

ANALISIS PERMINTAAN (*DEMAND*) DAN KELAYAKAN BUS KAMPUS UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA SANTU PAULUS RUTEN

Marcelino Hendratmo Jamun, Imam Basuki

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Email: hendrajamun@gmail.com, imbas2004@gmail.com

Abstrak

Article Info:

Submitted:

07-05-2025

Final Revised:

17-05-2025

Accepted:

19-05-2025

Published:

23-05-2025

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem transportasi bus kampus di UNIKA Santu Paulus Ruteng guna meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan aksesibilitas bagi mahasiswa serta staf. Studi ini menganalisis pola perjalanan, menentukan rute strategis, titik pemberhentian, jumlah armada, serta kelayakan ekonomi dan lingkungan dari layanan bus kampus. Analisis dilakukan dengan pendekatan Four-Step Model, yaitu karakteristik dan pola perjalanan civitas akademika, setelah itu memperhitungkan permintaan transportasi, serta evaluasi kelayakan ekonomi dan lingkungan. Rute bus kampus dirancang dengan 4 trayek utama dan 64 titik pemberhentian strategis. Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa layanan ini layak diterapkan dengan Net Present Value (NPV) positif sebesar Rp384 juta, Benefit-Cost Ratio (BCR) 1,72, Internal Rate of Return (IRR) 12% (lebih tinggi dari suku bunga 6%), serta Payback Period (PP) selama lima tahun. Analisis Kano menunjukkan fitur prioritas seperti WiFi, kursi berbahan premium, dan port pengisian daya. Mekanisme beban tarif didasarkan pada Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP), serta pembebanan biaya investasi, dibebankan dalam uang kuliah mahasiswa untuk menutup biaya operasional dan investasi secara efektif. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan bus kampus dapat meningkatkan efisiensi perjalanan, mengurangi dampak lingkungan, serta memberikan manfaat ekonomi dan sosial bagi civitas akademika UNIKA Santu Paulus Ruteng.

Keywords: bus kampus,

Abstract

This research aims to design a campus bus transportation system at UNIKA Santu Paulus Ruteng to improve efficiency, comfort, and accessibility for students and staff. The study analyzed travel patterns, determining strategic routes, stopping points, fleet numbers, and the economic and environmental feasibility of campus bus services. The analysis was carried out using the Four-Step Model approach, which is the characteristics and travel patterns of the academic community, after which it took into account transportation demands, as well as economic and environmental feasibility evaluations. The campus bus route is designed with 4 main routes and 64 strategic stopping points. The results of economic analysis show that this service is feasible to be implemented with a positive Net Present Value (NPV) of IDR 384 million, Benefit-Cost Ratio (BCR) of 1.72, Internal Rate of Return (IRR) of 12% (higher than the interest rate of 6%), and a Payback Period (PP) for five years. Kano's analysis shows priority features such as WiFi, premium seats, and charging ports. The tariff burden mechanism is based on Ability to Pay (ATP) and Willingness to Pay (WTP), as well as the imposition of investment fees, charged in student tuition to effectively cover operational and investment costs. The conclusion of this study shows that the implementation of campus buses can improve travel efficiency, reduce environmental impacts, and provide economic and social benefits for the academic community of UNIKA Santu Paulus Ruteng.

Keywords: campus buses, travel requests, canoe analysis, BOK, feasibility study

PENDAHULUAN

Kota Ruteng, sebagai pusat pendidikan di Kabupaten Manggarai, mengalami pertumbuhan jumlah mahasiswa yang signifikan, yang berdampak pada peningkatan kebutuhan transportasi kampus (Arya & Judiantono, 2021; Basuki & Macpal, 2019). Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng menjadi salah satu institusi pendidikan tinggi utama di wilayah ini, dengan jumlah mahasiswa yang terus meningkat setiap tahunnya. Namun, sistem transportasi yang tersedia saat ini belum mampu memenuhi kebutuhan mobilitas mahasiswa secara optimal (Basuki et al., 2020; Rachmattullah, 2024).

Sebagian besar mahasiswa UNIKA Santu Paulus Ruteng bergantung pada kendaraan pribadi dan transportasi umum yang tidak selalu tersedia atau sesuai dengan jadwal akademik (Basuki, 2017; Premono, 2015). Masalah lainnya adalah keterbatasan infrastruktur transportasi, tingginya biaya perjalanan, serta ketidaknyamanan dalam perjalanan akibat kepadatan lalu lintas dan keterbatasan fasilitas transportasi umum. Hal ini mengakibatkan keterlambatan mahasiswa dalam menghadiri perkuliahan serta meningkatnya penggunaan kendaraan pribadi yang berdampak pada polusi dan kemacetan di sekitar kampus (Agustiawan et al., 2017; Chen et al., 2020; Supangat & Soelistio, 2016).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah sistem angkutan bus kampus yang dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan mahasiswa dan tenaga akademik secara optimal. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi, meningkatkan aksesibilitas, serta mengurangi dampak lingkungan akibat emisi kendaraan bermotor (Basuki & Enka, 2019; Saputra & Shidqi, 2019b).

Transportasi kampus merupakan bagian dari sistem angkutan umum yang bertujuan meningkatkan mobilitas civitas akademika secara efisien dan berkelanjutan. Menurut Tamin (2008), perencanaan transportasi melibatkan pendekatan sistematis melalui Four-Step Model yang mencakup bangkitan perjalanan, distribusi perjalanan, pemilihan moda, dan penugasan lalu lintas. Model ini sering diterapkan dalam studi transportasi perkotaan maupun kampus untuk merancang layanan yang optimal (Tamin, 2007).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa implementasi bus kampus dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, mengatasi keterbatasan transportasi umum, serta menekan dampak lingkungan akibat emisi karbon (Saputra & Shidqi, 2019a). Di beberapa universitas seperti Universitas Islam Indonesia (UII) dan Universitas Indonesia (UI), sistem bus kampus berhasil meningkatkan aksesibilitas mahasiswa dan mengurangi kemacetan di sekitar kampus (Romadhona & Hapsari, 2020). Analisis Kano juga digunakan dalam perancangan fitur bus kampus, menunjukkan bahwa fasilitas tambahan seperti WiFi, sistem pembayaran digital, dan kursi yang nyaman menjadi faktor yang meningkatkan kepuasan pengguna (Panuju et al., 2024).

