

Model Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Rute Terdekat Menuju Restoran di Kota Semarang Dengan Algoritma A*

Ilham Rizqi Furqon^{1*}, Theresia Dwiati Wismarini²

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank
 Jl. Tri Lomba Juang, Mugassari, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
 *Email Corresponding Author: ahmsani1234@gmail.com

Abstrak

Untuk mempermudah wisatawan menemukan lokasi serta rute terdekat menuju lokasi wisata, diperlukan suatu teknologi untuk mendukung hal tersebut. Penelitian ini mengusulkan model sistem informasi geografis berbasis *Web mobile* untuk membantu wisatawan menemukan lokasi restoran yang ada di Kota Semarang. Sistem aplikasi didukung oleh *Algoritma A** untuk menemukan rute terdekat menuju lokasi restoran yang dituju. Pemodelan sistem menggunakan *tools* pemodelan berorientasi objek, sedangkan pengembangan sistem menggunakan editor *Visual Studio Code*, bahasa pemrograman PHP, dan database MySQL. Hasil analisis kebutuhan fungsional mengidentifikasi fitur utama aplikasi berupa pendataan restoran dan posisinya, menu khas restoran; proses pencarian lokasi pada map; informasi titik lokasi, rute jalan, serta analisis penyelesaian masalah rute terdekat. Uji *Black Box* menunjukkan fitur-fitur fungsional aplikasi telah dinyatakan *valid* sesuai kebutuhan pengguna. Uji pencarian rute terdekat juga memperlihatkan sistem berbasis *Algoritma A** yang dikembangkan mampu menemukan rute terdekat yang lebih baik dari aplikasi *Google Map*.

Kata Kunci: *Sistem Informasi Geografis; Rute terpendek; Algoritma A*; Berbasis Web Mobile*

Abstract

To make it easier for tourists to find the nearest location and route to tourist sites, a technology is needed to support this. This study proposes a mobile Web-based geographic information system model to help tourists find the location of restaurants in Semarang City. The application system is supported by the A Algorithm to find the closest route to the destination restaurant location. The system modeling uses object-oriented modeling tools, while the system development uses the Visual Studio Code editor, the PHP programming language, and the MySQL database. The results of the functional requirements analysis identify the main features of the application in the form of data collection on restaurants and their positions, typical restaurant menus; the process of finding the location on the map; location point information, road routes, as well as analysis of solving problems of the nearest route. The Black Box test shows that the functional features of the application have been declared valid according to user needs. The test of finding the closest route also shows that the developed A* Algorithm-based system is able to find the closest route which is better than the Google Map application.*

Keywords: *Geographic Information System; The shortest route; Algorithm A*; Mobile Web Based*

1. Pendahuluan

Kota Semarang memiliki banyak kuliner khas yang menarik, baik bagi turis mancanegara maupun bagi wisatawan domestik. Beberapa diantara kuliner khas tersebut adalah Lumpia, Babat Gongso, Wingko Babat, Nasi ayam serta masih banyak kuliner lainnya. Tidak heran jika pemerintah Provinsi Jawa Tengah membangun komitmen bersama dengan menteri pariwisata dan para kepala daerah untuk mendukung pengembangan sektor pariwisata, khususnya wisata kuliner guna mendukung upaya pemulihan ekonomi daerah maupun nasional.

Kemunculan teknologi internet dan digitalisasi telah membawa banyak dampak positif bagi manusia, khususnya pada industri pariwisata [1],[2]. Digitalisasi pada sektor pariwisata

misalnya, mampu memberikan banyak manfaat ke banyak industri. Dari sisi penyedia jasa, kehadiran internet memberikan sumbangsih yang luar biasa terhadap penghematan biaya operasional dan penggunaan waktu. Misalnya untuk beriklan dan berpromosi ke seluruh pelosok negeri atau bahkan ke pasar mancanegara. Untuk itu, dalam rangka menasar pasar yang potensial, khususnya pada daerah-daerah dengan potensi wisata yang luar biasa, perlu dibangun sarana pendukung untuk mempermudah wisatawan mengetahui dan menjangkau pusat-pusat wisata tersebut. Namun, yang menjadi pertanyaan selanjutnya adalah bagaimana cara destinasi wisata mengoptimalkan penggunaan moda teknologi informasi yang tepat untuk menunjang promosi pariwisata di suatu daerah tertentu, khususnya lokasi wisata kuliner di kota Semarang?

