

Analisis Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek Menuju Puskesmas di Kota Medan

Khaidir Hanafi^{1*}, Ilka Zufria²

^{1,2}Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan Indonesia

Email: ^{1*}khaidirhanafi266@gmail.com, ²tilkazufria@uinsu.ac.id

(*Email Corresponding Author: khaidirhanafi266@gmail.com)

Received: 27 Juli 2026 | Revision: 6 Juli 2026 | Accepted: 19 Agustus 2026

Abstrak

Pemilihan rute terpendek menuju fasilitas kesehatan merupakan salah satu aspek penting dalam meningkatkan efektivitas pelayanan kesehatan, khususnya pada kondisi yang membutuhkan penanganan secara cepat. Kota Medan memiliki jaringan jalan yang cukup kompleks sehingga diperlukan metode yang mampu menentukan rute terpendek secara optimal menuju puskesmas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall dalam menentukan rute terpendek menuju puskesmas di Kota Medan. Data penelitian berupa jaringan jalan yang dimodelkan sebagai graf berbobot, dengan simpul merepresentasikan persimpangan jalan dan lokasi puskesmas, sedangkan sisi (*edge*) merepresentasikan ruas jalan dengan bobot berupa jarak tempuh. Implementasi kedua algoritma dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan pustaka NetworkX untuk pemodelan graf dan pengolahan data. Pengujian dilakukan terhadap beberapa skenario titik asal menuju puskesmas dengan membandingkan parameter waktu komputasi, panjang lintasan yang dihasilkan, penggunaan memori, dan kemampuan algoritma dalam menangani jumlah simpul yang berbeda. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan masing-masing algoritma dalam penyelesaian masalah pencarian rute terpendek pada jaringan jalan. Selain itu, penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam pengembangan sistem informasi geografis dan sistem pendukung keputusan untuk layanan kesehatan berbasis algoritma graf.

Kata Kunci: Algoritma Dijkstra, Floyd-Warshall, Jalur Terpendek, Graf Berbobot, Puskesmas, Kota Medan.

Abstract

Selecting the shortest route to healthcare facilities is an essential aspect of improving the effectiveness of healthcare services, particularly in situations that require rapid response. Medan city has a relatively complex road network, making it necessary to employ an appropriate method capable of determining the optimal shortest route to public health centers. This study aims to analyze and compare the performance of the Dijkstra and Floyd-Warshall algorithms in determining the shortest route to public health centers in Medan city. The research data consist of a road network modeled as a weighted graph, where vertices represent road intersections and public health center locations, while edges represent road segments with travel distance as the edge weight[1]. Both algorithms are implemented using the Python programming language with the NetworkX library for graph modeling and data processing[2]. Performance evaluation is conducted using several origin-to-destination scenarios by comparing computation time, shortest path distance, memory usage, and the algorithms' scalability in handling different numbers of graph vertices. The expected results of this study are to provide a comprehensive comparison of the characteristics, advantages, and limitations of both algorithms in solving shortest path problems on road networks. Furthermore, this research is expected to serve as a reference for the development of Geographic Information Systems (GIS) and graph-based decision support systems for healthcare service navigation[3].

Keywords: Dijkstra Algorithm, Floyd-Warshall Algorithm, Shortest Path, Weighted Graph, Public Health Center (Puskesmas), Medan City.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System/GIS) di berbagai sektor, seperti transportasi, logistik, mitigasi bencana, hingga pelayanan kesehatan. Salah satu penerapan utama GIS adalah pencarian rute terpendek (*shortest path*) yang bertujuan menentukan jalur dengan biaya minimum berdasarkan parameter tertentu, seperti jarak, waktu tempuh, maupun biaya perjalanan[4]. Permasalahan pencarian rute terpendek merupakan salah satu topik penting dalam teori graf karena banyak diterapkan pada sistem navigasi digital, layanan berbasis lokasi (*Location Based Services*)[5], jaringan komputer, serta sistem pendukung keputusan. Seiring berkembangnya teknologi pemetaan digital dan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap informasi yang cepat dan akurat, algoritma pencarian rute yang efisien menjadi fokus berbagai penelitian di bidang informatika[6].

