	B (1,02), E (0,49)
D	B (0,48), G (1,32)
E	C (0,49), F (0,88)
F	E (0,88), M (1,48)
G	D (1,32), H (1,00), J (0,22)
H	G (1,00), I (0,36)
I	H (0,36), M (1,67)
J	G (0,22), K (0,65)
K	J (0,65), L (0,99)
L	K (0,99), M (1,74)
M	F (1,48), I (1,67), L (1,74), N (0,63)
N	M (0,63), O (1,46)
O	N (1,46)

Hasil Iterasi Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra mengeksekusi 15 iterasi dalam menentukan jalur terpendek dari node A ke node O. Hasil seluruh iterasi tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Iterasi Algoritma Dijkstra.

Iter	Node	Jarak (km)	Path	Keterangan
1	A	0,00	A	Node awal (Stasiun KA Medan)
2	B	0,68	A → B	Satu-satunya tetangga dari A
3	D	1,16	A → B → D	Via B ke D (0,48) lebih pendek dari C (1,02)
4	C	1,70	A → B → C	Lanjut ke C melalui B
5	G	2,48	A → B → D → G	Lanjut ke G melalui D
6	E	2,19	A → B → C → E	Lanjut ke E melalui C
7	J	2,70	A → B → D → G → J	Via G ke J (0,22)
8	F	3,07	A → B → C → E → F	Lanjut ke F melalui E
9	H	3,48	A → B → D → G → H	Lanjut ke H melalui G

Iter	Node	Jarak (km)	Path	Keterangan
10	K	3,35	A → B → D → G → J → K	Lanjut ke K melalui J
11	I	3,84	A → B → D → G → H → I	Lanjut ke I melalui H
12	L	4,34	A → B → D → G → J → K → L	Lanjut ke L melalui K
13	M	4,55	A → B → C → E → F → M	Via F = 4,55 km (terpendek ke M)
14	N	5,18	A → B → C → E → F → M → N	Lanjut ke N melalui M
15	O	6,64	A → B → C → E → F → M → N → O	Jalur akhir ke UNIMED

Hasil akhir algoritma menunjukkan jarak terpendek 6,64 km dengan rute optimal A → B → C → E → F → M → N → O, yang merepresentasikan lintasan melalui Jl. Stasiun KA → Jl. M.T. Haryono → Jl. Aipda KS Tubun → Jl. Madong Lubis → Jl. Prof. H.M. Yamin → Jl. Willem Iskandar → Blk. D Pasar MMTTC → Jl. Willem Iskandar Ps. V → UNIMED. Proses relaksasi pada iterasi ke-13 menjadi titik penentu, di mana node M dicapai melalui jalur via F dengan total 4,55 km, lebih pendek dibandingkan via I (5,51 km) maupun via L (6,08 km).

Analisis Rute Alternatif

Algoritma Dijkstra secara otomatis membandingkan ketiga rute: (1) Rute Optimal A → B → C → E → F → M → N → O = 6,64 km; (2) Rute Alternatif 1 A → B → D → G → H → I → M → N → O = 7,30 km; dan (3) Rute Alternatif 2 A → B → D → G → J → K → L → M → N → O = 7,54 km. Rute optimal 6,25% lebih efisien dibanding Rute Alternatif 1 (selisih 0,66 km) dan 11,9% lebih efisien dibanding Rute Alternatif 2 (selisih 0,90 km). Hal ini menunjukkan signifikansi optimasi rute algoritmik dalam penghematan jarak perjalanan, sebagaimana juga ditemukan oleh Amelia Vega Meliala et al. (2024) dalam konteks jaringan transportasi perkotaan lainnya.

Perbandingan dengan Google Maps dan Analisis Efisiensi

Tingkat akurasi Algoritma Dijkstra mencapai 99,1% dibandingkan referensi Google Maps, sebagaimana tersaji pada Tabel 5. Selisih 0,06 km (60 meter) disebabkan oleh pembulatan dalam pengukuran jarak antar-node dan perbedaan jalur mikro pada level jalan lokal.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Algoritma Dijkstra dan Google Maps.

Parameter	Algoritma Dijkstra	Google Maps
Jarak Total	6,64 km	6,70 km
Jumlah Node Dilewati	8 node (A,B,C,E,F,M,N,O)	–
Rute	A→B→C→E→F→M→N→O	Via Jl. Prof. H.M. Yamin
Akurasi Jarak	99,1%	100% (referensi)
Waktu Eksekusi	< 1 ms	–

Temuan ini konsisten dengan Tampubolon et al. (2025) yang mencapai akurasi di atas 99% dengan konfigurasi serupa pada jaringan jalan Kota Medan. Dari sisi efisiensi komputasi, kompleksitas waktu $O((V + E) \log V) = O((15 + 16) \log 15) \approx O(118 \text{ operasi})$ sangat ringan untuk perangkat standar. Density 0,152 memungkinkan *adjacency list* bekerja optimal dengan memori $O(V + E)$. Hal ini membuktikan bahwa Algoritma Dijkstra sangat cocok untuk jaringan jalan urban berskala menengah (Alvito & Ikhsan, 2025).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Algoritma Dijkstra terbukti efektif dalam menentukan jalur terpendek dari Stasiun Kereta Api Medan menuju Universitas Negeri Medan. Graf berbobot yang digunakan terdiri dari 15 node dan 16 edge bertipe *Undirected Weighted Graph* dengan density 0,152 (*sparse graph*). Rute optimal yang dihasilkan adalah $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O$ dengan total jarak 6,64 km melalui Jl. Stasiun KA, Jl. M.T. Haryono, Jl. Aipda KS Tubun, Jl. Madong Lubis, Jl. Prof. H.M. Yamin, Jl. Willem Iskandar, Blok D Pasar MMTTC, hingga Jl. Willem Iskandar Ps. V. Hasil divalidasi terhadap referensi Google Maps dengan akurasi 99,1% dan selisih hanya 0,06 km. Rute optimal terbukti lebih efisien 6,25% dari Rute Alternatif 1 dan 11,9% dari Rute Alternatif 2. Dari sisi komputasi, implementasi pada *sparse graph* menunjukkan efisiensi tinggi dengan ≈ 118 operasi dan waktu eksekusi kurang dari 1 milidetik.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal tidak mempertimbangkan kondisi lalu lintas *real-time* dan pembatasan pada tiga rute yang diidentifikasi. Untuk penelitian mendatang, disarankan: (1) integrasi data lalu lintas secara *real-time* melalui Google Maps Traffic API; (2) perluasan jaringan graf dengan menambah node dan edge termasuk jalur angkutan umum; dan (3) pengembangan ke arah optimasi multi-kriteria yang mempertimbangkan waktu tempuh, biaya, dan kenyamanan, tidak hanya jarak tempuh.

