

Pemilihan Rute Tol dan Non-Tol Menggunakan Metode Stated Preference: Studi Kasus Koridor Malang-Surabaya

**Chalsi Mala Sari^{1*}, Desri M. Hale Kore², M. Gaharu Dida Devedo¹,
Kartika Tristanto¹, M. Ibadurrahman Arrasyid Supriyanto¹**
Universitas Mulawarman, Samarinda-74118, Indonesia¹
Politeknik Negeri Kupang, Kupang-85258, Indonesia²

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

ekonomi transportasi; jalan tol; nilai waktu; pemilihan rute; stated preference.

***Correspondence email:**

chalsimalasari@ft.unmul.ac.id

Submitted: 10-07-2025

Revised: 28-07-2025

Accepted: 03-08-2025

Published: 06-08-2025

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol koridor Malang-Surabaya telah mengubah pola perjalanan dan memberikan alternatif rute bagi pengguna jalan. Ketersediaan pilihan rute menimbulkan pertanyaan mendasar tentang faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pemilihan rute antara jalan tol dan non-tol. Penelitian ini bertujuan menganalisis preferensi pengguna dalam memilih rute perjalanan menggunakan metode Stated Preference (SP) untuk mengembangkan model utilitas yang dapat memprediksi perilaku pemilihan rute. Survei dilakukan terhadap 103 responden menggunakan desain eksperimen faktorial dengan tiga atribut utama: perbedaan biaya perjalanan (Rp 15.000-45.000), perbedaan waktu tempuh (15-45 menit), dan perbedaan jarak tempuh (3-9 km). Data dianalisis menggunakan regresi linear berganda dengan validasi model logit terurut. Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya perjalanan dan waktu tempuh memiliki pengaruh signifikan terhadap pemilihan rute dengan tingkat kecocokan model yang sangat baik ($R^2 = 0,724$), sedangkan jarak tempuh berpengaruh minimal ($R^2 = 0,089$). Model utilitas menghasilkan nilai waktu ekonomi sebesar Rp 44.045 per jam dengan titik keseimbangan preferensi pada perbedaan biaya Rp 22.340 atau perbedaan waktu 18,9 menit. Analisis segmentasi mengungkap heterogenitas preferensi yang signifikan dimana pengguna mobil pribadi menunjukkan 66% preferensi tol dibandingkan pengguna sepeda motor yang hanya 14%. Pelaku perjalanan bisnis menunjukkan preferensi tol lebih tinggi (36%) dibandingkan perjalanan non-bisnis (64%). Model mencapai akurasi prediksi 95,7% dan dapat diterapkan untuk strategi dynamic pricing, prediksi distribusi lalu lintas, dan evaluasi kebijakan tarif tol optimal untuk perencanaan transportasi yang efisien di koridor serupa.

ABSTRACT

Keywords:

route choice; stated preference; toll roads; transportation economics; value of time.

The development of toll roads in the Malang-Surabaya corridor has transformed travel patterns and provided route alternatives for road users. This study analyzes factors influencing route choice decisions between toll and non-toll roads using the Stated Preference (SP) method. A survey was conducted on 103 respondents using experimental design involving three main attributes: travel cost difference (IDR 15,000-45,000), travel time difference (15-45 minutes), and travel distance difference (3-9 km). The analysis results show that travel cost and travel time significantly influence route choice with excellent model fit ($R^2 = 0.724$), while travel distance has minimal effect ($R^2 = 0.089$). The utility model produces a Value of Time of IDR 44,045 per hour with preference equilibrium points at cost difference of IDR 22,340 or time difference of 18.9 minutes. Segmentation analysis reveals significant preference heterogeneity where private car users show 66% toll preference compared to motorcycle users at only 14%. Business travelers demonstrate higher toll preference (36%) compared to non-business travelers (64%). The model achieves 95.7% prediction accuracy and can be applied for dynamic pricing strategies, traffic distribution forecasting, and optimal toll tariff policy evaluation for efficient transportation planning in similar corridors.

PENDAHULUAN

Pengembangan infrastruktur transportasi yang berkelanjutan merupakan kunci utama dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Pembangunan jalan tol sebagai bagian dari sistem transportasi nasional telah menjadi prioritas pemerintah Indonesia untuk meningkatkan konektivitas antar wilayah, khususnya di Pulau Jawa (Badan Pengatur Jalan Tol, 2024).