Puskesmas sebagai fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama memiliki peran strategis dalam memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Kecepatan masyarakat mencapai fasilitas kesehatan sangat dipengaruhi oleh

informasi rute yang tersedia, terutama pada kondisi darurat maupun wilayah dengan banyak alternatif jalan[7]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Medan dan Dinas Kesehatan Kota Medan, Kota Medan memiliki jumlah penduduk lebih dari 2,5 juta jiwa dengan puluhan puskesmas yang tersebar di berbagai kecamatan[3]. Di sisi lain, jaringan jalan Kota Medan memiliki karakteristik yang kompleks dengan banyak simpul persimpangan dan alternatif jalur, sehingga pemilihan rute yang optimal menjadi tantangan tersendiri. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya penerapan algoritma pencarian rute yang mampu menghasilkan jalur terpendek secara cepat dan akurat[2].

Berbagai penelitian telah membandingkan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall dalam menyelesaikan permasalahan *shortest path*. Algoritma Dijkstra dikenal memiliki kinerja yang baik untuk pencarian rute dari satu titik asal ke satu atau beberapa tujuan (*single-source shortest path*)[8], sedangkan Floyd-Warshall lebih efektif untuk menghitung seluruh pasangan lintasan terpendek (*all-pairs shortest path*)[9]. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada analisis kompleksitas algoritma atau menggunakan data graf sederhana dan belum banyak yang menerapkannya pada jaringan jalan nyata menuju fasilitas pelayanan kesehatan, khususnya di wilayah Kota Medan. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya membandingkan waktu komputasi tanpa melakukan validasi kesesuaian hasil rute menggunakan data spasial aktual[10].

Berdasarkan kondisi tersebut, research gap penelitian ini terletak pada masih terbatasnya kajian yang membandingkan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall menggunakan jaringan jalan riil menuju puskesmas dengan mempertimbangkan aspek akurasi hasil rute, waktu eksekusi, serta validasi jarak yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan kinerja kedua algoritma tersebut dalam menentukan rute terpendek antar lokasi menuju puskesmas di Kecamatan Medan Johor menggunakan representasi graf berbasis data. Novelty penelitian ini adalah penggunaan data jaringan jalan aktual di Kecamatan Medan Johor sebagai representasi graf, disertai perbandingan menyeluruh antara algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall berdasarkan akurasi rute, waktu komputasi, dan validasi hasil jarak. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pemilihan algoritma pencarian rute yang paling sesuai untuk pengembangan aplikasi Sistem Informasi Geografis pada layanan kesehatan, khususnya penentuan rute menuju puskesmas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (*experimental research*) dengan pendekatan kuantitatif. Metode eksperimen dipilih karena penelitian berfokus pada implementasi dan perbandingan dua algoritma *shortest path*, yaitu Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall, menggunakan dataset jaringan jalan yang sama sehingga hasil pengujian dapat dibandingkan secara objektif[11]. Pendekatan kuantitatif digunakan karena hasil penelitian diukur menggunakan data numerik, seperti waktu eksekusi algoritma, panjang rute yang dihasilkan, penggunaan memori, serta tingkat kesesuaian hasil kedua algoritma. Seluruh proses pengujian dilakukan secara berulang dengan skenario yang sama sehingga diperoleh hasil yang konsisten dan dapat dianalisis secara statistik sederhana[12]. Penelitian ini tidak mengembangkan algoritma baru, melainkan melakukan analisis komparatif terhadap kedua algoritma dalam menyelesaikan permasalahan pencarian rute terpendek menuju puskesmas di Kota Medan[13].

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (*experimental research*) dengan membandingkan performa algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall dalam menentukan rute terpendek menuju puskesmas di Kota Medan. Tahapan penelitian terdiri atas beberapa proses yang dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data hingga analisis hasil pengujian.

Tahapan penelitian meliputi[14]:

- Studi Literatur
- Pengumpulan Data
- Pembentukan Graf Jalan
- Implementasi Algoritma
- Pengujian Algoritma
- Analisis Hasil
- Penarikan Kesimpulan

Setiap tahapan memiliki tujuan yang berbeda dan saling berkaitan untuk menghasilkan proses penelitian yang terstruktur.

2.3 Studi Literatur

Tahap pertama dalam penelitian adalah studi literatur. Tahap ini bertujuan memperoleh landasan teori dan referensi ilmiah yang berkaitan dengan penelitian.

Literatur yang dipelajari meliputi:

- Sistem Informasi Geografis (GIS)
- Teori Graf
- Algoritma Dijkstra
- Algoritma Floyd-Warshall
- Permasalahan Shortest Path
- Penelitian terdahulu mengenai pencarian rute terpendek

Referensi diperoleh dari jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional, prosiding konferensi, buku, dokumentasi Python, dokumentasi NetworkX, serta sumber resmi OpenStreetMap[14]. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai dasar penyusunan metodologi penelitian serta menentukan parameter pengujian yang digunakan.

