

Simulasi Alur Kedatangan dan Keberangkatan Kereta Api Menggunakan Model Queue FIFO di MATLAB

Harly Bima Perkasa Alam¹, Seroja Fi Maaris Mar'ah², Dhea Aulia³, Zannatun Arbiah⁴, M. Khalil Gibran⁵

^{1,2,3,4,5}Sains Dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: ¹harlybima04@gmail.com, ^{2*}serojafi884@gmail.com, ³dheauinsu@gmail.com,

⁴zannatunarbiah04@gmail.com, ⁵m.khalil1000000202@uinsu.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak—Penelitian ini membahas simulasi alur kedatangan dan keberangkatan kereta api menggunakan model antrian First In First Out (FIFO) berbasis Discrete Event Simulation (DES). Permasalahan yang diangkat adalah data perjalanan kereta api yang umumnya masih bersifat administratif dan belum dimanfaatkan secara optimal untuk analisis pola operasional dan distribusi penumpang. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan simulasi yang mampu memvisualisasikan alur perjalanan kereta api secara terstruktur dan informatif. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB dengan memodelkan kedatangan, waktu pelayanan, dan keberangkatan kereta api sebagai kejadian diskrit. Dataset yang digunakan meliputi jadwal perjalanan kereta api serta klasifikasi kelas layanan penumpang. Hasil simulasi divisualisasikan dalam bentuk grafik garis, diagram batang, dan diagram lingkaran untuk menganalisis keteraturan jadwal, pola singgah, serta distribusi penumpang berdasarkan kelas layanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model antrian FIFO mampu merepresentasikan dinamika operasional kereta api dengan baik dan visualisasi yang dihasilkan dapat membantu proses evaluasi serta perencanaan layanan transportasi kereta api di masa mendatang.

Kata Kunci: visualisasi; MATLAB; kereta api; FIFO; simulasi

Abstract—This study discusses the simulation of train arrival and departure flows using the First In First Out (FIFO) queuing model based on Discrete Event Simulation (DES). The problem raised is that train travel data is generally still administrative and has not been optimally utilized for the analysis of operational patterns and passenger distribution. The purpose of this study is to design and implement a simulation that is able to visualize train travel flows in a structured and informative manner. The simulation was conducted using MATLAB software by modeling train arrivals, service times, and departures as discrete events. The dataset used includes train travel schedules and passenger service class classifications. The simulation results are visualized in the form of line graphs, bar charts, and pie charts to analyze schedule regularity, stopover patterns, and passenger distribution by service class. The results show that the FIFO queuing model is able to represent train operational dynamics well and the resulting visualization can assist the evaluation process and planning of future train transportation services.

Keywords: visualization; MATLAB; train; FIFO; simulation

1. PENDAHULUAN

Kereta Api Indonesia merupakan transportasi darat yang berbasis jalan rel yang secara efisien dan efektif. Hal ini dibuktikan dengan kapasitas daya angkut yang besar seperti penumpang maupun barang. Penggunaan konsumsi bahan bakar pada kereta api relatif lebih hemat dibandingkan dengan moda transportasi lainnya (Puteri & Pelayanan, 2021). Perkembangan transportasi yang berpengaruh terhadap pembangunan kota paling jelas terlihat pada kereta api. Transportasi kereta api menjadi pilihan karena memiliki rangkaian atau gerbong yang ukurannya relatif luas sehingga dapat menampung dan mengangkut penumpang atau barang dalam skala besar (Haikal *et al.*, 2022).

Tiket adalah dokumen pengangkutan yang sah dan merupakan bukti perjanjian pengangkutan dimana perusahaan berkewajiban untuk mengangkut dan orang yang telah memiliki tiket berhak mendapatkan pelayanan sesuai dengan tingkat pelayanan yang dipilih, tiket itu sendiri dapat berupa tiket komputer, tiket cetak atau bentuk lain yang ditentukan perusahaan sebagai tiket kereta api yang bersangkutan (Kautsar *et al.*, 2025). Dengan adanya tiket maka penumpang dapat mengikuti rute perjalanan kereta api dengan kota tujuan mereka masing-masing.

Masalah utama yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mengolah data perjalanan kereta api agar tidak hanya menjadi catatan administratif, tetapi juga dapat

divisualisasikan sehingga memberikan gambaran yang lebih jelas tentang pola perjalanan dan distribusi penumpang.

Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB (Qirana & Harahap, 2022). Matlab merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory*. Yang dimana aplikasi itu merupakan aplikasi komputasi numerik . MATLAB digunakan di berbagai sektor, mulai dari otomotif, kedirgantaraan, energi, perangkat medis, komunikasi, elektronik, jasa keuangan, otomasi industri, hingga ilmu bumi dan bioteknologi.