Sistem informasi geografis (SIG) adalah satu model teknologi informasi berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang berhubungan dengan lokasi-lokasi di permukaan bumi. Sistem ini dapat memuat dan menyajikan data/ informasi berbentuk kualitatif, yaitu data hasil pengamatan yang dinyatakan dalam bentuk deskriptif, serta data kuantitatif berupa data hasil pengamatan yang dinyatakan dalam angka. SIG telah digunakan dalam berbagai bidang, misalnya untuk inventarisasi sumber daya alam [3]-[5], perencanaan tata ruang [6]-[8], mitigasi bencana [9],[10], perencanaan transportasi [11],[12], dan untuk keperluan lainnya [13],[14].

Artikel ini menyajikan penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk menentukan rute menuju objek wisata kuliner di perkotaan, dengan mengambil sampel lokasi uji coba pada objek wisata kuliner di kota Semarang.

2. Tinjauan Pustaka

Berbagai penelitian tentang penggunaan teknologi informasi untuk penentuan Rute perjalanan telah dikemukakan oleh para peneliti. Penggunaan metode *Saving Matrix* telah diuji oleh Hudori dan Madusari [15] dalam menentukan rute angkutan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit secara optimal pada area perkebunan kelapa sawit. Penerapan metode *Saving Matrix* dilakukan dengan mengidentifikasi matrik jarak antara pabrik kelapa sawit (PKS) dengan tempat pengumpulan hasil TPH induk di setiap afdeling, serta jarak antar masing-masing TPH induk. Matrik penghematan (*saving*) dari dua rute yang berbeda dapat dihitung setelah matrik jarak diketahui. Berdasarkan matrik penghematan, dilakukan konsolidasi muatan, yaitu mengalokasikan muatan dari TPH induk ke kendaraan dan rute. Alokasi atau penggabungan ini dilakukan dengan memaksimalkan penghematan jarak yang terbesar dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan. Proses akhir dilakukan dengan mengurutkan rute kunjungan untuk mendapatkan jarak perjalanan yang terpendek yang dapat ditempuh.

Metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan algoritma *Branch and Bound* diuji oleh Pailin dan Soseboko [16] dalam kasus penentuan rute optimal pendistribusian produk makanan. *Traveling Salesman Problem* mencari jarak tempuh minimum dari titik awal menuju semua titik tujuan dan kembali lagi pada titik awal dengan asumsi bahwa semua titik tujuan yang akan dilalui hanya dikunjungi sebanyak satu kali untuk memperoleh rute optimal. Algoritma *Branch and Bound* menggunakan pohon pencarian (*search tree*), setiap simpul di pohon merupakan representasi dari sejumlah kemungkinan solusi dari *Traveling Salesman Problem* (TSP). Konsep yang digunakan pada metode ini adalah jarak antar *outlet* dimulai dari mengukur masing-masing jarak dari gudang menuju *outlet* dan kembali ke gudang.

Widyastitia dan Kamila [17] mengusulkan model *Vehicle Routing Problem* (VRP) dalam penentuan rute optimal pada kasus armada pengangkutan sampah di perkotaan. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh kendaraan dengan mengatur urutan tempat yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitasnya lagi. Algoritma VRP berkaitan dengan permasalahan optimasi penentuan rute dengan keterbatasan kapasitas kendaraan. Pada uji coba ini, sebuah depot awal dan sejumlah n tempat untuk dikunjungi dengan *demand* yang dapat berbeda-beda. Sebuah kendaraan diharapkan untuk memenuhi permintaan setiap tempat tersebut dari depot, dengan konsep: Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal; terdapat sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali; Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya.