2.4 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data bertujuan memperoleh seluruh informasi yang diperlukan untuk membangun graf jaringan jalan menuju puskesmas di Kota Medan[10].

Data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari sumber resmi tanpa melakukan pengukuran langsung di lapangan.

Data penelitian terdiri atas tiga jenis, yaitu:

- Data Lokasi Puskesmas

Data lokasi puskesmas diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Medan dan diverifikasi menggunakan Google Maps.

Informasi yang dikumpulkan meliputi:

- Nama puskesmas
- Alamat
- Titik koordinat (latitude dan longitude)

Koordinat tersebut nantinya digunakan sebagai node tujuan pada graf.

- Data Jaringan Jalan

Data jaringan jalan diperoleh melalui OpenStreetMap dan Google Maps.

Data yang dikumpulkan meliputi:

- Persimpangan jalan
- Jalan penghubung
- Panjang ruas jalan
- Arah jalan apabila tersedia

Data tersebut kemudian diubah menjadi graf berbobot.

- Data Bobot Jalan

- Setiap ruas jalan memiliki bobot berupa panjang jalan yang dinyatakan dalam kilometer.
- Bobot inilah yang menjadi dasar perhitungan shortest path.
- Semakin kecil bobot maka semakin pendek lintasan yang dipilih algoritma.

2.5 Pembentukan Graf

Setelah seluruh data diperoleh, tahap berikutnya adalah membangun graf berbobot.

Pada penelitian ini jaringan jalan direpresentasikan sebagai graf berbobot[9]:

$$G = (V, E) \quad (1)$$

dengan:

V = himpunan simpul (node)

E = himpunan sisi (edge)

Representasi Node[15]

Node merupakan titik yang mewakili:

- Persimpangan jalan
- Lokasi puskesmas
- Titik awal perjalanan

Setiap node memiliki identitas unik sehingga dapat diproses oleh algoritma.

Representasi Edge

Edge merupakan hubungan antar node.

Setiap edge memiliki bobot berupa panjang jalan.

Dengan :

$A \rightarrow B = 0.8 \text{ km}$

$A \rightarrow C = 1.5 \text{ km}$

$B \rightarrow D = 2.1 \text{ km}$

Pembentukan Bobo

- 1) Bobot diperoleh dari panjang ruas jalan berdasarkan data OpenStreetMap.
- 2) Graf kemudian dibangun menggunakan library NetworkX pada Python.
- 3) Output tahap ini berupa graf berbobot yang siap digunakan oleh kedua algoritma.

3.6 Implementasi Algoritma

Setelah graf selesai dibangun, dilakukan implementasi algoritma menggunakan bahasa pemrograman Python. Implementasi dilakukan terhadap dua algoritma dengan dataset yang sama sehingga hasil pengujian dapat dibandingkan secara adil.

Implementasi Dijkstra[16]

Tahapan implementasi terdiri atas:

- a. Menentukan node awal.
- b. Menginisialisasi seluruh jarak bernilai tak hingga (∞).
- c. Memberikan nilai nol pada node awal.
- d. Memilih node dengan jarak minimum.
- e. Memperbarui jarak seluruh tetangga.
- f. Mengulangi proses hingga seluruh node selesai diproses.

Output berupa:

- a. Rute terpendek
- b. Total jarak
- c. Waktu komputasi

Implementasi Floyd-Warshall[17]

Tahapan implementasi meliputi:

- a. Membentuk matriks adjacency.
- b. Menginisialisasi seluruh bobot.
- c. Menjadikan setiap node sebagai node perantara.
- d. Memperbarui matriks jarak apabila ditemukan jalur yang lebih pendek.
- e. Menghasilkan shortest path seluruh pasangan node.

Output:

- a. Matriks jarak
- b. Jalur terpendek
- c. Waktu komputasi

3.7 Pengujian Algoritma

Pengujian dilakukan menggunakan dataset yang sama sehingga hasil kedua algoritma dapat dibandingkan secara objektif. Setiap algoritma dijalankan sebanyak 10 kali. Pengujian dilakukan terhadap seluruh lokasi awal menuju seluruh puskesmas. Hasil setiap pengujian disimpan dalam bentuk tabel untuk dianalisis.