2. METODE

2.1 Model Simulasi

Studi ini menggunakan pendekatan simulasi berbasis model antrian *First In First Out* (FIFO) untuk memetakan aliran kedatangan dan keberangkatan kereta api di setiap stasiun. Model FIFO dipilih karena mencerminkan disiplin layanan di mana kereta api yang tiba lebih dulu diproses terlebih dahulu, sesuai dengan karakteristik waktu kedatangan dan layanan dalam sistem perjalanan kereta api. Pendekatan simulasi kejadian diskrit umumnya digunakan dalam pemodelan sistem transportasi untuk mereproduksi skenario operasional dan perilaku dinamis kendaraan dalam jaringan transportasi umum (Meliala *et al.*, 2025)

Selain itu, simulasi antrian FIFO juga diterapkan dalam berbagai layanan publik untuk mengukur efisiensi sistem layanan dan waktu tunggu, sehingga berfungsi sebagai dasar untuk analisis kinerja dalam studi ini (Sari *et al.*, 2022). Simulasi dilakukan dengan memodelkan kedatangan kereta api, waktu layanan, dan keberangkatan sebagai kejadian diskrit dalam perangkat lunak MATLAB, memungkinkan pemrosesan numerik dan visualisasi data perjalanan untuk analisis lebih lanjut.

2.2 Perancangan dan Implementasi Simulasi

Perancangan simulasi pada penelitian ini dilakukan dengan mendefinisikan komponen utama sistem antrian kereta api yang meliputi entitas, sumber daya, dan aturan pelayanan. Entitas dalam sistem direpresentasikan sebagai kereta api yang datang ke stasiun, sedangkan sumber daya mencakup jalur keberangkatan dan waktu pelayanan yang tersedia. Aturan pelayanan yang digunakan mengikuti prinsip *First In First Out* (FIFO), di mana kereta api yang tiba lebih awal akan diproses terlebih dahulu sesuai urutan kedatangan. Simulasi dirancang menggunakan pendekatan *Discrete Event Simulation* (DES), di mana setiap proses kedatangan, pelayanan, dan keberangkatan kereta api dimodelkan sebagai kejadian diskrit yang terjadi pada waktu tertentu. Pendekatan ini banyak digunakan dalam sistem perkeretaapian karena mampu merepresentasikan dinamika operasional secara realistik. Penelitian oleh (Kartikaningtyas *et al.*, 2024) menunjukkan bahwa simulasi kejadian diskrit efektif untuk menganalisis kinerja operasional kereta api, khususnya dalam evaluasi kapasitas dan waktu layanan pada fasilitas perkeretaapian.

Implementasi simulasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB karena kemampuannya dalam komputasi numerik, pemodelan, dan visualisasi berbasis waktu. Parameter input simulasi meliputi waktu antar kedatangan kereta (*interarrival time*), waktu pelayanan (*service time*), serta jumlah kereta yang dilayani. Proses simulasi menghasilkan keluaran berupa waktu tunggu, waktu mulai layanan, dan waktu keberangkatan setiap kereta api. Pendekatan simulasi antrian pada layanan kereta api juga diterapkan oleh (Agtalia *et al.*, 2023) dalam studi *Binjai Train Ticket Counter Queue Simulation Using Weibull Service Distribution*, yang memodelkan antrian layanan tiket kereta api di Stasiun Binjai melalui simulasi antrian berbasis distribusi Weibull untuk menganalisis waktu tunggu dan efisiensi pelayanan pelanggan.

Tabel 1. Dataset keberangkatan dan kedatangan kereta

ID Kereta	Tanggal	Nama Stasiun	Kode Stasiun	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan
U54	25/12/2025	Medan	MDN	15:50	15:50
U54	25/12/2025	Bandarhalipah	BAP	16:02	16:02
U54	25/12/2025	Araskabu	ARB	16:19	16:19

U54	25/12/2025	Lubuk Pakam	LBP	16:29	16:29
U54	25/12/2025	Tebing Tinggi	TBI	17:13	17:13
U54	25/12/2025	Perlanaan	PRA	17:48	17:48
U54	25/12/2025	Kisaran	KIS	18:38	18:38
U54	25/12/2025	Pulu Raja	PUR	19:14	19:14
U54	25/12/2025	Mambang Muda	MBM	19:31	19:31
U54	25/12/2025	Pamingke	PME	20:02	20:02
U54	25/12/2025	Padang Halaban	PHA	20:17	20:17
U54	25/12/2025	Marbau	MBU	20:28	20:28
U54	25/12/2025	Rantauprapat	RAP	20:50	20:50