Dalam konteks ekonomi transportasi, evaluasi kelayakan finansial dilakukan menggunakan metode Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), dan Benefit-Cost Ratio (BCR), sebagaimana dijelaskan oleh Khisty & Lall (2005). Studi kelayakan ekonomi menekankan pentingnya biaya operasional kendaraan (BOK), yang meliputi biaya tetap, biaya tidak tetap, dan biaya overhead (Yodha dkk., 2024).

Penerapan konsep transportasi berkelanjutan juga menjadi faktor penting dalam perencanaan bus kampus. Menurut Tamin (2007), sistem transportasi yang baik harus ramah lingkungan, efisien dalam konsumsi energi, serta terintegrasi dengan kebijakan transportasi daerah. Oleh karena itu, kajian ini tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis dan finansial, tetapi juga dampak lingkungan dan keberlanjutan layanan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem transportasi kampus dapat mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi, memperbaiki aksesibilitas mahasiswa, serta menekan emisi karbon. Studi oleh Saputra dan Shidqi (2019b) menegaskan bahwa implementasi angkutan kampus di universitas besar mampu mengurangi kemacetan dan meningkatkan ketepatan waktu mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan. Romadhona dan Hapsari (2020) juga mencatat keberhasilan program bus kampus di Universitas Indonesia dan Universitas Islam Indonesia yang berdampak positif pada kelancaran mobilitas civitas akademika. Namun, kedua penelitian ini berfokus pada kampus di wilayah perkotaan besar dengan infrastruktur dan dukungan anggaran yang relatif mapan. Masih minim kajian yang menyoroti penerapan sistem serupa di daerah semi-perkotaan atau rural seperti Kota Ruteng, yang memiliki tantangan transportasi berbeda, termasuk keterbatasan armada umum dan dominasi kendaraan pribadi roda dua.

Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menganalisis kelayakan sistem transportasi bus kampus di Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng sebagai solusi mobilitas mahasiswa di wilayah semi-perkotaan. Tidak hanya mempertimbangkan desain layanan dan kepuasan pengguna seperti pada penelitian sebelumnya, studi ini menggabungkan pendekatan teknis (Model Empat Tahap Perjalanan), analisis kelayakan ekonomi (NPV, IRR, BCR), serta aspek keberlanjutan lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang model transportasi kampus yang efisien, layak secara finansial, dan ramah lingkungan, yang dapat diterapkan di daerah dengan keterbatasan infrastruktur transportasi. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi kebijakan bagi pihak universitas dan pemerintah daerah dalam meningkatkan sistem mobilitas akademik yang berkelanjutan dan inklusif.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui:

- 1) Data Primer:
 - Data jumlah mahasiswa dan tenaga akademik.
 - Survei kuesioner kepada mahasiswa, dosen, dan staf.
 - Observasi terhadap kondisi transportasi di sekitar kampus.
- 2) Data Sekunder:
 - Studi terdahulu mengenai perencanaan, pemodelan dan rekayasa transportasi.
 - Kebijakan dan infrastruktur transportasi dari pemerintah daerah.

Lokasi dan Populasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lingkungan Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng dan wilayah perkotaan Ruteng yang menjadi asal perjalanan mahasiswa, dosen,

dan staf. Populasi penelitian mencakup seluruh civitas akademika, dengan sampel yang ditentukan berdasarkan metode *stratified random sampling* untuk memastikan keterwakilan yang proporsional dari masing-masing kelompok pengguna transportasi kampus.

Untuk menghitung ukuran sampel penelitian digunakan rumus slovin, dikarenakan populasinya diketahui dan besar, dan digunakan untuk menentukan ukuran sampel minimum. Perhitungannya adalah:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \quad (3.1)$$

$$n = \frac{5547}{1 + 5547(0.05)^2}$$

$$n = 373,10$$

Keterangan:

n = ukuran sampel yang dibutuhkan

N = jumlah populasi

e = margin of error (5% atau 0.05)

Sehingga, nilai n yang dibutuhkan minimal sebesar 373,70 responden, lalu dikalikan dengan proporsi setiap subpopulasi yang ada yaitu jumlah mahasiswa/i tiap program studi.

Metode Analisis

- 1) Analisis Permintaan Transportasi: Menggunakan pendekatan *Four-Step Model* untuk menentukan jumlah perjalanan, distribusi perjalanan, pemilihan moda, dan alokasi rute berdasarkan kepadatan mahasiswa per wilayah.
- 2) Perencanaan Rute dan Armada:
 - Penentuan trayek utama dan titik pemberhentian strategis.
 - Perhitungan jarak antar titik dan waktu tempuh untuk efisiensi operasional.
 - Estimasi jumlah bus berdasarkan jumlah penumpang dan load factor.
 - Penyusunan jadwal operasional dan headway untuk memenuhi permintaan transportasi mahasiswa.
- 3) Analisis Kepuasan Pengguna: Metode Kano digunakan untuk menentukan fitur layanan yang paling diinginkan oleh mahasiswa dan staf.
- 4) Analisis Kelayakan Ekonomi: Evaluasi investasi menggunakan NPV, BCR, IRR, dan Payback Period untuk menilai profitabilitas dan efisiensi sistem.

