
APPLICATION OF DIJKSTRA'ALGORITHM FOR SEARCHING OF THE SHORTEST ROUTE THE JELAJAH JOGJA APPLICATION

Oleh

Haruno Sajati¹, Harliyus Agustian², Yuliani Indrianingsih³, Wahyu Seto Setyawan⁴

^{1,2}Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

E-mail: ¹harunosajati@staff.itda.ac.id, ²harliyus@itda.ac.id, ³yulistta@gmail.com,

⁴wahyusetto210@gmail.com

Article History:

Received: 17-04-2025

Revised: 07-05-2025

Accepted: 20-05-2025

Keywords:

Algoritma Dijkstra,
Pencarian Rute
Terpendek, Jelajah
Jogja

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pencarian rute terpendek dengan Algoritma Dijkstra pada destinasi wisata alam dan budaya di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Aplikasi ini dirancang untuk membantu wisatawan menemukan rute tercepat berdasarkan jaringan jalan utama, tanpa mempertimbangkan kondisi lalu lintas secara real-time. Dengan adanya fitur ini, wisatawan dapat memperoleh rekomendasi jalur terbaik untuk mencapai tujuan wisata dengan lebih efisien. Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan Waterfall Model, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan dan penyempurnaan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi geografis dan jaringan jalan utama di Yogyakarta serta studi literatur terkait Algoritma Dijkstra dan sistem pencarian rute berbasis navigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Algoritma Dijkstra dapat secara efektif menentukan rute optimal berdasarkan jarak terpendek yang dihitung dalam bentuk graf. Dengan penerapan algoritma ini, aplikasi Jelajah Jogja diharapkan dapat meningkatkan pengalaman wisatawan dalam menjelajahi destinasi wisata di Yogyakarta serta mendukung pengembangan sektor pariwisata daerah.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi yang pesat telah memberikan dampak besar dalam berbagai sektor, termasuk pariwisata. Aplikasi berbasis lokasi menjadi inovasi penting dalam industri ini karena memudahkan wisatawan dalam menjelajahi destinasi, serta menyediakan informasi terkait tempat wisata, akomodasi, dan fasilitas lain di sekitar mereka. Salah satu fitur penting yang diharapkan dari aplikasi semacam ini adalah kemampuan untuk menentukan rute terpendek, sehingga pengguna dapat mencapai tujuan dengan lebih cepat.

Yogyakarta, atau Jogja, merupakan salah satu destinasi wisata utama di Indonesia yang terkenal dengan kekayaan budaya, sejarah, seni, dan alamnya. Seiring meningkatnya jumlah wisatawan yang berkunjung, permintaan terhadap aplikasi yang memudahkan mereka dalam menemukan rute terbaik juga semakin tinggi. Aplikasi Jelajah Jogja diharapkan dapat membantu wisatawan untuk tidak hanya menemukan tempat-tempat

wisata menarik, tetapi juga rute tercepat dan terpendek untuk menuju ke sana.

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mencari rute terpendek adalah Algoritma Dijkstra. Algoritma ini terkenal karena keakuratannya dalam menemukan rute terpendek di dalam sebuah graf, yang relevan dalam aplikasi berbasis navigasi. Dengan menerapkan algoritma Dijkstra, aplikasi Jelajah Jogja akan dapat memberikan solusi optimal bagi wisatawan dalam menentukan rute terpendek menuju destinasi yang mereka pilih, sehingga pengalaman berwisata di Jogja menjadi lebih efisien dan menyenangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk membahas penerapan algoritma Dijkstra dalam pengembangan fitur rute terpendek pada aplikasi Jelajah Jogja. Diharapkan bahwa penerapan ini dapat meningkatkan pengalaman pengguna aplikasi serta mendukung promosi dan pengembangan pariwisata di Yogyakarta.

LANDASAN TEORI

Aplikasi Jelajah Jogja

Aplikasi Jelajah Jogja adalah sebuah platform berbasis web yang dirancang untuk memberikan informasi seputar pariwisata di Daerah Istimewa Yogyakarta. Aplikasi ini tidak hanya menyajikan daftar nama tempat-tempat wisata di Yogyakarta, tetapi juga menyediakan deskripsi, foto, dan lokasi masing-masing tempat wisata. Selain itu, pengguna dapat mencari penginapan yang berada di sekitar destinasi wisata yang dipilih. Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur pelacakan peta (map tracking) untuk memudahkan pengguna menemukan lokasi tujuan. Selain itu, terdapat galeri foto yang menampilkan gambar-gambar dari berbagai destinasi wisata, sehingga pengguna dapat melihat tampilan visual dari tempat-tempat yang ingin mereka kunjungi sebelum melakukan perjalanan.