Prianto dan Kusnadi [18] menguji penggunaan algoritma *Dijkstra* dalam penentuan rute terbaik pada sistem mobile *E-Parking*. Algoritma *Dijkstra* merupakan salah satu metode penyelesaian masalah dalam pencarian rute terbaik dengan konsep membandingkan kemungkinan rute yang akan dilalui dan dihitung setiap kemungkinan jarak. Rute dengan jarak terpendek akan menjadi pilihan terbaik. Pada proyek ini, algoritma *Dijkstra* disematkan dalam aplikasi sistem informasi geografis berbasis android yang memanfaatkan fitur *Google Maps* sebagai layanan antar muka pengguna parker.

Berbeda dengan penelitian [15]-[17] yang berfokus pada pengujian kinerja algoritma, pada penelitian [18] disamping menguji kinerja algoritma juga mengembangkan aplikasi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Sama seperti penelitian [18], penelitian yang dilakukan saat ini adalah mengembangkan Aplikasi Penentuan Rute berbasis GIS, namun *state of the art* penelitian yang dilakukan ini adalah pada penggunaan algoritma yang berbeda sebagai basis kinerja GIS, yaitu menggunakan algoritma A^* .

3. Metodologi

3.1 Algoritma A^*

Algoritma A^* (dibaca "A star") yang akan menjadi basis operasi aplikasi berbasis SIG dalam uji coba ini menggunakan nilai *Heuristik* sebagai dasar pertimbangan pengumpulan 100 restoran di Kota Semarang untuk selanjutnya dibuat aplikasi rute jalur terpendek. Algoritma A^* menggunakan path dengan *cost* paling rendah ke node yang membuatnya sebagai algoritma pencarian nilai pertama yang terbaik atau best first search. Menggunakan rumus [19]:

$$f(x) = g(x) + h(x) \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

$g(x)$ adalah jarak total dari posisi asal ke lokasi sekarang.

$h(x)$ adalah fungsi *heuristik* yang digunakan untuk memperkirakan jarak dari lokasi sekarang ke lokasi tujuan.

Fungsi *heuristik* yang digunakan adalah *manhattan distance*:

$$h(x) = dx + dy \dots\dots\dots(2)$$

$$dx = (\text{node } x - \text{goal } x)$$

$$dy = (\text{node } y - \text{goal } y)$$

Secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) pertama masukan titik awal
- 2) masuk ke looping sebagai berikut:
 - a. Cari titik dengan nilai jarak yang terkecil
 - b. Pilih titik yang nilainya terkecil (yang akan di lewati)
 - c. Bandingkan setiap titik tetangga dan pilih nilai yang ter kecil (yang akan di lewati) begitu seterusnya hingga sampai ke titik tujuan
 - d. Looping berhenti.

3.2 Kebutuhan Fungsional Sistem Aplikasi

1) Kebutuhan Input

Kebutuhan *input* pada sistem pencarian rute terpendek Restoran Kuliner di Semarang menggunakan Algoritma A^* adalah: Data Restoran, Data posisi Restoran, serta Data Menu kesukaan pada masing masing restoran

2) Kebutuhan Antarmuka

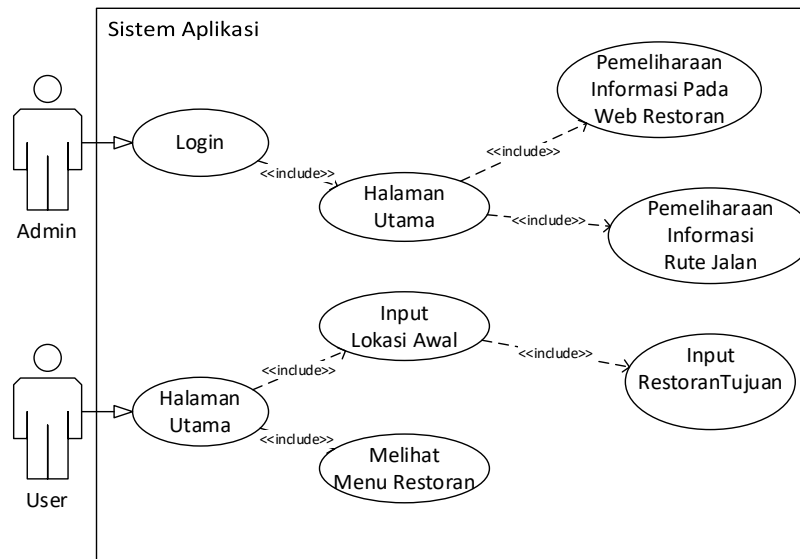
Proses pencarian rute terpendek Restoran Kuliner di Semarang menggunakan Algoritma A^* menggunakan fitur pencarian pada *google maps*.