Kriteria Evaluasi Proyek

Keberhasilan proyek perencanaan bus kampus dievaluasi berdasarkan:

- 1) Efektivitas layanan dalam memenuhi preferensi dan kebutuhan transportasi mahasiswa.
- 2) Efisiensi operasional berdasarkan jadwal, headway, waktu, dan kapasitas armada.
- 3) Kelayakan finansial berdasarkan perhitungan biaya dan manfaat jangka panjang.
- 4) Dampak lingkungan dengan membandingkan emisi kendaraan sebelum dan sesudah penerapan bus kampus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Kinerja Transportasi

- 1) Tata Guna Lahan dan Jaringan Transportasi

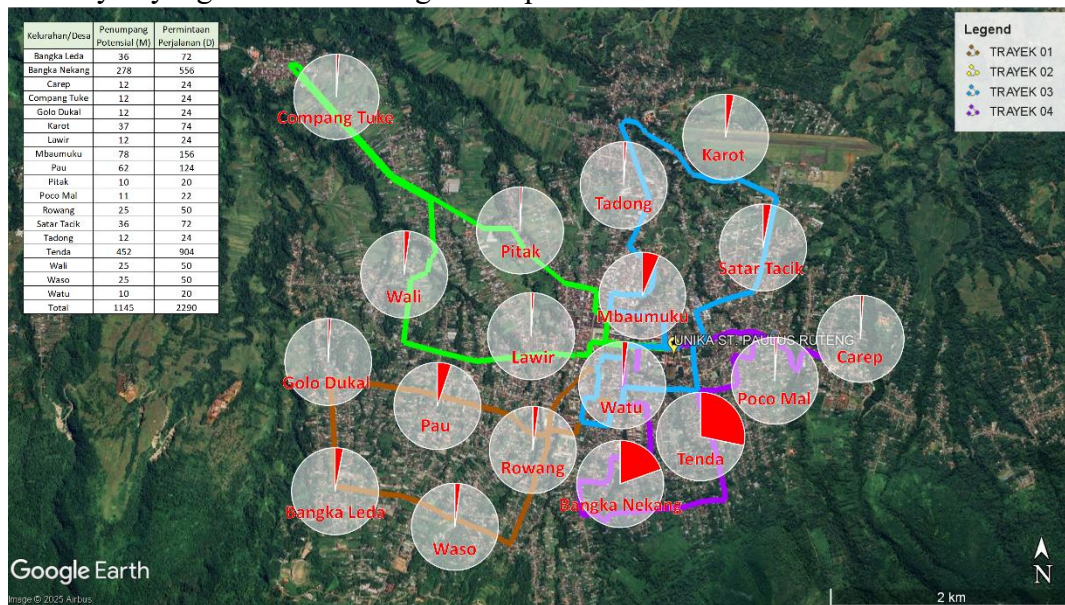
Kota Ruteng memiliki jaringan transportasi didominasi oleh jalan kolektor dan lokal, yang menghubungkan pusat kota dengan wilayah dalam kota lainnya. Namun, keterbatasan transportasi umum menjadi tantangan utama.

2) Pola Perjalanan

Hasil analisis menunjukkan faktor utama dalam pemilihan moda untuk transportasi pergi-pulang kampus civitas adalah kenyamanan, keamanan, dan ketersediaan, sementara faktor keselamatan relatif kurang menjadi pertimbangan utama.

3) Sebaran Penumpang

Sebaran penumpang UNIKA Santu Paulus Ruteng menunjukkan bahwa mayoritas civitas akademika berasal dari beberapa kelurahan di Kota Ruteng, dengan konsentrasi tertinggi di wilayah yang berdekatan dengan kampus.



Gambar 1. Peta Sebaran Penumpang (Civitas UNIKA Santu Paulus Ruteng)
(Sumber: Analisis pada Google Earth Pro)

4) Moda Transportasi yang Digunakan

Data survei mengindikasikan bahwa mahasiswa yang tinggal di area pusat kota lebih banyak menggunakan kendaraan pribadi, sementara mereka yang berasal dari wilayah pinggiran lebih cenderung mengandalkan transportasi umum atau berjalan kaki.

Tabel 1. Moda Transportasi Utama Untuk Perjalanan Pergi-Pulang Kampus UNIKA Santu Paulus Ruteng

Moda Transportasi	Presentase
Motor	57,50%
Jalan Kaki	34,30%
Angkutan Kota (Angkot)	4,10%
Ojek Konvensional	2,60%
Mobil	1,00%
Ojek Online	0,50%

(Sumber: Data Analisis)

Biaya transportasi per bulan yang dikeluarkan oleh civitas untuk perjalanan pergi dan pulang kampus, rata-rata berkisar Rp.88.459 perbulan atau Rp.4.422 dalam sehari.

Analisis Permintaan (Demand) Bus Kampus

Mayoritas mahasiswa memiliki frekuensi perjalanan yang tinggi ke kampus, dengan sebagian besar hadir hampir setiap hari dalam seminggu dengan rasio 89% terhadap populasi keseluruhan, dengan waktu perjalanan antara Pukul 06.00 sampai Pukul 18.00.

Pemilihan moda berjalan kaki perlu diperhitungkan dalam menentukan jumlah penumpang potensial bus kampus. Analisis permintaan dilakukan sesuai pedoman pada Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002, yaitu dengan beberapa parameter perhitungan antara lain;

- 1) Mengumpulkan data demografi, yaitu dengan mengidentifikasi jumlah penduduk di setiap kelurahan (P) yang berada di sekitar batas wilayah terbangun kota.
- 2) Menentukan jumlah penduduk potensial yang melakukan pergerakan (P_m) harian, dengan memperhitungkan potensi berjalan kaki (P_w), dengan faktor nilai berjalan kaki (F_w) tiap kelurahan.
- 3) Menentukan tingkat kepemilikan kendaraan pribadi (K), jika semakin tinggi angka kepemilikan kendaraan pribadi, semakin rendah permintaan terhadap angkutan umum.
- 4) Menghitung kemampuan kendaraan pribadi melayani pergerakan (L), dimana jika nilai L lebih kecil dari jumlah penduduk potensial, berarti masih ada kebutuhan untuk angkutan umum.
- 5) Menentukan permintaan potensial angkutan umum (M), semakin tinggi angka M, semakin besar kebutuhan akan layanan angkutan umum di kelurahan tersebut.
- 6) Menghitung permintaan angkutan umum (D), dimana nilai D menggambarkan total perjalanan yang perlu difasilitasi oleh angkutan umum di kelurahan tersebut.