Situs Web

Situs web adalah kumpulan halaman web yang membahas topik-topik yang saling berhubungan dan sering kali dilengkapi dengan berkas-berkas seperti gambar, video, atau file lainnya. Situs web ini diunggah ke jaringan internet dan memiliki domain atau URL (Uniform Resource Locator) yang memungkinkan pengguna internet untuk mengaksesnya dengan mengetikkan alamat situs tersebut [1].

Hyper Text Markup Language (HTML)

HTML (HyperText Markup Language) adalah salah satu bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat Website absensi pegawai kantor ini. HTML dominan dengan menggunakan tanda tag < > untuk menyatakan kode - kode yang akan ditafsirkan oleh browser agar halaman dapat ditampilkan dan muncul sesuai dengan posisi yang telah diatur. Bahasa HTML ini sendiri digunakan untuk membantu merancang struktur dasar halaman Website atau bila dianalogikan HTML merupakan pondasi awal untuk menyusun berdirinya kerangka halaman Website secara lebih terstruktur sebelum masuk ke tahap desain dan sisi fungsionalitas [2].

CSS (Cascading Style Sheet)

CSS (Cascading Style Sheet) adalah bahasa pemrograman untuk memberikan tampilan desain yang akan digunakan pada web seperti warna, font, outline, background, menyesuaikan tampilan Website dengan ukuran layar, dsb. CSS digunakan pada pembuatan Website ini adalah untuk berkolaborasi dengan HTML agar dapat menghasilkan tampilan Website yang menarik [3]

Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah editor kode buatan Microsoft yang tersedia secara gratis dan dapat dijalankan di berbagai perangkat desktop. Berkat fitur dan ekstensinya yang lengkap, banyak pengembang memilih menggunakan editor ini. Visual Studio Code cocok dengan hampir semua sistem operasi, termasuk Windows, Mac OS, dan Linux. Aplikasi ini dirancang untuk menjadi ringan dan nyaman, sehingga tidak memerlukan perangkat dengan spesifikasi tinggi. Visual Studio Code mendukung pembuatan dan pengeditan kode untuk berbagai bahasa pemrograman, seperti Node.js, JavaScript, dan TypeScript. Selain itu, ekosistem ekstensi yang luas memungkinkan kompatibilitas dengan banyak bahasa dan runtime environment lainnya, seperti Python, PHP, .NET, dan Java.

Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra adalah sebuah algoritma berbasis greedy yang umum digunakan untuk mencari jarak terpendek. Algoritma ini bekerja dengan menerima input berupa graf berarah berbobot dengan titik awal dari sejumlah garis. Algoritma ini sangat efisien dalam menemukan jalur terpendek dengan cara memilih sisi dengan bobot terkecil yang menghubungkan simpul yang sudah diproses dengan simpul lain yang belum diproses [4].

Haversine Formula

Haversine Formula merupakan metode untuk mengetahui jarak antar dua titik dengan memprhitungkan bahwa bumi bukanlah sebuah bidang datar namun adalah sebuah bidang yang memiliki derajat kelengkungan. Metode haversine Formula menghitung jarak antara 2 titik dengan berdasarkan panjang garis lurus antara 2 titik pada garis bujur dan lintang [5]. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung kedekatan lokasi pengguna dan lokasi hotel menggunakan *Haversine Formula*:

$$\begin{aligned}\Delta lat &= lat2 - lat1 \\ \Delta long &= long2 - long1 \\ a &= \sin^2(\Delta lat/2) + \cos(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \sin^2(long/2) \\ c &= 2 \cdot \tan^{-1}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \\ d &= r \cdot c\end{aligned}$$

Keterangan :

Lat1 : Latitude asal	c : Kalkulasi perpotongan sumbu
Lat2 : latitude tujuan	r : jari - jari Bumi = 6371 km
Long1 : longitude asal	d : Jarak (km)
Long2 : longitude tujuan	

Black Box Testing

Metode Metode *Black Box* Testing adalah metode pengujian yang berfokus pada spesifikasi fungsional perangkat lunak. Penguji dapat menentukan kumpulan kondisi input dan menguji spesifikasi fungsional program dengan mencoba memasukkan data ke dalam setiap form. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa program tersebut memenuhi kebutuhan perusahaan [6].

