

ABSTRAK

Permasalahan utama dalam mobilitas perkotaan di wilayah Yogyakarta adalah belum tersedianya sistem rekomendasi rute transportasi umum yang mampu mengintegrasikan berbagai moda secara menyeluruh. Pengguna sering kali mengalami kesulitan dalam menentukan rute tercepat dan termudah karena informasi rute, jadwal, dan biaya dari TransJogja, KRL Yogyakarta–Solo, Prameks, Kereta Bandara YIA, serta layanan penunjang seperti jalan kaki tidak disajikan dalam satu platform terpadu. Sistem navigasi komersial yang ada tidak menyediakan optimasi berbasis kondisi lokal, tidak mempertimbangkan penalti perpindahan, dan tidak memberikan penilaian rute secara adaptif terhadap faktor kenyamanan. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk membangun model rekomendasi rute multimoda yang mampu memberikan hasil yang realistis, efisien, dan selaras dengan preferensi pengguna.

Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem rekomendasi rute transportasi multimoda menggunakan pendekatan *hybrid algorithm*, yaitu integrasi antara Algoritma Dijkstra dan Fuzzy Logic. Dataset multimoda dibangun dari sejumlah tabel yang mencakup halte/stasiun, rute, jaringan koneksi, jadwal perjalanan, serta struktur tarif. Seluruh data kemudian diekstraksi menjadi graf berbobot positif yang merepresentasikan jaringan transportasi Yogyakarta. Algoritma Dijkstra digunakan untuk menghasilkan beberapa kandidat rute melalui pendekatan *multi-candidate shortest path*, yang memanfaatkan bobot dasar waktu tempuh. Selanjutnya dilakukan perhitungan ulang waktu perjalanan secara detail berdasarkan headway, jadwal kereta, penalti transfer, serta parameter kondisi lalu lintas. Setiap kandidat rute kemudian dievaluasi menggunakan Fuzzy Logic yang mempertimbangkan tiga kriteria utama total waktu perjalanan, total biaya, dan jumlah perpindahan moda agar keputusan akhir mendekati pola preferensi manusia. Sistem diimplementasikan dalam antarmuka Streamlit sehingga pengguna dapat melakukan pemilihan titik asal, titik tujuan, dan preferensi perjalanan secara interaktif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Dijkstra dan Fuzzy Logic mampu menghasilkan rekomendasi rute yang lebih adaptif dan realistis dibandingkan pendekatan single-criteria. Pengujian performa menunjukkan bahwa implementasi Dijkstra, A*, dan Bellman-Ford memiliki perbedaan waktu komputasi yang signifikan, dengan Dijkstra menjadi yang paling efisien untuk graf multimoda berskala sedang. Sementara itu, uji perbandingan terhadap 100 skenario rute acak menunjukkan bahwa model Dijkstra-Fuzzy memberikan rekomendasi yang lebih efisien secara keseluruhan dibandingkan Dijkstra baseline, khususnya pada rute dengan banyak perpindahan dan variasi biaya. Penelitian ini berkontribusi dalam menghadirkan model sistem navigasi multimoda yang lebih manusiawi, operasional, dan sesuai dengan konteks transportasi Yogyakarta.

Kata Kunci: transportasi multimoda, algoritma Dijkstra, Fuzzy Logic, rekomendasi rute, optimasi perjalanan

ABSTRACT

The main challenge of urban mobility in the Yogyakarta area lies in the absence of an integrated route recommendation system capable of unifying multiple public transportation modes. Users often encounter difficulties in determining the fastest and most convenient route because information regarding routes, schedules, and fares for TransJogja, the Yogyakarta–Solo Commuter Line (KRL), Prameks, the Yogyakarta International Airport (YIA) Rail Link, and supporting modes such as walking is not presented within a single unified platform. Existing commercial navigation systems do not provide optimization based on local operational conditions, do not consider transfer penalties, and do not evaluate routes adaptively based on travel comfort. This situation highlights the need for a multimodal route recommendation model capable of generating realistic, efficient results that align with user preferences.

This research develops a multimodal transportation route recommendation system using a hybrid algorithmic approach that integrates Dijkstra’s Algorithm with Fuzzy Logic. The multimodal dataset is constructed from several tables that include stops/stations, routes, network edges, travel schedules, and fare structures. All data are then transformed into a positively weighted graph representing Yogyakarta’s transportation network. Dijkstra’s Algorithm is used to generate multiple route candidates through a multi-candidate shortest path approach based on baseline travel-time weights. A detailed recalculation of travel time is then performed using headways, train schedules, transfer penalties, and traffic condition parameters. Each candidate route is subsequently evaluated using Fuzzy Logic, which considers three main criteria—total travel time, total cost, and number of transfers—to ensure the final decision better reflects human preference patterns. The system is implemented in a Streamlit interface, allowing users to interactively select origin, destination, and travel preferences.

The results show that integrating Dijkstra and Fuzzy Logic produces route recommendations that are more adaptive and realistic than single-criteria approaches. Performance testing indicates significant differences in computation time among Dijkstra, A*, and Bellman–Ford, with Dijkstra proving the most efficient for medium-scale multimodal graphs. Furthermore, comparative testing across 100 random origin–destination scenarios demonstrates that the Dijkstra–Fuzzy model provides overall more efficient recommendations than baseline Dijkstra, especially for routes involving multiple transfers and varying fare structures. This research contributes to the development of a more human-centered, operational, and context-appropriate multimodal navigation model tailored to Yogyakarta’s transportation system.

Keywords: *multimodal transportation, Dijkstra’s algorithm, Fuzzy Logic, route recommendation, travel optimization*