Tabel 2. Hasil Permintaan Layanan Bus Kampus Setiap Kelurahan

No	Kelurahan/Desa	P *)	Pw *)	Fw	Pm ^)	V1 *)	V2 *)	K1 (5) : (1)	K2 (6) : (1)	L1 ") (7) x (4) x 1	L2 ") (8) x (4) x 1	M (4) - {(9) + (10)}	D 2 x (9)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Bangka Leda	142	0	0,0	126	15	86	0,11	0,61	13,31	76,31	36	72
2	Bangka Nekang	1234	567	0,5	591	0	653	0,00	0,53	0,00	312,74	278	556
3	Carep	57	0	0,0	50	0	43	0,00	0,75	0,00	37,72	12	24
4	Compang Tuke	28	0	0,0	25	0	15	0,00	0,54	0,00	13,39	12	24
5	Golo Dukal	43	0	0,0	38	0	29	0,00	0,67	0,00	25,63	12	24
6	Karot	99	0	0,0	88	0	57	0,00	0,58	0,00	50,67	37	74
7	Lawir	43	0	0,0	38	0	29	0,00	0,67	0,00	25,63	12	24
8	Mbaumuku	326	198	0,6	113	0	100	0,00	0,31	0,00	34,66	78	156
9	Pau	284	0	0,0	252	29	185	0,10	0,65	25,73	164,15	62	124
10	Pitak	85	14	0,2	63	0	71	0,00	0,84	0,00	52,62	10	20
11	Poco Mal	156	14	0,1	126	0	142	0,00	0,91	0,00	114,69	11	22
12	Rowang	142	0	0,0	126	0	114	0,00	0,80	0,00	101,15	25	50
13	Satar Tacik	624	28	0,0	528	0	582	0,00	0,93	0,00	492,46	36	72
14	Tadong	57	0	0,0	50	0	43	0,00	0,75	0,00	37,72	12	24
15	Tenda	2000	1064	0,5	829	15	894	0,01	0,45	6,22	370,56	452	904
16	Wali	71	0	0,0	63	0	43	0,00	0,61	0,00	38,15	25	50
17	Waso	85	0	0,0	75	0	57	0,00	0,67	0,00	50,29	25	50
18	Watu	71	14	0,2	50	0	57	0,00	0,80	0,00	40,14	10	20
Total												1145	2290

*) : Dihasilkan melalui data sebaran tempat tinggal dan moda transportasi yang dipakai

^): Dihitung dengan memperhatikan frekuensi perjalanan harian dan fatkor berjalan kaki (Fw)

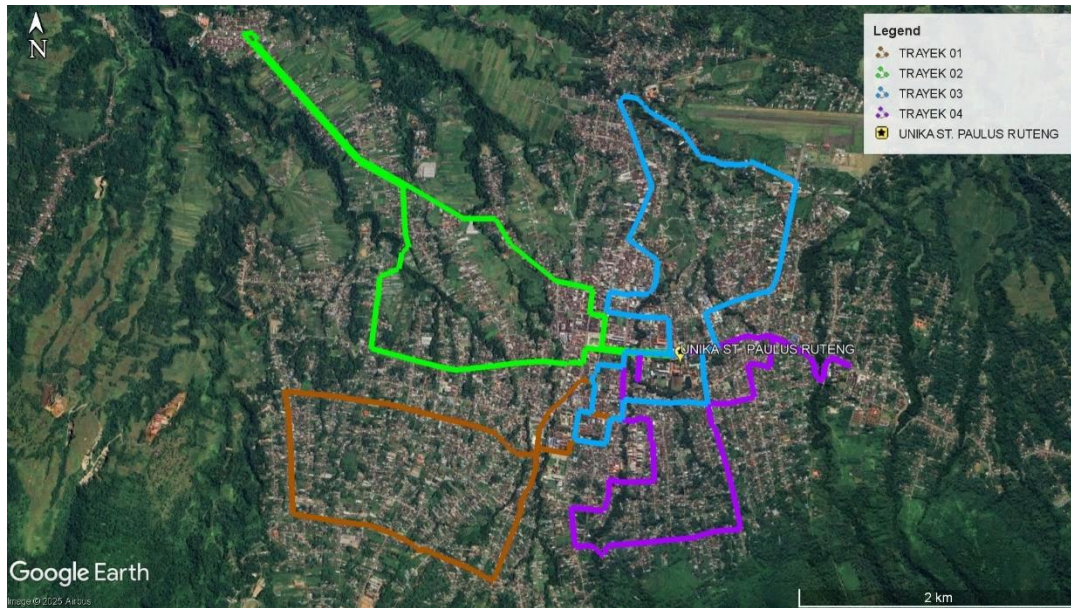
") : Asumsi dalam perjalanan pergi/pulang kampus setiap kendaraan pribadi akan mengangkut 1 orang

Perencanaan Trayek Bus Kampus

Perencanaan trayek bus kampus di UNIKA Santu Paulus Ruteng didasarkan pada Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002, yang berisi pedoman teknis penyelenggaraan angkutan penumpang umum dalam trayek tetap dan teratur di wilayah perkotaan (2002).

1) Pembagian Rute Perjalanan Tiap Trayek

- Trayek 01: Jarak 8.63 km, dengan rute perjalanan UNIKA - Rowang - Waso - Bangka Leda - Golo Dukal - Pau - UNIKA, dan terdapat 15 pemberhentian.
- Trayek 02: Jarak 9.69 km, dengan rute perjalanan UNIKA - Lawir - Wali - Compang Tuke - Pitak - UNIKA, dan terdapat 14 pemberhentian.
- Trayek 03: Jarak 9.11 km, dengan rute perjalanan UNIKA - Mbaumuku - Tadong - Karot - Satar Tacik - Watu - UNIKA, dan terdapat 17 pemberhentian.
- Trayek 04: Jarak 8.55 km, dengan rute perjalanan UNIKA - Carep - Poco Mal - Tenda - Bangka Nekang – UNIKA, dan terdapat 18 pemberhentian.