3) Kebutuhan Output

Luaran pada aplikasi sistem pencarian rute terpendek Restoran Kuliner di Semarang menggunakan Algoritma A^* adalah: informasi titik lokasi dan informasi rute jalanan terdekat menuju titik lokasi.

3.3 Model Fungsional Sistem Aplikasi

Model fungsional aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Web pencarian rute terdekat menuju Restoran di Kota Semarang Dengan menggunakan Algoritma A* disajikan pada Diagram *Use Case* Gambar 1.



Gambar 1. *Use Case Diagram* Sistem Aplikasi

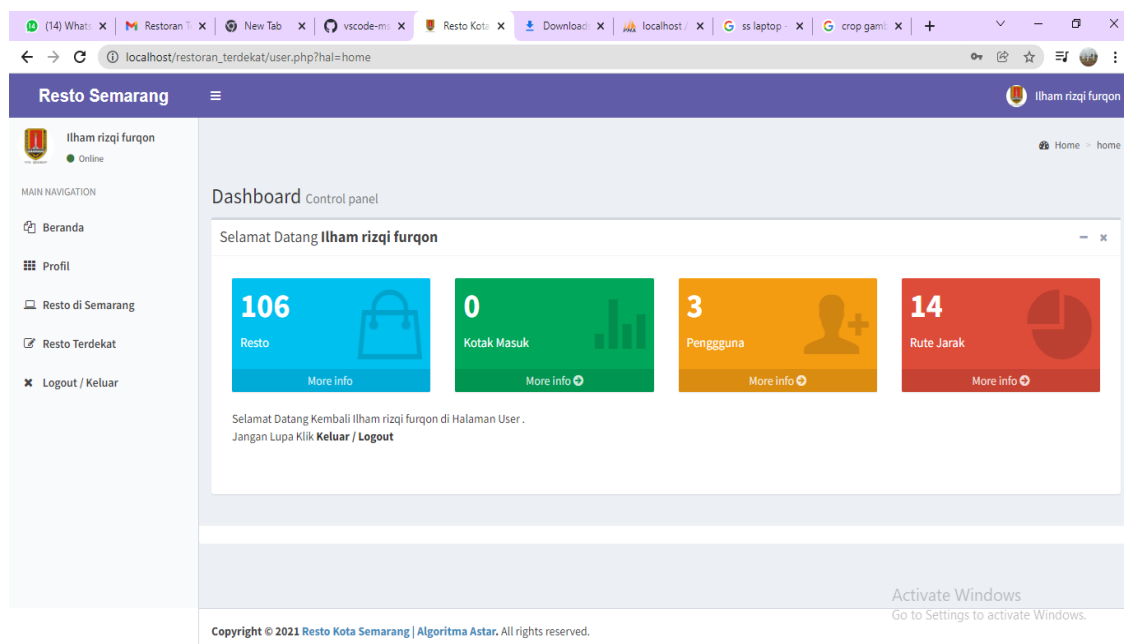
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Antarmuka Pengguna Aplikasi

Beberapa tampilan antarmuka aplikasi sistem pencarian rute terdekat Restoran Kuliner di Semarang menggunakan Algoritma A* yang dikembangkan, seperti disajikan berikut:

1) *Halaman Dashboard User*

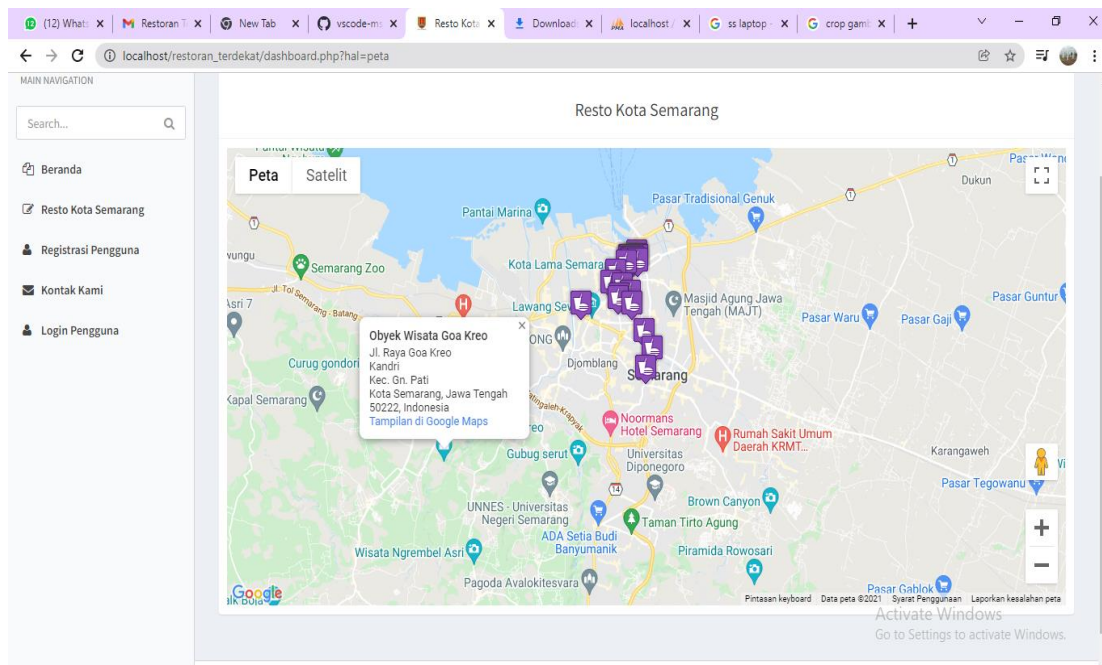
Halaman Dashboard User adalah halaman yang pertama dilihat oleh *user* setelah berhasil *login*. Halaman ini berisi navigasi menu serta akan muncul saat pertama kali masuk ke sistem. Pada halaman ini *user* dapat memilih menu untuk menuju ke halaman pemesanan.



Gambar 2. Antarmuka Tampilan Halaman *Dashboard User*

2) Halaman Maps

Pada halaman maps Gambar 3 berisikan semua lokasi restoran kuliner di Semarang. pada setiap lokasi akan muncul kolom keterangan lokasi dan nama restoran kuliner tersebut sehingga memudahkan *user* untuk menemukan informasi tentang restoran kuliner yang diinginkan.



Gambar 3. Antarmuka Tampilan Halaman *Maps* (Peta Lokasi)

4.2 Pengujian Sistem

1) Simulasi Kinerja Algoritma A*



Gambar 4. Hasil Uji Coba *Maps* (Peta Lokasi)

Gambar 4 menampilkan hasil uji coba simulasi algoritma A*. Dari model yang dikembangkan dengan estimasi menggunakan Algoritma A*: An adalah tahap awal dari Kota Semarang dan F adalah tujuan Akhir yaitu Restoran yang di pilih. Dalam metode Algoritma A*, langkah awal adalah memberikan nilai yang mendasari, 0 untu Hub yang mendasari, untuk orang lain. Perhitungan 1 Mark ABCDEFA A* untuk tahap selanjutnya, tentukan dulu hub

dengan basis pemisahan dari hub yang mendasarinya dengan persamaan MIN (destValue , $\text{MarkValeu} + \text{edgeWeight}$). Selanjutnya, pilih untuk menjadi hub awal dan pengulangan.