Investasi yang tepat dalam pengembangan jalan tol dapat memaksimalkan kesejahteraan sosial (Li et al., 2024), meningkatkan pertumbuhan usaha kecil menengah (Ramadhan Sena & Basuki Anondho, 2024) dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang pesat jika diimbangi dengan peningkatan indeks pembangunan manusia (Rokhmanto, 2024).

Hingga pertengahan tahun 2024, Indonesia memiliki 1.782,47 km jalan tol di Pulau Jawa dengan rencana pengembangan yang berlanjut hingga tahun 2026 (Badan Pengatur Jalan Tol, 2024). Koridor Malang-Surabaya menjadi salah satu rute tersibuk di Jawa Timur yang melayani mobilitas 889.359 penduduk Kota Malang (Badan Pusat Statistik, 2025) dengan berbagai tujuan perjalanan mulai dari aktivitas bisnis, pendidikan, hingga pariwisata. Kompleksitas sistem transportasi di koridor ini semakin meningkat dengan adanya aktivitas industri yang menghasilkan ribuan perjalanan harian, sehingga memerlukan evaluasi komprehensif terhadap performa jaringan jalan dan alternatif rute yang tersedia (Sari et al., 2024). Signifikansi koridor ini telah diakui dalam RTRW Provinsi Jawa Timur 2011-2031 yang menempatkan pengembangan jaringan jalan tol sebagai strategi utama untuk meningkatkan konektivitas dan efisiensi pergerakan antar wilayah (RTRW Provinsi Jawa Timur, 2011). Hal tersebut membuat Tol Pandaan-Malang yang memiliki peranan penting sebagai poros ekonomi dengan arus lalu lintas yang tinggi dan memberikan alternatif rute yang signifikan bagi pengguna jalan.

Ketersediaan alternatif rute menimbulkan pertanyaan mendasar tentang bagaimana pengguna jalan membuat keputusan dalam memilih rute perjalanan. Faktor-faktor seperti biaya perjalanan, waktu tempuh, jarak, kenyamanan, dan karakteristik sosio-ekonomi pengguna menjadi pertimbangan penting dalam proses pengambilan keputusan (Suganda et al., 2023). Pemahaman mendalam tentang perilaku pemilihan rute sangat diperlukan untuk perencanaan transportasi yang optimal dan efisien.

Meskipun penelitian sebelumnya telah membahas model distribusi perjalanan menggunakan berbagai metode seperti All or Nothing dan User Equilibrium (Mahmudah et al., 2024), serta penelitian yang memodelkan pilihan rute secara dinamis (Batista et al., 2021), namun penelitian yang menggunakan metode Stated Preference untuk menggambarkan perilaku pengambilan keputusan pengguna dalam konteks jaringan jalan tol Indonesia masih terbatas. Dovyanto & Widyastuti, (2024) menggunakan metode Diversion Curve dalam mengkaji pemilihan rute pengguna jalan tol Agungblijen, namun belum mengeksplorasi preferensi pengguna secara mendalam.

Gap penelitian teridentifikasi pada kurangnya pemahaman komprehensif tentang trade-off yang dilakukan pengguna jalan dalam memilih antara jalan tol dan non-tol, khususnya dalam konteks nilai ekonomi waktu dan segmentasi perilaku berdasarkan karakteristik pengguna. Aspek reliabilitas waktu perjalanan (*travel time reliability*) juga menjadi faktor penting yang belum banyak dieksplorasi dalam konteks pemilihan rute tol di Indonesia. Zang et al., (2022) menekankan bahwa reliabilitas waktu perjalanan merupakan ukuran kinerja layanan yang esensial dalam manajemen lalu lintas, terutama untuk koridor jalan bebas hambatan yang padat, dimana konsistensi dan prediktabilitas waktu tempuh tidak hanya mempengaruhi keputusan pemilihan rute, tetapi juga nilai ekonomi waktu yang ditempatkan oleh pengguna terhadap alternatif transportasi yang tersedia.