Gambar 1. Trayek Bus Kampus UNIKA Santu Paulus Ruteng

(Sumber: Analisis pada Google Earth Pro)

2) Penentuan Kinerja Operasional Bus Kampus

- Faktor muat (load factor) merupakan perbandingan antara kapasitas terjual dan kapasitas tersedia untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persen (%), digunakan nilai 70%.
- Kapasitas kendaraan adalah daya muat penumpang pada setiap kendaraan angkutan umum, yaitu 30 kursi berdasarkan jenis kendaraan yang direncanakan yaitu tipe ELF NQR B E4 Karoseri *Deluxe*.
- Waktu tempuh yaitu waktu yang dibutuhkan suatu angkutan dalam satu kali putaran. Waktu tempuh dipengaruhi beberapa hal yaitu waktu menaikkan dan menurunkan penumpang, panjang trayek. Waktu tempuh/ waktu sirkulasi dengan pengaturan kecepatan kendaraan rata-rata 20 km/jam dengan deviasi waktu sebesar 5% dari waktu perjalanan. Untuk menghitung waktu tempuh dapat digunakan persamaan berikut:

$$CT_{ABA} = (T_{AB} + T_{BA}) + (\sigma_{AB} + \sigma_{BA}) + (T_{TA} + T_{TB}) \quad (4.6)$$

Keterangan:

CT_{ABA} = Waktu sirkulasi dari A ke B kembali ke A

T_{AB} = Waktu perjalanan rata-rata dari A ke B

T_{BA} = Waktu perjalanan rata-rata dari B ke A

σ_{AB} = Deviasi waktu perjalanan dari A ke B

σ_{BA} = Deviasi waktu perjalanan dari B ke A

T_{TA} = Waktu henti kendaraan di A

T_{TB} = Waktu henti kendaraan di B

- Waktu henti kendaraan di asal atau tujuan (T_{TA} atau T_{TB}) ditetapkan sebesar 1 menit per pemberhentian bus dari waktu perjalanan antar A dan B.
- Waktu antara kendaraan (*headway*) ditetapkan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{60 \times C \times Lf}{P} \quad (4.7)$$

Keterangan:

H = Waktu antara (menit)

P = jumlah penumpang perjam pada seksi terpadat

- C = kapasitas kendaraan
 Lf = factor muat, diambil 70% (pada kondisi dinamis)
 Catatan:
 H ideal = 5-10 menit
 H Puncak = 2-5 menit

- Jumlah armada perwaktu sirkulasi yang diperlukan dihitung dengan formula:

$$K = \frac{CT}{H \times fA} \quad (4.8)$$

Keterangan:

- K = jumlah kendaraan
 CT = waktu sirkulasi (menit)
 H = Waktu antara (menit)
 fA = Faktor ketersediaan kendaraan (100%)

Melalui langkah-langkah diatas, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Kinerja Tiap Trayek Bus Kampus

Trayek	P (pnp) punca k	Panjang Lintasan (Km)	Jumlah Bus Stop	CT ABA (Menit)	H (Meni t)	K (Unit)
Trayek 01	78	8,63	15	42	16	3
Trayek 02	29	9,69	14	45	43	1
Trayek 03	84	9,11	17	46	15	3
Trayek 04	365	8,55	18	45	3	13
Total	556	-	64	-	-	20

(Sumber: Data Analisis)

4.2. Optimalisasi Jadwal Bus Kampus

Optimalisasi jadwal bus kampus bertujuan untuk menyesuaikan frekuensi keberangkatan bus berdasarkan fluktuasi permintaan penumpang sepanjang hari. Ini dilakukan agar layanan lebih efisien dan mampu mengakomodasi jadwal kuliah mahasiswa, mengurangi perjalanan kosong, serta mendukung keberlanjutan penggunaan transportasi umum.

1) Kebutuhan Bus Setiap Periode Waktu

Penjadwalan bus kampus disesuaikan dengan jadwal kuliah dan pola pergerakan mahasiswa. Jumlah ritase ditentukan berdasarkan perbandingan kapasitas bus dan rata-rata penumpang terpadat setiap periode, dengan total 86 perjalanan per hari di seluruh trayek. Maka, jumlah perjalanan bus tiap periode waktu adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Frekuensi Perjalanan Bus Tiap Periode Waktu

Trayek	Jumlah Kebutuhan Perjalanan Bus/Periode					Kebutuhan Rit/ hari
	Pkl. 06.00 - 09.00	Pkl. 09.00 - 12.00	Pkl. 12.00 - 15.00	Pkl. 15.00 - 17.45	Pkl. 17.46 (Pulang)	
Trayek 01	3	3	2	3	3	14

Trayek 02	1	1	1	1	1	5
Trayek 03	3	3	2	3	3	14
Trayek 04	13	10	7	12	11	53
Total	20	17	12	19	18	86

(Sumber: Data Analisis)

2) Penjadwalan Bus Setiap Periode Waktu

Jadwal bus kampus disesuaikan secara dinamis untuk menghindari kelebihan penumpang maupun perjalanan dengan bus kosong. Pada jam sibuk, seperti pagi dan sore hari, frekuensi keberangkatan ditingkatkan guna mengakomodasi lonjakan penumpang, sementara pada jam tidak sibuk, jumlah perjalanan dikurangi untuk menghemat biaya operasional tanpa mengorbankan kenyamanan. Perancangan jadwal ini didasarkan pada data historis perjalanan dan sesi kuliah agar lebih responsif terhadap kebutuhan mahasiswa. Sebagai contoh, Trayek 01 yang awalnya memiliki headway 16 menit disesuaikan menjadi 5 menit, dengan total 14 ritase per hari, guna memastikan layanan optimal selama waktu perkuliahan.