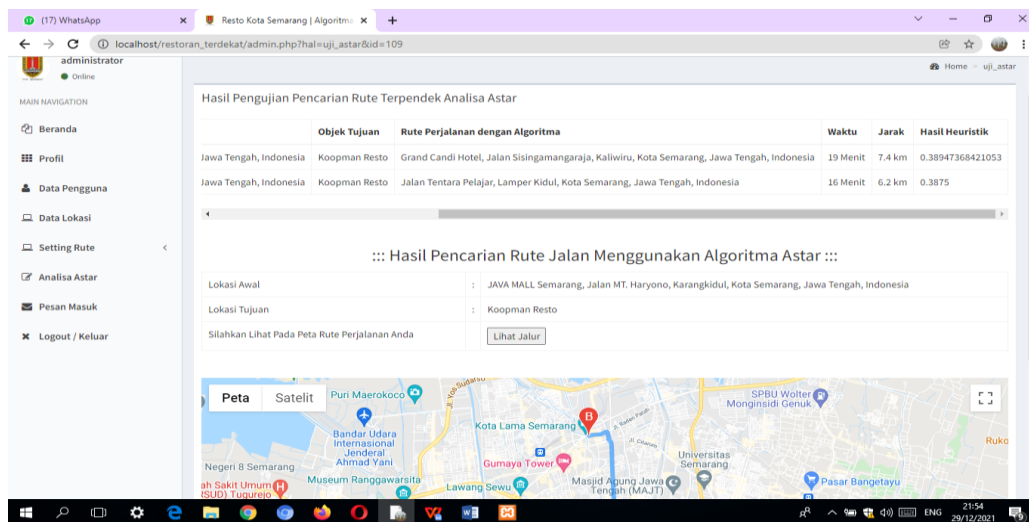
Pada implementasi hasil *output* menggunakan metode A* terdapat titik A adalah titik lokasi awal (yang bergambarkan sepeda motor) dan titik B adalah tujuan akhir (dengan ditandai bulat merah). Jika ingin menuju ke titik B maka terdapat 3 jalur yang bisa dilalui/ditempuh oleh driver yaitu:

- Jalur Biru (sebagai Y dengan estimasi waktu 6 menit dan jarak 3,5km).
- Jalur Merah (sebagai X dengan estimasi waktu 3 menit dan jarak 1,5 km).
- Jalur Hijau (sebagai Z dengan estimasi waktu 8 menit dan jarak 5km).

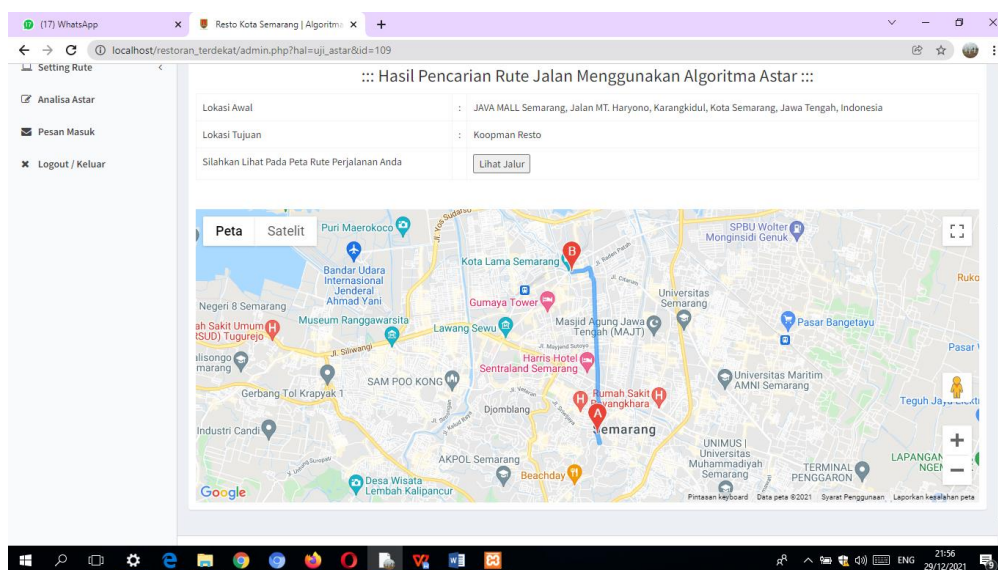
Padamasing-masing jalur terdapat waktu dan jarak yang berbeda, kemudian sistem akan membantu driver untuk mengambil jalur X karna yang terdekat dari titik A dengan estimasi waktu dan jarak yang sangat mengefisien waktu dan bahan bakar.