DAFTAR REFERENSI

- Abdurrahman, Saragih, A. N. A., Kartika, D., Kanaya, N. S., & Nasution, T. A. A. (2025). Implementasi algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek dari Universitas Negeri Medan menuju Thamrin Plaza Medan. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 13(2), 198–199. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v13n1.p147-156>
- Alfatah, D. (2025). Implementation of a genetic algorithm to determine the minimum spanning tree (MST) in an undirected graph. *Jurnal Komputer Indonesia*, 4(1), 41–54. <https://doi.org/10.37676/jki.v4i1.907>
- Amin, A., & Hendrik, B. (2025). Analisis penerapan algoritma Dijkstra dalam optimasi penentuan rute: Sebuah kajian literatur sistematis. *Journal of Education Research*, 6(1), 100–106. <https://doi.org/10.37985/jer.v6i1.2155>
- Arimbawa, I. B. K. P., & Permana, P. N. A. (2025). Penerapan algoritma Dijkstra pada pencarian rute terpendek ke Puskesmas Denpasar Utara II. *Digital Transformation Technology*, 5(2), 92–97. <https://doi.org/10.47709/digitech.v5i2.7043>
- Estiningdyah, M. M. S. U. (2025). Inovasi pendidikan nusantara. *Inovasi Pendidikan Nusantara*, 6(2), 188–196.
- Jelita, F., Fallo, D., & Miru, Y. G. (2025). Optimalisasi rute menggunakan algoritma Dijkstra dan greedy: Sebuah pendekatan komparatif. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 7(1), 555–562. <https://doi.org/10.53863/kst.v7i01.1659>
- Kuncoro, F., Zulkarnain, I. A., & Buntoro, G. A. (2024). Menentukan rute terpendek pada TPAMrican. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 18(2), 200–211. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v18i2.3785>
- Musridho, R. J., Rusnedy, H., & Sudirman, W. F. R. (2025). Analisis komparatif algoritma Dijkstra dan Google Maps API dalam penentuan rute tercepat. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 5017–5022. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2264>
- Purba, J., Manurung, S., Girsang, J., Gulo, J. A., & Sipayung, S. P. (2025). Implementasi algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek dari SMA 17 Medan ke Unika St. Thomas. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 1045–1052. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14963>
- Rudy, F., Rajagukguk, S., Harahap, H. H., Arifin, I. W., Hutajulu, R., & Juanda, A. (2025). Digital business progress. *Digital Business Progress*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.70021/dbp.v4i2.249>
- Safetra, M. F. C., Desviona, N., Rianti, A., & Prayogi, M. R. (2026). Penerapan teori graf dalam kehidupan sehari-hari. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v4i1.923>
- Siregar, D., Silalahi, E. K., Panjaitan, C. K., & Harliana, P. (2024). Perbandingan efisiensi algoritma Dijkstra dan algoritma A* (A star) dalam menemukan rute optimal antara Sun Plaza dan Podomoro menggunakan Python. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(1), 217–223. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12269>
- Taklal, A. J., Teva, A., Nau, T., Tapatab, A. B., Baria, A. V., Hipir, A. L., Liu, H. A., Lubalu, M. T., Fernando, P., Monika, P. M., Kusuma, T., Seran, W. Y., & Lie, W. I. (2024). Implementasi algoritma Dijkstra untuk pencarian rute efisien dalam pengiriman barang di Kota Kupang. *JPATI*, 1(2), 98–104.

- Tampubolon, A. J., Ricardo, E., Simbolon, D. S., Pasaribu, A., Panggabean, J., & Sipayung, S. P. (2025). Implementasi algoritma Dijkstra menentukan rute terpendek dari Unika St. Thomas menuju Kantor Dinas Kependudukan Kota Medan. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 1274–1286. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14997>
- Taneo, R. E., Ndun, R., Fallo, D. Y. A., & Do'o, F. (2025). Optimasi jalur terpendek menggunakan algoritma Dijkstra dan greedy pada sistem informasi geografis. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 7(1), 572–582. <https://doi.org/10.53863/kst.v7i01.1664>
- Wibowo, A. P., Azmi, K., Azzahra, Y., & Purba, Y. Y. (2025). Penerapan algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek dari RS Bina Kasih menuju RS Adam Malik. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 13(1), 157–167. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v13n1.p157-167>
- Wulandari, S., Susilowati, N. R., & Adnyani, L. P. (2022). Sistem transportasi untuk mendukung mobilitas masyarakat. *JPSTTD*, 1–11. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.vxxix.xx>