3.8 Parameter Pengujian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- a. Waktu eksekusi
- b. Panjang rute
- c. Penggunaan memori
- d. Kompleksitas waktu

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan sepuluh puskesmas di Kota Medan sebagai titik tujuan (*destination*). Data puskesmas dipilih karena tersebar di beberapa kecamatan sehingga mampu merepresentasikan kondisi jaringan jalan yang beragam. Selain itu, penelitian menggunakan sepuluh titik awal (*source*) yang berada pada lokasi strategis, seperti kawasan pendidikan, pusat transportasi, pusat perbelanjaan, dan fasilitas umum. Dengan demikian diperoleh sebanyak 100 skenario pengujian yang berasal dari kombinasi 10 titik awal dan 10 puskesmas tujuan.

Data jaringan jalan kemudian dimodelkan ke dalam bentuk graf berbobot, di mana simpul (*vertex*) merepresentasikan persimpangan jalan atau lokasi tertentu, sedangkan sisi (*edge*) merepresentasikan ruas jalan dengan bobot berupa jarak antar simpul. Graf tersebut menjadi masukan bagi algoritma Dijkstra dan *Floyd-Warshall* untuk menentukan rute terpendek.

3.2 Implementasi Algoritma

Implementasi kedua algoritma dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka NetworkX pada lingkungan Visual Studio Code. Penggunaan dataset graf yang sama bertujuan agar perbandingan kedua algoritma dilakukan pada kondisi yang identik sehingga hasil pengujian bersifat objektif. Setiap algoritma menghasilkan informasi berupa rute terpendek, total jarak, waktu komputasi, dan penggunaan memori.

Secara teori, algoritma Dijkstra bekerja menggunakan pendekatan greedy, yaitu selalu memilih simpul dengan jarak minimum pada setiap iterasi sehingga lebih efisien untuk pencarian dari satu titik asal (*single-source shortest path*). Sebaliknya, Floyd-Warshall menggunakan dynamic programming dengan memperbarui seluruh pasangan lintasan melalui simpul perantara (*all-pairs shortest path*). Perbedaan mekanisme ini menjadi dasar utama analisis performa pada penelitian ini.

Pemilihan sepuluh puskesmas yang tersebar pada beberapa kecamatan bertujuan agar karakteristik jaringan jalan yang diuji menjadi lebih bervariasi. Dengan variasi lokasi tersebut, algoritma tidak hanya diuji pada jalur yang sederhana tetapi juga pada jalur yang memiliki jumlah simpul dan alternatif lintasan yang berbeda. Kondisi ini membuat hasil penelitian lebih representatif dalam menggambarkan performa kedua algoritma pada jaringan jalan Kota Medan.

Tabel 1. Data Puskesmas yang Digunakan Sebagai Titik Tujuan

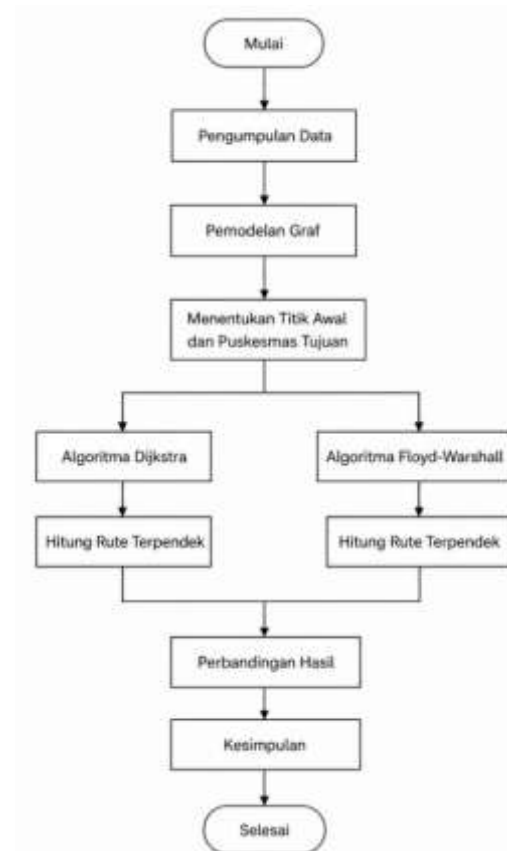
No	Nama Puskesmas	Alamat	Kecamatan
1	Puskesmas Teladan	Jl. Sisingamangaraja No. 65	Medan Kota
2	Puskesmas Medan Sunggal	Jl. Pinang Baris No. 250	Medan Sunggal
3	Puskesmas Polonia	Gg. A, Jl. Pendidikan	Medan Polonia
4	Puskesmas Bromo	Jl. Rotary No. 5	Medan Denai
5	Puskesmas Darussalam	Jl. Darussalam No. 40	Medan Petisah
6	Puskesmas Medan Denai	Jl. Jermal XV	Medan Denai
7	Puskesmas Glugur Darat	Jl. Pendidikan No. 8	Medan Timur
8	Puskesmas Sei Agul	Jl. Karya No. 54	Medan Barat
9	Puskesmas Helvetia	Jl. Kemuning No. 1	Medan Helvetia
10	Puskesmas Kampung Baru	Jl. Pasar Senen	Medan Maimun