Analisis Kano untuk Fitur Tambahan Bus Kampus

Analisis Kano digunakan untuk menentukan fitur tambahan yang dapat meningkatkan daya tarik dan kepuasan pengguna bus kampus. Metode ini membantu mengidentifikasi fitur mana yang dianggap penting atau menarik oleh mahasiswa, serta menentukan prioritas implementasinya. Tiga metode utama digunakan dalam analisis ini:

- 1) Metode Frekuensi, yaitu menentukan kategori fitur berdasarkan jumlah responden yang memilih masing-masing kategori dalam survei Kano.
- 2) Metode Indeks Kepuasan, yaitu menghitung dampak fitur terhadap kepuasan dan ketidakpuasan pengguna menggunakan *Satisfaction Index (SI)* dan *Dissatisfaction Index (DI)*.
- 3) Metode Perbandingan, yaitu Membandingkan kategori fitur dari dua kelompok jawaban untuk menentukan keputusan akhir terkait prioritas fitur tambahan.

Dari hasil analisis terhadap berbagai fitur tambahan bus kampus, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kategori Attractive (A), yaitu fitur yang meningkatkan kepuasan jika tersedia, tetapi tidak mengecewakan jika tidak ada, yaitu WiFi gratis, port pengisian daya, kursi berbahan premium, dan tombol berhenti.
- 2) Kategori Indifferent (I), yaitu fitur yang tidak terlalu mempengaruhi kepuasan pengguna, yaitu televisi atau layar hiburan, website pelacakan *real-time*, dan kamera pengawas

WiFi gratis menjadi fitur paling menarik dalam semua metode analisis. Kursi berbahan premium dan port pengisian daya awalnya dikategorikan sebagai *Indifferent*, tetapi setelah metode perbandingan, fitur ini dinilai sebagai nilai tambah yang meningkatkan kepuasan pengguna.

Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah total biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan bus kampus secara efisien. Perhitungan BOK dalam penelitian ini mengacu pada pedoman SK 687 Tahun 2002 dan Pd T-15-2005-B oleh Departemen Pekerjaan Umum (2005), dengan pendekatan empiris berdasarkan data lapangan.

Tabel 5. Total Produksi Operasional Bus Kampus

Karakteristik Kendaraan	
1 Tipe	Bus Sedang

2	Jenis Pelayanan	Angkutan Penumpang Khusus
3	Kapasitas angkut	30 pnp
Produksi per bus		
1	Km Tempuh/rit	8,99 km
2	Frekuensi/hari	4,85 rit
3	Km Tempuh/hari	43,62 km/hr
4	Penumpang/rit	24 pnp
5	Hari Operasi/bulan	16,67 hari
6	Km-tempuh/bulan	727,00 km/bln
7	Hari Operasi/tahun	200 hari
8	Km-tempuh/tahun	8723,97 km/thn

(Sumber: Data Analisis)

Berdasarkan total produksi sesuai Tabel 5 diatas, maka didapatkan rincian biaya tetap, biaya tidak tetap, dan biaya overhead sebagai berikut.

1) Biaya Tetap

Biaya yang harus dikeluarkan secara rutin, terlepas dari jumlah perjalanan, mencakup:

Tabel 6. Komponen Biaya Tetap Bus Kampus UNIKA Santu Paulus Ruteng

No	Komponen Biaya	Jumlah	Satuan	Persentase
1	Biaya Penyusutan	2.198,54	Rp/bus-km	19%
2	Bunga Modal	-	Rp/bus-km	0%
3	Gaji dan tunjangan awak bus	3.639,77	Rp/bus-km	53%
4	Pajak kendaraan	182,91	Rp/bus-km	8%
5	Asuransi Kendaraan	241,84	Rp/bus-km	9%
6	Asuransi Penumpang	140,10	Rp/bus-km	4%
7	Iuran anggota Organda	-	Rp/bus-km	0.1%
8	Biaya Izin Trayek	6,88	Rp/bus-km	0.1%
9	Biaya Langganan Jaringan Wifi	3,82	Rp/bus-km	6%
Total Biaya Tetap		6.688,96	Rp/bus-km	100%

(Sumber: Data Analisis)

2) Biaya Tidak Tetap

Biaya yang berubah tergantung jarak tempuh dan frekuensi penggunaan kendaraan, mencakup:

Tabel 7. Komponen Biaya Tidak Tetap Bus Kampus UNIKA Santu Paulus Ruteng

No	Komponen Biaya	Jumlah	Satuan	Persentase
----	----------------	--------	--------	------------

1	Biaya Bahan Bakar Minyak (BBM)	2.256,92	Rp/bus-km	48%
2	Biaya Penggunaan Ban	278,04	Rp/bus-km	11%
3	Biaya Suku Cadang	632,57	Rp/bus-km	19%
4	Biaya Upah Pemeliharaan	718,74	Rp/bus-km	19%
5	Biaya Pemakaian Oli	144,04	Rp/bus-km	2%
Total Biaya Tidak Tetap		4.030,30	Rp/bus-km	100%

(Sumber: Data Analisis)

3) Biaya Overhead

Biaya tambahan di luar biaya tetap dan variabel, biasanya sekitar 10% dari total BOK, digunakan untuk mengantisipasi pengeluaran tak terduga.

Perhitungan Tarif Angkutan Bus Kampus

Perhitungan tarif angkutan umum merupakan proses penentuan biaya yang harus dibayar oleh penumpang untuk menggunakan layanan transportasi. Tarif ini ditetapkan berdasarkan berbagai faktor, seperti biaya operasional kendaraan (BOK), jarak tempuh, jumlah penumpang, serta jika ada kebijakan subsidi.

1) Perhitungan Tarif Perjalanan Bus Kampus

Tarif perjalanan dihitung berdasarkan pedoman Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002, dengan rumus;

$$\text{Tarif} = (\text{Tarif Pokok} \times \text{Jarak Rata-rata}) + 10\% \quad (4.9)$$

Hasil perhitungan menunjukkan; Tarif Pokok= Rp510,44 per penumpang-km, Jarak Rata-rata= 8,99 km, maka Tarif per Perjalanan: 5.049,88 per penumpang.