Unified Modelling Language (UML)

Dalam dunia pengembangan sistem berorientasi objek, UML merupakan alat yang sangat berguna karena menyediakan bahasa pemodelan visual. Ini memungkinkan pengembang sistem untuk membuat cetak biru dari visi mereka dalam format yang standar

dan mudah dipahami, serta dilengkapi dengan mekanisme yang efisien untuk berbagi dan mengkomunikasikan desain mereka dengan pihak lain [7].

JavaScript

JavaScript adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi dan dinamis yang digunakan terutama untuk pengembangan web, memungkinkan pengembang untuk membuat halaman web yang interaktif dan dinamis dengan fitur seperti animasi, validasi formulir, dan interaksi real-time. Dikembangkan oleh Brendan Eich di Netscape pada tahun 1995, JavaScript dapat dijalankan di sisi klien (browser pengguna) dan sisi server (dengan teknologi seperti Node.js). Ini adalah salah satu teknologi inti dari World Wide Web, bersama dengan HTML dan CSS, dan didukung oleh semua browser web modern, memungkinkan kompatibilitas lintas platform. JavaScript juga memiliki ekosistem yang kaya dengan banyak pustaka dan kerangka kerja populer seperti jQuery, React, dan Angular yang mempermudah pengembangan aplikasi web [8].

METODE PENELITIAN

Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah Waterfall Model. Model ini dipilih karena memiliki tahapan yang jelas dan sistematis dalam pengembangan aplikasi. Waterfall Model terdiri dari beberapa tahapan berikut:

1. Analisis Kebutuhan
Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan sistem berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan. Kebutuhan sistem meliputi pencarian rute terpendek menggunakan algoritma Dijkstra serta representasi graf jaringan jalan utama di Jogja.
2. Desain Sistem
Tahap ini melibatkan perancangan arsitektur sistem, diagram alur data, serta desain graf yang akan digunakan untuk merepresentasikan jaringan jalan. Selain itu, dilakukan pemilihan teknologi yang sesuai seperti bahasa pemrograman, database, dan framework yang akan digunakan.
3. Implementasi
Implementasi dilakukan dengan menerapkan algoritma Dijkstra pada sistem untuk mencari rute terpendek. Pengkodean dilakukan sesuai dengan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya.
4. Pengujian dan Evaluasi
Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa algoritma Dijkstra bekerja dengan benar dan dapat menentukan rute terpendek dengan tepat. Pengujian dilakukan dengan metode Black Box Testing, yang berfokus pada pengujian fungsionalitas tanpa melihat kode sumber.
5. Pemeliharaan dan Penyempurnaan
Setelah sistem diuji dan diterapkan, dilakukan evaluasi terhadap kinerja algoritma serta kemungkinan pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan fitur atau optimasi dalam pemrosesan data.

Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, dilakukan dua teknik

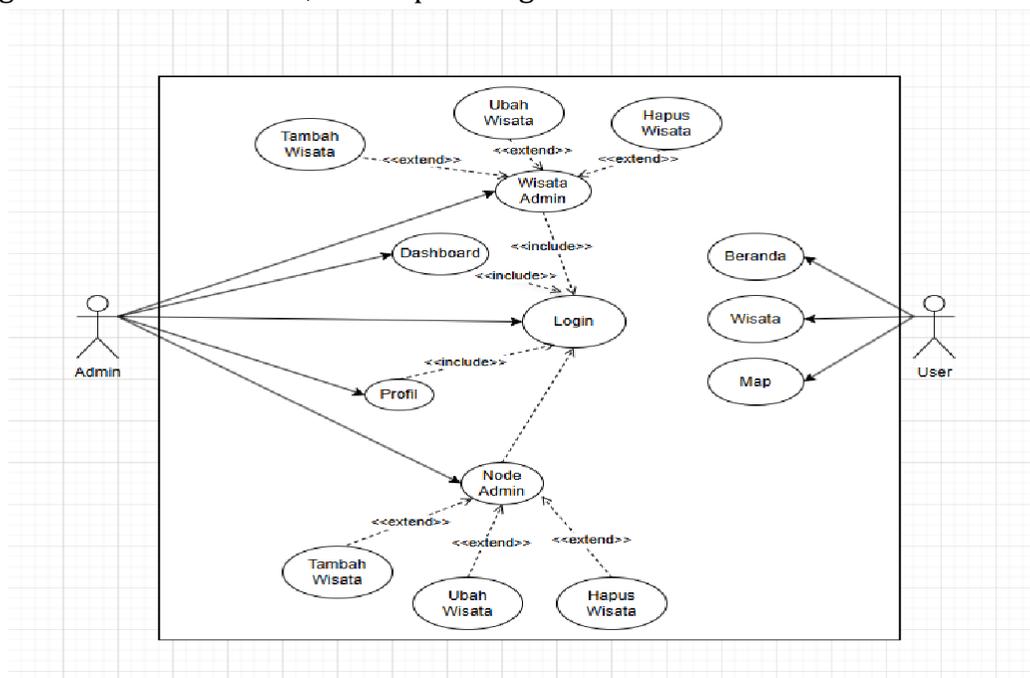
pengumpulan data, yaitu observasi dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung kondisi geografis dan jaringan jalan utama di Jogja yang akan digunakan dalam pemodelan graf. Proses ini mencakup analisis aksesibilitas, struktur jalan, serta dokumentasi koordinat yang relevan guna memastikan representasi graf yang sesuai dengan kondisi nyata. Sementara itu, studi literatur dilakukan dengan mengkaji referensi dari jurnal ilmiah, buku, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Algoritma Dijkstra, pencarian rute terpendek, dan pengembangan aplikasi berbasis lokasi.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan proses penyusunan, pemodelan, serta pengorganisasian berbagai komponen yang saling berhubungan menjadi sebuah kesatuan sistem yang utuh dan berfungsi. Tahap ini berfungsi sebagai persiapan sebelum implementasi, dengan tujuan menggambarkan bagaimana sistem akan dibangun dan dioperasikan.

Use Case Diagram

Pada Gambar 1 di bawah ini adalah Use Case Diagram untuk aplikasi Jelajah Jogja, pada Use Case Diagram terdiri dari 2 aktor yaitu admin dan user. Pada sisi Admin untuk mengakses halaman admin, admin perlu login terlebih dahulu.



Gambar 1 Use Case Diagram

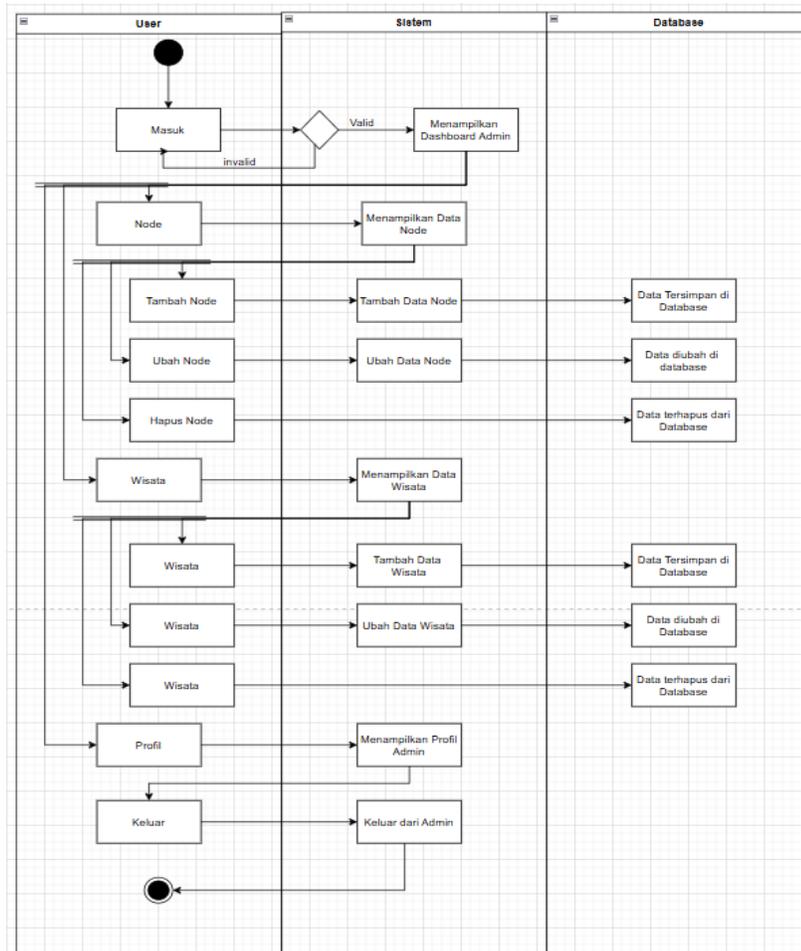
Activity Diagram

Diagram yang memodelkan berbagai aktivitas aliran dalam sistem yang sedang dikembangkan, serta bagaimana setiap aliran dimulai dari keputusan yang mungkin terjadi dan bagaimana setiap aktivitas berakhir.