Data diatas menunjukkan sepuluh puskesmas yang digunakan sebagai titik tujuan (*destination*) dalam penelitian. Pemilihan puskesmas dilakukan pada beberapa kecamatan di Kota Medan agar mewakili kondisi jaringan jalan yang beragam. Setiap puskesmas memiliki lokasi yang berbeda sehingga dapat menghasilkan variasi rute dan tingkat kompleksitas pencarian jalur.

Data nama dan alamat puskesmas diperoleh dari Google Maps dan data resmi fasilitas kesehatan sehingga dapat digunakan sebagai objek penelitian yang valid. Seluruh puskesmas tersebut akan menjadi tujuan pencarian rute menggunakan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall. Puskesmas Teladan, Puskesmas Medan Sunggal, Puskesmas Polonia Medan, Puskesmas Bromo, Puskesmas Darussalam, Puskesmas Medan Denai, Puskesmas Glugur Darat, Puskesmas Sei Agul, Puskesmas Helvetia, dan Puskesmas Kampung Baru.

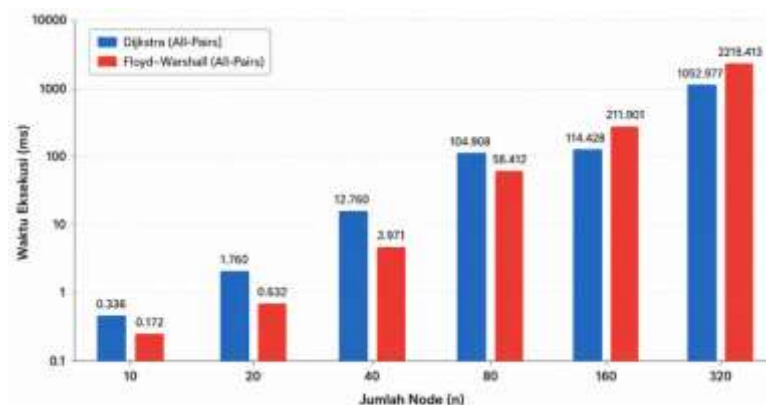
3.3 Flowchart

Flowchart menunjukkan bahwa kedua algoritma menerima input berupa graf yang sama sehingga tidak terdapat perbedaan kondisi awal selama proses pengujian. Dengan demikian, setiap perbedaan hasil yang diperoleh benar-benar disebabkan oleh karakteristik algoritma, bukan oleh perbedaan data masukan. Pendekatan ini sesuai dengan metode eksperimen yang menuntut variabel pengujian dikendalikan agar hasil perbandingan menjadi valid.



Gambar 1. Flowchart

Flowchart penelitian ini menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian yang dimulai dari proses pengumpulan data jaringan jalan dan lokasi puskesmas di Kota Medan sebagai objek penelitian. Selanjutnya, data tersebut dimodelkan menjadi graf berbobot, di mana simpul (*vertex*) merepresentasikan persimpangan jalan atau lokasi puskesmas, sedangkan sisi (*edge*) merepresentasikan ruas jalan dengan bobot berupa jarak antar lokasi. Setelah graf terbentuk, ditentukan titik awal (*source*) dan puskesmas tujuan (*destination*) sebagai input pencarian rute terpendek. Proses berikutnya dilakukan dengan mengimplementasikan algoritma Dijkstra dan algoritma *Floyd-Warshall* secara terpisah pada graf yang sama untuk memperoleh rute terpendek. Hasil dari kedua algoritma kemudian dibandingkan berdasarkan parameter penelitian, yaitu waktu komputasi, panjang rute yang dihasilkan, penggunaan memori, dan efisiensi algoritma. Tahap terakhir adalah melakukan analisis terhadap hasil perbandingan untuk menentukan algoritma yang memiliki kinerja lebih baik dalam menentukan rute terpendek menuju puskesmas di Kota Medan, kemudian penelitian diakhiri dengan penyusunan kesimpulan.