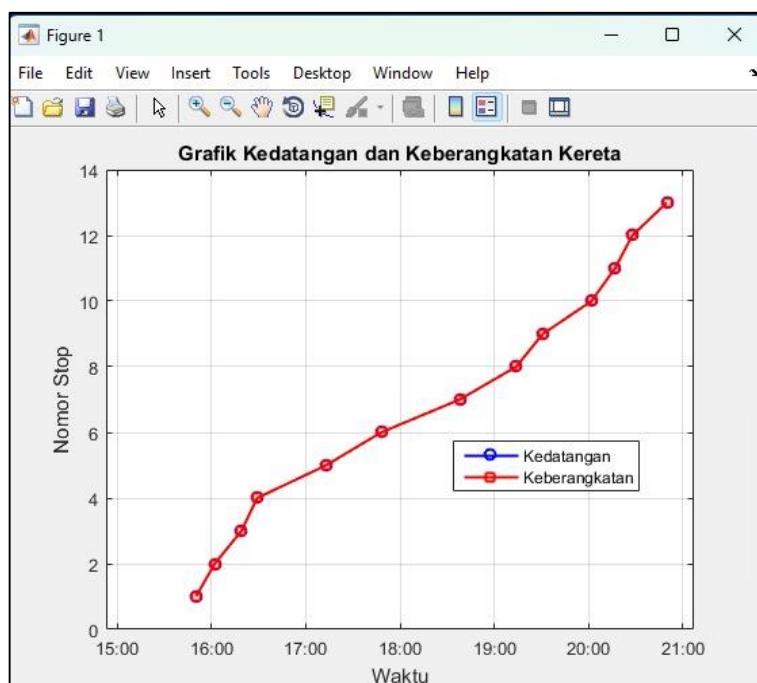
Tabel 2. Tipe kelas kereta

Tipe Kelas	Harga
Ekonomi	Rp. 130.000
Bisnis	Rp. 170.000
Eksekutif	Rp. 230.000

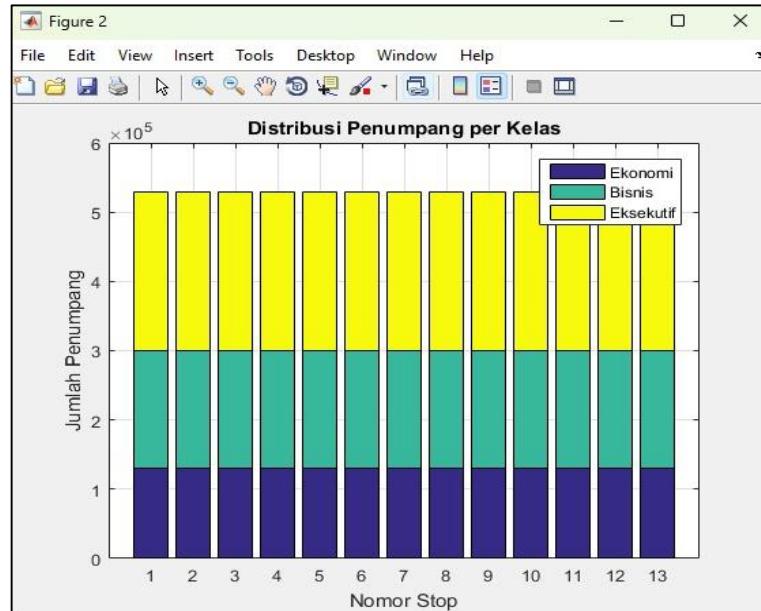
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data perjalanan kereta api yang semula tersaji dalam bentuk catatan mentah berhasil diolah menjadi informasi yang lebih terstruktur dan mudah dipahami. Proses pemecahan data ini memperlihatkan keteraturan jadwal kedatangan dan keberangkatan di setiap stasiun, sekaligus menyingkap pola singgah kereta sepanjang rute.