Activity Diagram Admin

Pada Gambar 2 di bawah ini, ditampilkan Activity Diagram untuk Admin. Dalam diagram ini, admin harus terlebih dahulu melakukan login untuk mengakses halaman admin.

Setelah berhasil masuk, admin akan diarahkan ke halaman dashboard sebagai tampilan utama. Selain itu, admin memiliki akses ke halaman node, di mana ia dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus data terkait node. Admin juga dapat mengelola data wisata melalui halaman wisata dengan fitur yang sama, yaitu menambah, mengubah, dan menghapus data. Terakhir, admin dapat mengakses halaman profil yang menampilkan informasi akun admin, serta memiliki opsi untuk keluar (logout) dari sistem guna mengakhiri sesi.

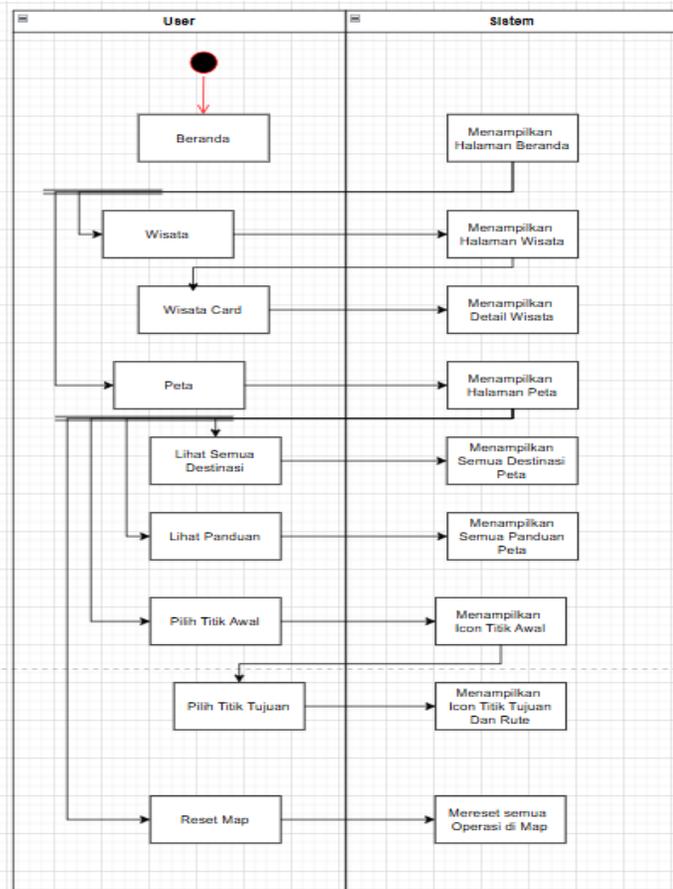


Gambar 2 Activity Diagram Admin

Activity Diagram User

Pada Gambar 3 di bawah ini, ditampilkan Activity Diagram untuk user. Awalnya, user akan masuk ke halaman beranda sebagai tampilan utama aplikasi. Dari sana, user dapat masuk ke halaman wisata, yang menampilkan daftar wisata yang tersedia. Jika user memilih salah satu wisata card, maka sistem akan mengarahkan user ke halaman detail wisata sesuai dengan pilihan tersebut. Selain itu, user juga dapat masuk ke halaman peta, yang menyediakan berbagai fitur navigasi. Pada halaman ini, user dapat melihat semua destinasi yang tersedia di peta, melihat panduan penggunaan peta, serta menentukan titik awal dan titik tujuan. Setelah memilih titik awal dan titik tujuan, sistem akan menampilkan ikon dari kedua titik tersebut serta menampilkan rute perjalanan antara keduanya. Jika diperlukan,