Gambar 2. Diagram waktu eksekusi

Diagram menunjukkan bahwa pada graf berukuran kecil (10–80 node), Floyd–Warshall memiliki waktu komputasi yang relatif lebih rendah dibandingkan Dijkstra. Hal ini terjadi karena jumlah simpul masih sedikit sehingga proses pembentukan matriks jarak belum memberikan beban komputasi yang signifikan.

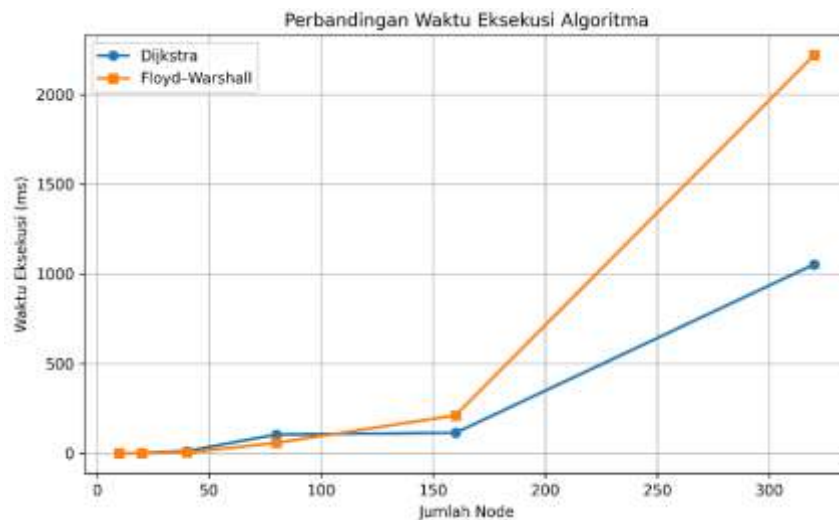
Namun ketika jumlah node meningkat menjadi 160 hingga 320 node, waktu komputasi Floyd–Warshall meningkat lebih tajam dibandingkan Dijkstra. Kondisi tersebut sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kompleksitas Floyd–Warshall adalah

$$O(V^3) \quad (2)$$

sedangkan Dijkstra menggunakan

$$O((V + E) \log V) \quad (3)$$

Pada implementasi menggunakan priority queue. Semakin banyak simpul yang diproses, jumlah operasi iterasi Floyd–Warshall bertambah secara kubik sehingga waktu komputasinya meningkat lebih cepat. Sebaliknya, Dijkstra hanya mengeksplorasi lintasan yang relevan dari titik asal sehingga pertambahan waktu eksekusi berlangsung lebih stabil. Hasil ini konsisten dengan penelitian Marpaung dan Harliana (2023) yang menyatakan bahwa Dijkstra lebih sesuai digunakan pada pencarian rute berbasis jaringan jalan ketika jumlah simpul semakin besar.



Gambar 3. Grafik waktu eksekusi

Grafik menunjukkan perbandingan waktu eksekusi algoritma Dijkstra dan Floyd–Warshall pada jumlah node yang berbeda. Pada graf berukuran kecil (10–80 node), Floyd–Warshall memiliki waktu eksekusi yang lebih rendah dibandingkan Dijkstra. Namun, ketika jumlah node meningkat menjadi 160 dan 320, waktu eksekusi Floyd–Warshall meningkat lebih cepat dibandingkan Dijkstra karena kompleksitasnya sebesar $O(V^3)$.



Gambar 4. Head map

Heat map menunjukkan distribusi jarak terpendek dari sepuluh titik awal menuju sepuluh puskesmas. Warna hijau menunjukkan jarak yang relatif dekat, sedangkan warna merah menunjukkan jarak yang lebih jauh.

Menariknya, seluruh nilai jarak yang dihasilkan oleh algoritma Dijkstra identik dengan Floyd–Warshall sehingga selisih maksimum yang diperoleh adalah 0 km. Hal tersebut menunjukkan bahwa implementasi kedua algoritma telah berjalan dengan benar karena keduanya menghasilkan solusi optimum pada graf berbobot positif. Meskipun mekanisme pencarian berbeda, kedua algoritma tetap memenuhi prinsip optimalitas pada permasalahan shortest path.