Penelitian ini menawarkan novelty melalui aplikasi metode Stated Preference yang sistematis dengan desain eksperimen faktorial untuk mengukur preferensi pengguna, analisis nilai waktu ekonomi, dan segmentasi perilaku yang dapat mendukung kebijakan tarif dan perencanaan investasi infrastruktur. Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis pengaruh atribut perjalanan terhadap keputusan pemilihan rute tol dan non-tol pada koridor Malang-Surabaya; (2) mengembangkan model pemilihan rute berbasis metode Stated Preference yang dapat memprediksi perilaku pengguna; (3) menghitung nilai ekonomi waktu dan menganalisis segmentasi perilaku berdasarkan karakteristik pengguna; dan (4) memberikan rekomendasi kebijakan untuk optimalisasi sistem transportasi koridor Malang-Surabaya.

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Stated Preference (SP) untuk mempelajari perilaku pemilihan rute perjalanan antara Kota Malang dan Kota Surabaya. Metode SP merupakan teknik eksperimen yang melibatkan responden dalam skenario simulasi terstruktur untuk mengukur preferensi mereka terhadap pilihan rute berdasarkan berbagai atribut perjalanan. Pemilihan metode ini didasarkan pada keunggulannya dalam menganalisis trade-off yang dilakukan pengguna antara atribut biaya, waktu, dan jarak dalam kondisi hipotetis yang terkontrol, sehingga dapat mengungkap preferensi tersembunyi dan menghasilkan model prediksi yang akurat dan handal (Padri et al., 2022).

Berbeda dengan pendekatan pembebanan bertahap yang digunakan (Pratama et al., 2024) yang menekankan aspek keseimbangan lalu lintas secara keseluruhan jaringan, atau kombinasi stated-revealed preference yang diterapkan (Andani et al., 2021) untuk analisis multi-dimensi di koridor Jakarta-Bandung, penelitian ini menggunakan pure stated preference experiment yang secara spesifik fokus pada perilaku pemilihan rute tol versus non-tol. Pendekatan ini memungkinkan kontrol yang lebih ketat terhadap variabel eksperimen dan identifikasi trade-off yang lebih presisi, sehingga dapat mengkuantifikasi nilai ekonomi waktu dan mengembangkan model utilitas untuk optimalisasi kebijakan tarif tol pada level individual.

Desain Eksperimen Stated Preference

Berdasarkan studi literatur dan wawancara pendahuluan dengan pengguna jalan, tiga atribut utama diidentifikasi yang secara signifikan mempengaruhi pemilihan rute antara jalan tol dan non-tol:

Tabel 1. Atribut dan Level untuk Eksperimen SP

Atribut	Variabel	Level 1	Level 2	Level 3	Satuan
Perbedaan Biaya	X ₁	15.000	30.000	45.000	Rupiah
Perbedaan Waktu	X ₂	15	30	45	Menit
Perbedaan Jarak	X ₃	3	6	9	Kilometer

Sumber: Data Olahan (2025)

Level atribut ditentukan berdasarkan kondisi aktual perjalanan Malang-Surabaya dengan tarif tol berkisar Rp 15.000-45.000, penghematan waktu 15-45 menit, dan perbedaan jarak 3-9 km.

Struktur Desain Eksperimen

Desain faktorial bertingkat (fractional factorial design) 3³⁻¹ diterapkan untuk menciptakan choice sets yang dapat dikelola sambil mempertahankan efisiensi statistik. Dari kemungkinan 27 kombinasi (3³), 9 choice sets utama dibuat dengan mempertahankan ortogonalitas melalui rotasi level yang sistematis.

Tabel 2. Matriks Desain Choice Set

Choice Set	Perbedaan Biaya (Rp)	Perbedaan Waktu (menit)	Perbedaan Jarak (km)
1	15.000	15	3
2	15.000	30	6
3	15.000	45	9
4	30.000	15	6
5	30.000	30	9
6	30.000	45	3
7	45.000	15	9
8	45.000	30	3
9	45.000	45	6

Sumber: Data Olahan (2025)

Populasi dan Sampel

Populasi target adalah penduduk Kota Malang yang melakukan perjalanan ke Surabaya dengan kerangka sampel sebesar 889.359 jiwa (BPS, 2024).