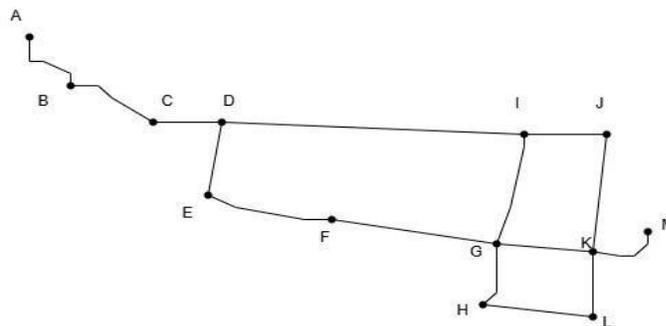
user juga dapat menggunakan fitur reset map untuk menghapus semua operasi yang telah dilakukan di peta dan mengembalikannya ke kondisi awal.



Gambar 3 Activity Diagram User

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar 4 adalah graf map yang akan saya pilih untuk menguji algoritma Dijkstra. Graf yang diambil adalah dari Simpang empat Pelem gurih ke tempat wisata Kampung Wisata Taman Sari



Gambar 4 Graf dan Titik Node

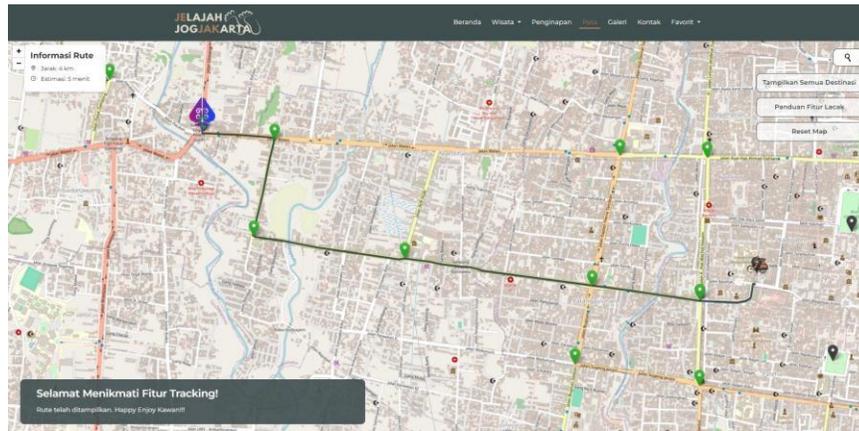
Tabel 1 Keterangan Node

No	Node	Keterangan Node
1	A	
2	B	
3	C	Simpang 4 Pelem Gurih
4	D	Jln Wates
5	E	Jln PGRI 2
6	F	Jln Senosewu
7	G	Jln Patangpuluhan
8	H	Jln Sugeng suroni
9	I	Jln Martadinata
10	J	Jln Ahmad Dahlan
11	K	Jln Letnan Jendral Parman
12	L	Jln Per4an Benteng Kulon
13	M	Kampung Wisata Taman Sari

Rute yang diperoleh dari untuk mencari rute dari simpang 4 pelem guring ke kampung wisata taman sari ada 3 rute yaitu:

1. Rute pertama dari Simpang 4 Pelem Gurih, ke Jln Wates, ke Jln Mardinata, ke Jln Ahmad Dahlan, ke Jln Letnan Jendral Parman, dan berakhir di Kampung Wisata Taman Sari. Pada Rute Ini dinotasikan $C \rightarrow D \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow M$. Rute pertama $C \rightarrow D \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow M$ dengan bobot rute $0.456980566 + 1.96457754 + 0.491726572 + 0.840941207 + 0.368922914 = 4.123148803$ km
2. Rute kedua dari Simpang 4 Pelem Gurih, ke Jln Wates, ke Jln PGRI 2, ke Jln Senosewu, ke Jln Patangpuluhan, ke Jln Letnan Jendral Parman, dan berakhir di Kampung Wisata Taman Sari. Pada Rute ini dinotasikan $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow K \rightarrow M$. Rute Kedua $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow K \rightarrow M$ dengan bobot rute $0.456980566 + 1.96457754 + 0.587480918 + 0.832924404 + 1.153938169 + 0.626767305 + 0.368922914 = 4.027014276$ km
3. Rute Ketiga dari Simpang 4 Pelem Gurih, ke Jln Wates, ke Jln PGRI 2, ke Jln Senosewu, ke Jln Patangpuluhan, Jln Sugeng suroni, ke Jln Martadinata, ke Jln Letnan Jendral Parman, dan berakhir di Kampung Wisata Taman Sari. Pada Rute ini dinotasikan $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow L \rightarrow K \rightarrow M$. Rute Ketiga $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow L \rightarrow K \rightarrow M$ dengan bobot rute $0.456980566 + 0.587480918 + 0.832924404 + 1.153938169 + 0.461547766 + 0.729932371 + 0.49034628 + 0.368922914 = 5.082073387$ km