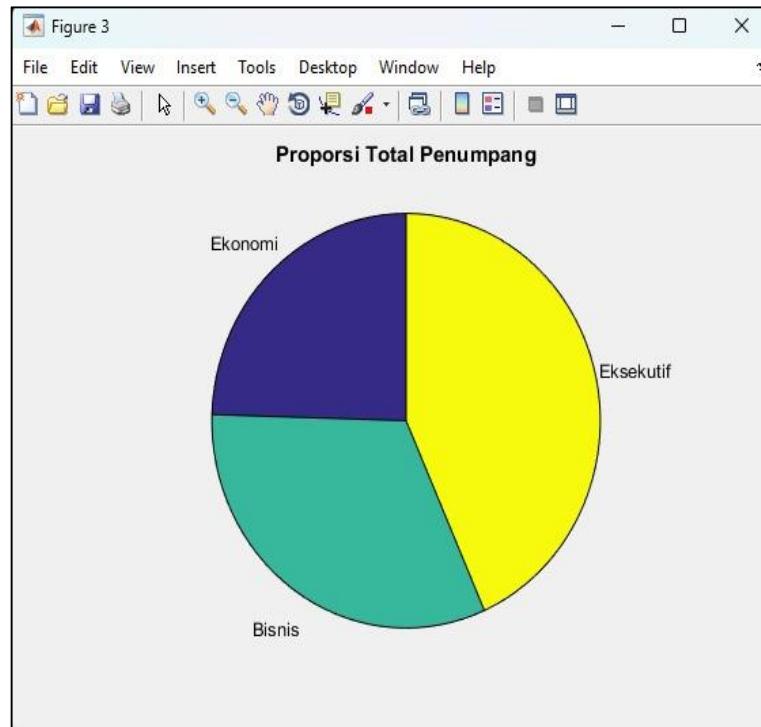
Selain itu, distribusi penumpang berdasarkan kelas layanan menampilkan variasi kebutuhan pengguna, dengan perbedaan dominasi antara kelas Ekonomi, Bisnis, dan Eksekutif yang tampak jelas di tiap pemberhentian. Visualisasi yang dihasilkan tidak hanya menyajikan angka, tetapi juga menggambarkan dinamika operasional dan preferensi penumpang secara nyata, sehingga dapat menjadi bahan evaluasi maupun perencanaan layanan di masa mendatang.



Gambar 1. Grafik Kedatangan dan Keberangkatan Kereta



Gambar 2. Bar Chart Distribusi Penumpang Per Kelas



Gambar 3. Pie Chart Proporsi Total Penumpang

Dalam keseluruhan hasil, grafik *pie chart* menjadi salah satu representasi penting karena menunjukkan proporsi total penumpang dari tiap kelas. Potongan terbesar pada diagram lingkaran menandakan segmen yang paling dominan, sehingga memberikan gambaran umum tentang kecenderungan penumpang dalam memilih layanan. Temuan ini memperkuat pembahasan bahwa data kereta api dapat digunakan untuk membaca pola konsumsi transportasi sekaligus menjadi dasar evaluasi terhadap strategi pelayanan.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model antrian FIFO dapat digunakan sebagai alat bantu analisis untuk mengevaluasi kinerja layanan kereta api dan mendukung proses perencanaan operasional di masa mendatang. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model simulasi dengan menambahkan variabel lain, seperti keterlambatan, kepadatan penumpang, atau integrasi data real-time, guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan mendekati kondisi nyata.

REFERENCES

- Agitalia, R., Pardede, A. M. H., Simanjuntak, M., Informatika, T., & Kaputama, S. (2023). *Binjai Train Ticket Counter Queue Simulation Using Weibull Service Distribution*. 2(3), 2808–4519.
- Haikal Elbaitsa Arkaan, Tri Yunianto, D. A. K. (2022). PEMBANGUNAN TRANSPORTASI KERETA API DAN PENGARUHNYA TERHADAP EKOLOGI KOTA SURAKARTA. 22(1), 95–111.
- Kartikaningtyas, D. S., Raharno, S., & Virdyawan, V. (2024). *Analysis of Train Maintenance Capacity with Discrete Event Simulation Modeling: Case Study of Train Depot*. 6869, 2460–4038. <https://doi.org/10.23917/jiti.v23i2.6387>
- M. Kautsar Thariq Syah, Putri Lailatus Sa'adah, R. H. K. A. (2025). *Sejarah Perkeretaapian Dan Relevansinya Terhadap Perekonomian Masyarakat Pulau Jawa 1917-2017 The History of Railways and Their Relevance to the Economy*. 1, 146–161.
- Meliala, N. A., Prayoga, F., Kurniawan, M., & Gibran, M. K. (2025). *Bus Scheduling Simulation on Urban Routes Using Discrete Event Simulation Approach*. 5(1).
- Puteri, T. D., & Pelayanan, K. (2021). *KUALITAS PELAYANAN PT . KERETA API LOGISTIK*. 1, 228–247.
- Qirana, S., & Harahap, E. (2022). *Simulasi Antrian Kendaraan Pada Gerbang Tol Pasteur Kota Bandung Menggunakan SimEvents MATLAB Vehicle Queue Simulation at Pasteur Toll Gate Bandung City*. 21(1), 69–76.
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Ramadhani, F., & Wardani, S. (2022). *Perancangan Sistem Antrian pada Wahana Hiburan dengan Metode First In First Out (FIFO)*.