2) Perbandingan Penggunaan Google maps dan Algoritma A*

Analisis pencarian rute berbasis Algoritma A* pada aplikasi ini dibandingkan dengan fitur aplikasi *Google maps* yang didalamnya terdapat waktu dan jarak tempuh. Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan dua gambar yang akan menjelaskan tentang analisis tersebut.



Gambar 5. Perbedaan Jarak dan Waktu Tempuh Algoritma A* dan Google Maps



Gambar 6. Jalur Yang Disarankan Untuk Pengguna.

Pada gambar 5 dapat dijelaskan bahwa dengan penggunaan google map jika dari java mall ke Koopman resto membutuhkan waktu 19 menit dengan jarak 7.4 km, setelah di uji dengan algoritma A* waktu dan jarak tempuh menjadi lebih pendek yaitu dengan waktu 16 menit dan jarak 6.2 km, jadi user/ pengguna akan lebih mudah dan lebih cepat sampai ke titik lokasi jika menggunakan aplikasi ini. Pada gambar 6, jalur A dan B yang akan di lewati oleh pengguna karena sudah menggunakan metode Algoritma A*, sesuai penjelasan responden bahwa algoritma A* dapat menemukan jalur terdekat dan sangat cocok untuk menyelesaikan berbagai kasus pencarian jalur dengan parameter parameter yang kompleks.

3) Pengujian Fungsional Sistem Aplikasi

Pengujian *Blackbox* memfokuskan pada keperluan fungsional dari perangkat lunak. Pengujian *Blackbox* dilakukan untuk mengetahui apakah fitur-fitur fungsional yang ada dalam sistem aplikasi dapat berjalan dengan benar. Dalam pengujian ini terdapat 6 item yang diujikan, seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian Fungsional dengan *Blackbox Testing*

NO	Item	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Peta lokasi Semarang	Menampilkan Peta	Valid
2	Jarak yang akan ditempuh	Menampilkan jarak tempuh (meter)	Valid
3	Titik koordinat	Menampilkan titikkoordinat lokasi saat ini dan lokasi tujuan	Valid
4	Lama waktu perjalanan yang akan di tempuh	Menampilkan lama waktu yang akan ditempuh dari lokasi awal ke lokasi tujuan	Valid
5	Hasil Rute	Menampilkan rute terdekat untuk ke lokasi tujuan	Valid
6	Peta Jalur Terdekat	Menampilkan Hasil lokasi yang terdekat	Valid

Hasil pengujian fungsional menggunakan *Blackbox Testing* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa fungsi-fungsi utama yang telah dikaji pada tahap analisis kebutuhan sistem telah secara valid dipenuhi oleh sistem aplikasi yang dikembangkan.

5. Simpulan

Aplikasi Sistem Informasi Geografis berbasis *Web* dengan menggunakan penalaran algoritma A* dapat memastikan posisi jarak restoran dengan rute terdekat dan dapat memudahkan serta membantu pengguna dalam mencari posisi restoran yang terdapat di kota Semarang. Uji pencarian rute terdekat memperlihatkan sistem berbasis *Algoritma A** yang dikembangkan mampu menemukan rute terdekat yang lebih baik dari aplikasi *Google Map*. Hasil uji *Blackbox* pada fitur fungsional aplikasi juga menunjukkan bahwa fitur-fitur fungsional aplikasi telah dinyatakan *valid* sesuai kebutuhan pengguna.

Walaupun algoritma A* telah menunjukkan hasil kinerja yang cukup baik dalam ujicoba ini, rekomendasi masa mendatang berkaitan dengan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan peran label pada Algoritma A*. Selanjutnya memperbanyak titik lokasi (restoran-restoran) dalam zona yang diuji, guna mengetahui tingkat akurasi kinerja algoritma secara lebih tepat.

Daftar Referensi

- [1] L. Muliawanti, D. Susanti, "Digitalisasi Destinasi sebagai Strategi Pengembangan Promosi Pariwisata di Kabupaten Magelang", *Warta Ikatan Sarjana Komunikasi Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 135-143, 2020.
- [2] L. Hakim, "Digitalisasi Wisata Halal Melalui Aplikasi Smartphone Dimasa Pandemi Covid-19", *J. Of Islamic Management*, vol. 1, no. 2, pp. 136-147, 2021.