Bisa dikatakan dalam penjabaran diatas dari KETIGA rute yang bisa dilewati dari Simpang 4 Pelem Gurih menuju Kampung Wisata Taman Sari maka diperoleh rute $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow K \rightarrow M$ menjadi rute terpendek melalui total bobot paling kecil yakni 4.027014276 km. Melalui penjabaran rute sebagai berikut: Simpang 4 Pelem Gurih, ke Jln Wates, ke Jln PGRI 2, ke Jln Senosewu, ke Jln Patangpuluhan, ke Jln Letnan Jendral Parman, dan berakhir di Kampung Wisata Taman Sari. Sehingga diperoleh tampilan pada web sama dengan perhitungan seperti Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Pengujian Algoritma Dijkstra

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya tentang penerapan Algoritma Dijkstra pada Aplikasi Jelajah Jogja, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma ini dapat digunakan untuk mencari rute terpendek antara dua lokasi di Kota Jogja. Sistem dikembangkan dengan mempertimbangkan jaringan jalan utama tanpa memperhitungkan kondisi lalu lintas secara real-time. Hasil pencarian rute hanya menampilkan satu jalur optimal berdasarkan jarak terpendek yang dihitung dengan Algoritma Dijkstra. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat memperoleh rekomendasi rute terpendek untuk menjelajahi Kota Jogja.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto Yogyakarta yang telah memberikan Pendanaan pada Penelitian kami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Dody Firmansyah, "Perancangan Web E-Commerce Berbasis Website pada Toko Ida Shoes," 2023.
- [2] S. T. Arisantoso et al., "PERANCANGAN DAN PEMROGRAMAN WEB: MEMAHAMI HTML, CSS, JAVASCRIPT, PHP, SERTA WEB HOSTING SECARA PRAKTIS PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA," 2023.
- [3] S. Amandha, R. Dani, T. Hierdawati, Armandito, and B. Rahmat, "Workshop Pengenalan Web dan CSS Dasar Pada Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Jambi," KREATIF: Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara, vol. 4, no. 1, pp. 65–71, Feb. 2024, doi: 10.55606/kreatif.v4i1.2842.
- [4] R. Perayoga, P. Hendradi, and A. Setiawan, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Pencarian Rute Terpendek Objek Wisata," Media Online, vol. 4, no. 3, pp. 1471–1482, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1495.
- [5] F. Adiputra Sihombing, S. V. Manurung, and J. Febrinus Naibaho, "Implementasi Metode Haversine Formula Untuk Mencari Lokasi Laundry Terdekat Di Kota Medan," 2022. [Online]. Available: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/methotika>

- [6] M. Mintarsih, "Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, Feb. 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.727.
- [7] A. Yasinta Permana and A. Voutama, "Cara sitasi: Permana AY, Voutama A. 2022. Pemodelan UML Pada Sistem Penjualan Sembako Di Toko Amshop," *Information Management for Educators and Professionals*, vol. 7, no. 1, pp. 41–50, 2022.
- [8] S. T. Arisantoso et al., "PERANCANGAN DAN PEMROGRAMAN WEB: MEMAHAMI HTML, CSS, JAVASCRIPT, PHP, SERTA WEB HOSTING SECARA PRAKTIS PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA," 2023.
- [9] E. D. Lestari, D. Mahendra, and N. Azizah, "IMPLEMENTASI ALGORITMA DIJKSTRA PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS Pencarian RUTE TERPENDEK INDUSTRI KONVEKSI DI KABUPATEN JEPARA BERBASIS WEB," vol. 1, no. 2, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/biner>
- [10] F. Saputra and N. Marlim, "Sistem Informasi Pencarian Service Ac Mobil Menggunakan Algoritma Dijkstra," *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, vol. 1, no. 3, pp. 135–140, 2019.
- [11] L. Joni Erawati Dewi, "PENCARIAN RUTE TERPENDEK TEMPAT WISATA DI BALI DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA," 2019