2) Analisis *Ability to Pay* (ATP) dan *Willingness to Pay* (WTP)

Analisis ATP dan WTP civitas UNIKA Santu Paulus Ruteng menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan membayar (ATP) sebesar Rp2.300 dan kesediaan membayar (WTP) sebesar Rp2.700 masih berada di bawah tarif operasional bus kampus sebesar Rp5.049. Hal ini mencerminkan ketidakseimbangan antara biaya penyediaan layanan dan daya beli serta kemauan pengguna, sehingga diperlukan penyesuaian tarif atau peningkatan kualitas layanan agar tercapai keseimbangan antara penawaran dan permintaan.

3) Mekanisme Beban Biaya Layanan Bus Kampus

Tarif operasional Rp5.049 per perjalanan lebih tinggi dari ATP (Rp2.300) dan WTP (Rp2.700) mahasiswa. Solusinya, biaya layanan bus dibebankan melalui uang kuliah per semester, yaitu Rp193.103 per semester atau Rp386.206 per tahun, setara dengan Rp966 per perjalanan. Skema ini membuat tarif lebih terjangkau dan memastikan keberlanjutan operasional bus kampus.

Evaluasi Kelayakan Proyek Transportasi

Evaluasi kelayakan proyek transportasi bus kampus dilakukan untuk menilai manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan, serta memastikan keberlanjutan operasionalnya.

1) Analisis Kelayakan Ekonomi dan Finansial

Melalui skema pembiayaan investasi yang dibuat, yaitu pendapatan dari tarif penumpang sebesar Rp2,05 miliar per tahun dan kontribusi uang kuliah Rp3,63 miliar per tahun selama Tahun Ke-0 sampai Tahun Ke-5 (Rp. 341.645 per semester/mahasiswa), proyek ini mampu menutup biaya operasional dan cicilan kredit. Setelah tahun kelima, arus kas menjadi positif dan proyek berpotensi menghasilkan keuntungan.

Tabel 8. Arus Kas Penyelenggaraan Bus Kampus

Th n Ke -	Pengeluaran		Pemasukan		Arus Kas (Rp)	Arus Kas Kumulatif (Rp)
	Investasi (Rp)	Operasion al (Rp)	Tarif Pnp (Rp)	Uang Kuliah (Rp)		
0	4.937.088. 328	0	0	3.639.890. 467	- 1.297.197.8 61	- 1.297.197.8 61
1	3.567.480. 000	1.870.291. 050	2.057.320. 155	3.639.890. 467	259.439.57 2	- 1.037.758.2 89
2	3.567.480. 000	1.870.291. 050	2.057.320. 155	3.639.890. 467	259.439.57 2	- 778.318.71 7
3	3.567.480. 000	1.870.291. 050	2.057.320. 155	3.639.890. 467	259.439.57 2	- 518.879.14 4
4	3.567.480. 000	1.870.291. 050	2.057.320. 155	3.639.890. 467	259.439.57 2	- 259.439.57 2
5	3.567.480. 000	1.870.291. 050	2.057.320. 155	3.639.890. 467	259.439.57 2	0
6	0	1.870.291. 050	2.057.320. 155	0	187.029.10 5	187.029.10 5
7	0	1.870.291. 050	2.057.320. 155	0	187.029.10 5	374.058.21 0
8	0	1.870.291. 050	2.057.320. 155	0	187.029.10 5	561.087.31 5
9	0	1.870.291. 050	2.057.320. 155	0	187.029.10 5	748.116.42 0
10	0	1.870.291. 050	2.057.320. 155	0	187.029.10 5	935.145.52 5
					NPV	384.371.86 3
					BCR	1,72
					IRR	12%
					Payback Period	5 Tahun

* Nilai Arus Kas dihitung dengan nilai masa sekarang

(Sumber: Data Analisis)

Tabel 8 diatas menunjukkan bahwa proyek ini layak secara finansial, dengan NPV positif sebesar Rp384 juta, BCR 1,72 yang menandakan proyek menguntungkan, serta IRR 12%, lebih tinggi dari suku bunga 6%, menunjukkan investasi yang menguntungkan. Selain itu, payback period selama 5 tahun menunjukkan bahwa modal investasi dapat kembali dalam

waktu yang relatif singkat, sehingga proyek ini berpotensi memberikan manfaat jangka panjang baik dari segi ekonomi maupun operasional.

2) Manfaat Proyek Bus Kampus

- Manfaat Ekonomi; Biaya transportasi mahasiswa lebih murah (~Rp966 per perjalanan) lebih rendah dari ATP dan WTP.
- Manfaat Sosial; Meningkatkan aksesibilitas bagi mahasiswa tanpa kendaraan pribadi dan mengurangi kemacetan di kampus.
- Manfaat Keamanan dan Operasional; Mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan keteraturan mobilitas di kampus.

3) Kajian Dampak Lingkungan

Kajian dampak lingkungan dalam proyek bus kampus berfokus pada pengurangan emisi, efisiensi energi, serta peningkatan kualitas udara dan penggunaan lahan. Pendekatan yang umum digunakan dalam perhitungan emisi Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang pengendalian pencemaran udara. Adapun persamaan perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$E = VKT \times EF \quad (4.10)$$

Keterangan:

E = Total emisi (gram atau kg per tahun)

VKT = Vehicle Kilometer Traveled (total jarak tempuh kendaraan dalam km)

EF = Faktor emisi per km kendaraan (gram atau kg per km)

Metode yang digunakan mencakup inventarisasi sumber emisi, perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah implementasi, serta simulasi dampak terhadap kualitas udara. Pengurangan emisi dihitung berdasarkan jumlah kendaraan pribadi yang beralih ke bus kampus, sementara efisiensi energi dianalisis dengan membandingkan konsumsi bahan bakar per penumpang-km.