- [3] A. Rauf, K. Yusuf, A. Asmidar, M. Kasnir, M. Tajuddin, "Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Dalam Pemantauan Potensi Sumberdaya Pesisir Dan Laut Di Kabupaten Pangkep", *J. Of Indonesian Tropical Fisheries (Joint-Fish): Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, vol. 1, no. 1, pp. 11-16, 2018.
- [4] N. Nurhakim, "Pengembangan Sistem Perekaman dan Manajemen Data Survei Inventarisasi Sumberdaya Mineral MODA-AWA Versi 3.0", *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 3, no. 1, pp. 51-56, 2020.
- [5] N. Annisa, H. Prasetya, R. Riduan, "Identifikasi Luas Area Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Banjarbaru Berbasis Sistem Informasi Geografis", *J. Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 7, no. 3, pp. 90-100, 2020.
- [6] S. Samiati, S. Abidah, "Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Lokasi Cabang Pondok Cokelat Hatta Menggunakan Metode SAW Berbasis Webgis", *Progresif: J. Ilmiah Komputer*, vol. 13, no. 2, pp. 1717-1726, 2018.
- [7] M. A. W. Luthfina, B. Sudarsono, A. Suprayogi, "Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2010-2030 Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Pati", *J. Geodesi Undip*, vol. 8, no. 1, pp. 74-82, 2019.
- [8] J. Vivaldi, I. G. J. E. Putra, K. Q. Fredlina, "Model Sistem Informasi Geografis Pemetaan Masjid Berbasis Mobile (Studi Kasus Kecamatan Denpasar Selatan)", *Jutisi: J. Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 95-104, 2020.
- [9] S. Atmojo, I. Muhandhis, "Sistem Informasi Geografis Bencana Gempa Bumi Dengan Pendekatan Pga Untuk Mitigasi Bencana", *J. Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 10-14, 2019.
- [10] D. I. Septianto, Z. Arham, E. Rustamaji, "Sistem Informasi Spasial untuk Mitigasi Bencana Gunung Berapi", *Applied Information System and Management (AISM)*, vol. 2, no. 1, pp. 23-27, 2019.
- [11] G. Fadhillah, J. Jupri, L. Somantri, "Evaluasi Rute Transportasi Angkutan Kota Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis", *J. Geografi Gea*, vol. 18, no. 2, pp. 163-180, 2016.
- [12] F. Ramdhani, "Pemetaan Pergerakan Masyarakat Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau Dengan Sistem Informasi Geografis (Sig)", *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 4, no. 2, pp. 86-98, 2019.
- [13] A. G. B. Putra, K. Q. Fredlina, I. P. Satwika, A. A. A. P. Ardyanti, "Model Aplikasi Ensiklopedia Kuliner Tradisional Bali Berbasis Mobile Geographical Information System", *Jutisi: J. Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 95-106, 2020.
- [14] Y. Rahmanto, S. Hotijah, "Perancangan Sistem Informasi Geografis Kebudayaan Lampung Berbasis Mobile", *J. Data Mining Dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 19-25, 2020.
- [15] M. Hudori, S. Madusari, "Penentuan Rute Angkutan Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Yang Optimal dengan Metode Saving Matrix", *J. Citra Widya Edukasi*, vol. 9, no. 1, pp. 25-39, 2017.
- [16] D.B. Paillin, F. Soseboko, "Penentuan Rute Optimal Distribusi Produk Nestle Dengan Metode Traveling Salesman Problem (TSP) (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)", *Arika*, vol. 11, no. 1, pp. 35-44, 2017.
- [17] M. Widyastiti, I. Kamila, "Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Bogor Menggunakan Vehicle Routing Problem", In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 3, pp. 122-130, 2020.
- [18] C. Prianto, M. Kusnadi, "Penerapan Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Rute Terbaik Pada Mobile E-Parking Berbasis Sistem Informasi Geografis", *J. Informatika*, vol. 3, no. 3, pp. 329-335, 2018.
- [19] R. Kurniawan, Y.R. Nasution, "Penerapan algoritma A* (A star) sebagai solusi pencarian rute terpendek pada maze", *Konferensi Nasional Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2016.