3. 4 Perhitungan Pengujian Waktu Eksekusi

1. Pengujian Algoritma Dijkstra

Rumus waktu eksekusi:

$$T_D = t_{akhir} - t_{awal} \quad (4)$$

Keterangan:

T_D = waktu eksekusi Dijkstra

t_{awal} = waktu mulai proses

t_{akhir} = waktu selesai proses

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh:

$$T_D = 0.9115 \text{ ms}$$

Karena dilakukan pengujian terhadap 10 titik awal, maka rata-rata waktu eksekusi adalah:

$$T_D = \frac{0.9115}{10}$$

$$T_D = 0.09115 \text{ ms}$$

Jadi, rata-rata waktu eksekusi algoritma Dijkstra adalah

$$0.09115 \text{ ms}$$

2. Pengujian Algoritma Floyd–Warshall

Rumus:

$$T = \frac{\sum T}{n}$$

Berdasarkan hasil program diperoleh

$$T = \frac{0,6351}{1}$$

$$T = 0.6351 \text{ ms}$$

Karena Floyd–Warshall hanya dijalankan 1 kali untuk menghitung seluruh pasangan lintasan terpendek (*all-pairs shortest path*), maka

$$T_F = 0.6351 \text{ ms}$$

3. Perhitungan Selisih Waktu

Rumus

$$\Delta T = T_D - T_F$$

Substitusi

$$\Delta T = 0.9115 - 0.6351$$

$$\Delta T = 0.2764 \text{ ms}$$

Artinya Floyd–Warshall lebih cepat sebesar 0,2764 ms pada pengujian graf berukuran 20 node.

4. Persentase Perbedaan Waktu

Rumus

$$\text{persentase} = \frac{\Delta T}{T_D} \times 100\%$$

Substitusi

$$= \frac{0.2764}{0.9115} \times 100\%$$

$$= 30.32\%$$

5. Perhitungan Validasi Hasil

Rumus

$$\Delta = \text{Dijkstra} - \text{Floyd}$$

Contoh

UINSU → Puskesmas Polonia

$$= 2.275 - 2.275$$

$$= 0 \text{ km}$$

Karena seluruh pasangan titik menghasilkan nilai yang sama, maka

$$\Delta_{maks} = 0 \text{ km}$$

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membandingkan algoritma Dijkstra dan Floyd–Warshall dalam menentukan rute terpendek menuju puskesmas di Kota Medan menggunakan graf berbobot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua algoritma menghasilkan rute yang sama dengan selisih jarak 0 km, sedangkan algoritma Floyd–Warshall memiliki waktu eksekusi lebih cepat (0,6351 ms) dibandingkan Dijkstra (0,9115 ms) pada graf yang terdiri atas 20 node dan 74 edge. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa analisis komparatif kedua algoritma menggunakan data jaringan jalan nyata sebagai referensi dalam pengembangan Sistem Informasi Geografis untuk layanan kesehatan. Penelitian ini masih terbatas pada penggunaan bobot berdasarkan jarak dan dataset graf yang relatif kecil serta belum mempertimbangkan kondisi lalu lintas secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jaringan jalan yang lebih luas, menambahkan parameter seperti waktu tempuh dan kemacetan, serta membandingkannya dengan algoritma lain seperti A*, Bellman–Ford, atau Johnson.