Tabel 9 Emisi Sebelum dan Sesudah Pemberlakuan Bus Kampus

Uraian	Sebelum Pemberlakua n	Setelah Pemberlakua n	Selisih +/-	Presentase
Konsumsi BBM (kg/tahun)	94431,54	78037,51	-16394,03	-17%
VKT (Km-kend/tahun)	2780792,22	2030118,39	-750673,83	-27%
CO (ton/tahun)	42,36	28,50	-13,86	-33%
HC (ton/tahun)	16,21	11,09	-5,12	-32%
NOx (ton/tahun)	1,06	2,68	1,62	153%
PM10 (ton/tahun)	0,64	0,69	0,04	7%
CO2 (ton/tahun)	300,28	248,00	-52,28	-17%
SO2 (ton/tahun)	0,03	0,18	0,15	529%
Total Emisi (ton/tahun)	360,58	291,13	-69,45	-19%

(Sumber: Data Analisis)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi bus kampus walaupun ada beberapa jenis emisi yang mengalami peningkatan, namun secara umum dapat mengurangi total emisi secara signifikan (19%). Selain itu, konsumsi bahan bakar menjadi lebih efisien, kualitas udara di sekitar kampus meningkat, dan kebutuhan lahan parkir berkurang.

KESIMPULAN

Penelitian tentang penerapan moda transportasi bus kampus di UNIKA Santu Paulus Ruteng menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa dan staf masih mengandalkan kendaraan pribadi atau angkutan umum yang tidak terjadwal, sehingga dibutuhkan sistem transportasi kampus yang lebih efisien, seperti bus kampus. Terdapat empat rute utama bus kampus yang dirancang berdasarkan pola perjalanan dan titik permukiman strategis, dengan total kebutuhan 20 unit bus dan headway 3–5 menit selama jam operasional. Fitur tambahan seperti Wi-Fi, tempat duduk nyaman, dan port pengisian daya tergolong "Attractive" dalam analisis Kano dan dapat meningkatkan kepuasan pengguna. Secara ekonomi, proyek ini layak dengan NPV Rp384 juta, BCR 1,72, IRR 12%, dan Payback Period 5 tahun. Biaya layanan dan investasi awal akan dibebankan dalam biaya kuliah mahasiswa per semester. Proyek ini tidak hanya meningkatkan aksesibilitas dan keselamatan, tetapi juga mendukung pengurangan emisi, konsumsi BBM, serta mendukung pembangunan transportasi berkelanjutan.

KESIMPULAN

- Agustiawan, H., Purnawan, & P., E. E. (2017). Kajian kelayakan dan risiko investasi Bus Trans Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(2), 67–78.
- Arya, A. M., & Judiantono, T. (2021). Studi kelayakan penyediaan transportasi intra kampus Universitas Islam Bandung. *Prosiding Perencanaan Wilayah dan Kota*, 7(1), 1–14.
- Basuki, I. (2017). The willingness to walk of urban transportation passengers. *Journal of Technology and Social Science*, 1(3).
- Basuki, I., Chuadinata, S., & others. (2020). Analisis ability to pay and willingness to pay jasa kereta api Yogyakarta International Airport. *Jurnal Spektran*, 7(2), 140–146.
- Basuki, I., & Enka, A. A. Y. (2019). *Perencanaan transportasi wisata kawasan Mangunan Imogiri Bantul*.
- Basuki, I., & Macpal, E. M. (2019). Studi kelayakan perencanaan bus kampus Atma Jaya Babarsari Yogyakarta. *Jurnal Transportasi*, 20(1), 57–66.
- Chen, G., Fei, X., Jia, H., Yu, X., & Shen, S. (2020). *An optimization-and-simulation framework for redesigning university campus bus system with social distancing*.
- Darat, D. J. P. (2002). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur*.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1* (Edisi Ket). Penerbit Erlangga.
- Panuju, A. Y. T., Sagala, S. J., Tabayan, M. A., Jeffriko, A., & Al Habib, M. Y. (2024). Kano based investigation on preference of young people in selecting campus buses' additional features. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 4(2), 940–944.
- PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 12 TAHUN 2010 TENTANG PELAKSANAAN PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA DI DAERAH MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP (2010).
- Premono, A. (2015). *Analisis kualitas layanan bus kampus (BI-KU) Universitas Indonesia menggunakan QFD*.
- Rachmattullah, P. A. (2024). *Analisis studi kelayakan finansial perencanaan angkutan bus perkotaan di rute Terminal Entrop–Koya*.
- Romadhona, P. J., & Hapsari, A. I. (2020). The planning of campus bus in Islamic

- University of Indonesia with geographic system information. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 771(1), 12052.
- Saputra, A. H., & Shidqi, M. L. (2019a). Implementation of transportation modes in universitas indonesia campus based on fueled gas and electricity to reduce emission load. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 620, Nomor 1, hal. 012029). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012029>
- Saputra, A. H., & Shidqi, M. L. (2019b). Implementation of transportation modes in Universitas Indonesia campus based on fueled gas and electricity to reduce emission load. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620(1), 12029.
- Supangat, K., & Soelistio, Y. E. (2016). *Bus stops location and bus route planning using mean shift clustering and ant colony in West Jakarta*.
- Tamin, O. Z. (2007). Menuju Terciptanya Sistem Transportasi Berkelanjutan di Kota-Kota Besar di Indonesia. In *Jurnal Transportasi* (Vol. 7, Nomor 2). <https://doi.org/10.26593/JTRANS.V7I2.1820>
- Tamin, O. Z. (2008). *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi*. Penerbit ITB.
- Umum, D. P. (2005). *Perhitungan biaya operasi kendaraan bagian I*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Yodha, F. P., Makin, M. L. A. M., & Putriani, O. (2024). Analisis Biaya Operasi Kendaraan dan Penentuan Load Factor Minimal Kendaraan Bus Trans Jogja Rute 3B. *JURNAL INERSIA*, 16(1), 33–39. <https://doi.org/10.46964/INERSIA.V16I1.976>