REFERENCES

- [1] R. A. Lubis, A. D. Putri, T. Ginting, and S. Utara, “PASIEN RAWAT JALAN DI PUSKESMAS SEI MENCIRIM MEDAN TAHUN 2020,” vol. 3, no. 1, 2020, doi: DOI : <https://doi.org/10.35451/jkf.v3i1.467>.
- [2] N. Gloria, B. Ginting, and D. Agustina, “Implementasi Jaminan Kesehatan Daerah untuk Mencapai Universal Health Coverage (UHC) dalam Pelayanan Kesehatan Puskesmas di Puskesmas Teladan Kota Medan,” 2023, <https://doi.org/10.56211/pubhealth.v2i2.366>.
- [3] P. G. J. Hutagalung, R. Ginting, and P. Manalu, “Faktor-faktor yang mempengaruhi pemanfaatan Program Pengelolaan Penyakit Kronis (Prolanis) pada lansia di Puskesmas Darussalam Medan,” vol. 02, no. 1, pp. 24–31, 2020, doi.org/10.1616/jpms.v2i2.972.
- [4] J. L. Sekip, “HUBUNGAN POLA MAKAN DENGAN STATUS GIZI PADA BALITA The data from the Health Profile of Medan in 2016 revealed that there were balita suffered from severe malnutrition at Lingkungan VII , Kelurahan Sidorejo , Medan Tembung Sub-district . The research used ,” vol. 2, no. 2, 2020, <https://doi.org/10.35451/jkk.v2i2.229>.
- [5] O. M. Çelik and M. Köseoğlu, “A Modified Dijkstra Algorithm for ROS Based Autonomous Mobile Robots,” vol. 1119957, 2023, doi.org/10.28979/jarnas.1119957.
- [6] Y. D. Rosita *et al.*, “ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Implementation of Dijkstra Algorithm and Multi-Criteria Decision- Implementation of Dijkstra Algorithm and Multi-Criteria Decision- Making for Optimal Route Distribution Making for Optimal Route Distribution,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, pp. 378–385, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.136>.
- [7] S. P. Issue, X. Z. Wang, D. Rachmawati, L. Gustin, R. Rahim, and D. Abdullah, “Comparative Analysis between Dijkstra and Bellman-Ford Algorithms in Shortest Path Optimization Comparative Analysis between Dijkstra and Bellman-Ford Algorithms in Shortest Path Optimization,” 2020, doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/917/1/012077>.
- [8] Y. Chen, S. Shen, T. Chen, and R. Yang, “Path Optimization Study for Vehicles Evacuation Based on Dijkstra algorithm,” *Procedia Eng.*, vol. 71, pp. 159–165, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.04.023>.
- [9] W. Bielecki and K. Kraska, “Using basis dependence distance vectors in the modified Floyd – Warshall algorithm,” *J. Comb. Optim.*, pp. 253–275, 2015, doi: 10.1007/s10878-014-9740-2.
- [10] F. Marpaung, “Road network analysis in Medan city using Floyd-Warshall algorithm for route optimization based on GPS,” vol. 0, pp. 0–7, 2023, doi: <https://doi.org/10.2478/9788367405195-047>.
- [11] O. Butenko and A. Topchiy, “Determination of factors of maximum influence on the occurrence of fires in conditions of limited a priori information in the war zone in the east of Ukraine Визначення факторів максимального впливу на виникнення пожеж в умовах обмеження апіорної інформа,” vol. 24, pp. 166–172, 2023, doi: <https://doi.org/10.53452/gb2411>.
- [12] M. R. Yusuf, N. Nurwan, D. Wungguli, and L. Yahya, “Implementation of the Floyd-Warshall Algorithm and Bellman-Ford Algorithm to Determine the Shortest Path in the Distribution of LPG Gas,” vol. 03004, 2023, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340003004>.
- [13] R. Ramadani and Z. Busrah, “Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Floyd Warshall untuk Penentuan Jalur

- Terpendek Tim Respons Kebakaran di Kawasan Perdagangan Kota Parepare,” vol. 11, no. 1, pp. 106–120, 2026, doi: <https://doi.org/10.26877/jipmat.v11i1.3681>.
- [14] D. Zupan and R. Požar, “Floyd – Warshall Algorithm for Sparse Graphs,” pp. 1–13, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/a18120766>.
- [15] V. Sakharov, S. Chernyi, S. Saburov, and A. Chertkov, “ScienceDirect ScienceDirect Automatization Search for the Shortest Routes in the Transport Automatization Search the Shortest Routes in the Transport Network Using for the Algorithm Network Using the Floyd-warshell Algorithm TransSiberia 2020 Conference,” *Transp. Res. Procedia*, vol. 54, no. 2020, pp. 1–11, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.041>.
- [16] M. Nizar *et al.*, “ScienceDirect Procedia ScienceDirect On using using Floyd-Warshall Floyd-Warshall under under uncertainty uncertainty for for Influence Influence On Maximization in in Instagram Instagram social social network : network : A A case case study study of of Maximization Indonesian FnB FnB unicorn unicorn company company Indonesian,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 234, pp. 164–171, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.163>.
- [17] A. V Muholzoev and V. B. Masyagin, “Probabilistic Calculation of Tolerances of the Dimension Chain Based on the Floyd-Warshall Algorithm,” *Procedia Eng.*, vol. 150, pp. 959–962, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.070>.