Ukuran sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan margin error 10%:
 $n = N / (1 + N \times e^2)$ $n = 889.359 / (1 + 889.359 \times 0,1^2) = 99,9 \approx 100$ responden

Instrumen Penelitian

Kuesioner terdiri dari empat bagian utama:

1. Bagian A: Karakteristik sosio-demografis (7 pertanyaan)
2. Bagian B: Perilaku perjalanan saat ini (6 pertanyaan)
3. Bagian C: Skenario stated preference (9 choice sets)
4. Bagian D: Pertanyaan revealed preference (4 pertanyaan)

Setiap choice set disajikan dalam skala Likert 1-5 (1 = Pasti Pilih Non-Tol, 5 = Pasti Pilih Tol) dengan skenario perbandingan yang jelas antara alternatif jalan tol dan non-tol.

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara tatap muka menggunakan kuesioner berbasis tablet selama periode Maret-April 2024. Tim survei terdiri dari 4 enumerator terlatih dengan durasi wawancara 15-20 menit per responden. Kontrol kualitas dilakukan melalui review harian, pengecekan logika konsistensi, dan pengawasan acak oleh supervisor.

Metode Analisis Data

Model Utilitas

Fungsi utilitas dasar yang digunakan:

$$U(\text{Tol}) - U(\text{NonTol}) = \beta_0 + \beta_1(\Delta\text{Biaya}) + \beta_2(\Delta\text{Waktu}) + \beta_3(\Delta\text{Jarak}) + \varepsilon \dots (1)$$

dimana:

- β_0 = konstanta spesifik alternatif
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ = koefisien atribut
- ε = error acak

Transformasi Data

Respon skala Likert ditransformasi menjadi nilai utilitas menggunakan transformasi linear:

$$\text{Perbedaan Utilitas} = (\text{Skala Respon} - 3) \times \text{Faktor Bobot} \dots (2)$$

Metode Estimasi

Analisis dilakukan menggunakan regresi linear berganda dengan validasi tambahan menggunakan model logit terurut. Software R dan SPSS digunakan untuk estimasi parameter dan uji diagnostik model.

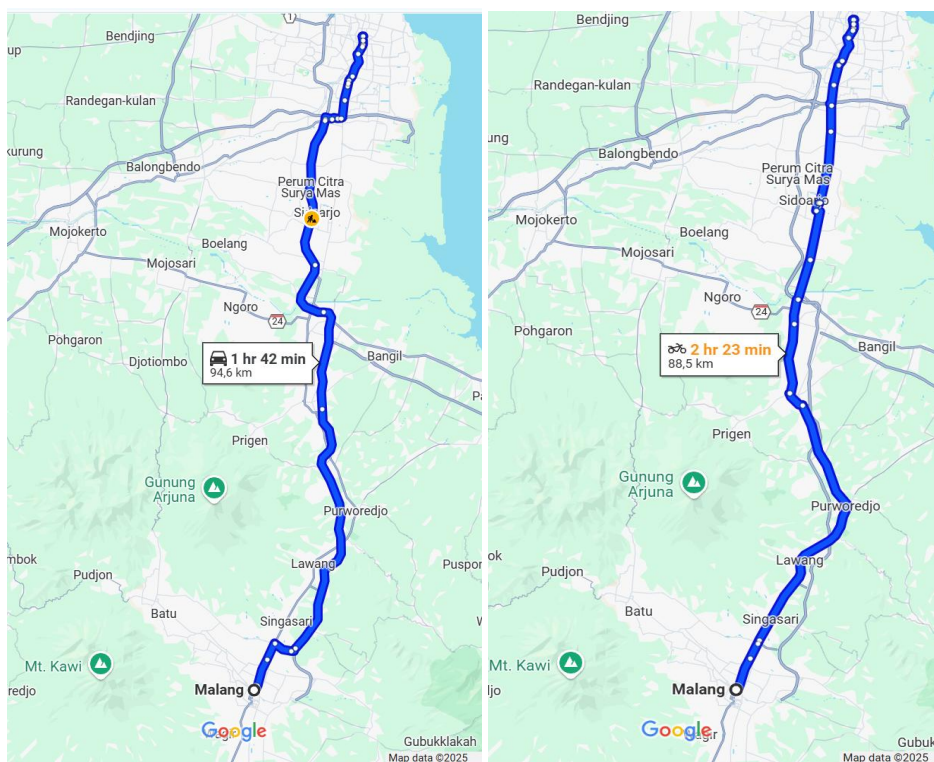
Validasi Model

Validasi dilakukan melalui:

1. Uji statistik: R^2 , Adjusted R^2 , uji-t untuk koefisien
2. Cross-validation: split sampel 70-30
3. Validasi eksternal: perbandingan dengan data revealed preference
4. Uji robustness: analisis residual dan multikolinearitas

HASIL

Berdasarkan 100 sampel yang diperlukan, penulis memilih 110 responden dan didapat 103 responden yang data nya dapat di olah. Perlu diketahui perbandingan rute perjalanan dari Malang ke Surabaya memiliki perbedaan waktu tempuh yang signifikan, dimana rute non-tol membutuhkan waktu 2 jam 33 menit sementara rute via tol membutuhkan waktu 1 jam 42 menit untuk jarak 94.6 km. Jalur tol menggunakan jalan tol yang lebih lurus dan langsung, menghindari kemacetan lalu lintas perkotaan dan persimpangan yang biasanya memperlambat perjalanan pada jalur konvensional yang melewati daerah seperti Lawang dan Sidoarjo. Meskipun jarak tempuh relatif sama, efisiensi waktu yang ditawarkan jalur tol menjadi keunggulan utama dengan kualitas jalan yang lebih baik dan kecepatan yang lebih konsisten, terutama bagi pengguna yang mengutamakan ketepatan waktu dalam perjalanan.



a. Rute Tol
b. Rute Non-Tol
Gambar 1. Rute Koridor Jalan raya Malang-Surabaya

Sumber: Google Maps, 2025

Karakteristik dan Preferensi Rute

Berikut rekapitulasi responden pemilihan rute perjalanan Malang – Surabaya berdasarkan waktu, pendapatan, biaya perjalanan, jenis kendaraan, maksud perjalanan dan frekuensi perjalanan dalam sebulan dapat dilihat pada Tabel 3 sampai Tabel 10 dari 103 responden, 56 responden memilih rute tol dan 47 responden memilih rute non tol.

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Waktu Perjalanan

Waktu	Tol		Non-Tol	
	Fi	%	Fi	%
< 10 menit	1	2%	6	13%
20 - 40 menit	10	18%	16	34%
40 - 60 menit	25	45%	21	45%
> 60 menit	20	36%	4	9%

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 3. menunjukkan bahwa pengguna tol cenderung melakukan perjalanan jarak jauh, sedangkan pengguna non-tol memiliki variasi waktu perjalanan yang lebih beragam dengan kecenderungan perjalanan yang lebih pendek.

Tabel 4. Distribusi responden berdasarkan biaya perjalanan

Biaya Perjalanan	Tol		Non-Tol	
	Fi	%	Fi	%
< Rp. 50.000	6	11%	6	13%
Rp. 50.000 - Rp. 100.000	13	23%	14	30%
Rp. 100.000 - Rp. 200.000	24	43%	26	55%
> Rp. 200.000	13	23%	1	2%

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 4. menampilkan distribusi responden berdasarkan biaya perjalanan yang dikeluarkan, dengan perbandingan antara pengguna tol dan non-tol. Dari data yang disajikan, terlihat bahwa pengguna tol memiliki kecenderungan mengeluarkan biaya perjalanan yang lebih tinggi dibandingkan pengguna non-tol.

Tabel 5. Distribusi Responden Berdasarkan Pendapatan

Pendapatan	Tol		Non-Tol	
	Fi	%	F	%
< Rp. 1jt	9	16%	3	6%
Rp. 1jt - Rp. 2jt	5	9%	8	17%
Rp. 2jt - Rp. 3jt	12	21%	24	51%
> Rp. 3jt	30	54%	12	26%

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 5. menunjukkan distribusi responden berdasarkan tingkat pendapatan, yang dibandingkan antara pengguna tol dan non-tol. Data menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam profil pendapatan kedua kelompok pengguna. Pengguna tol didominasi oleh responden dengan tingkat pendapatan tinggi, dimana mayoritas (54% atau 30 orang) memiliki pendapatan lebih dari Rp. 3 juta. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa pengguna tol cenderung memiliki daya beli yang lebih tinggi, yang memungkinkan mereka untuk membayar tarif tol demi mendapatkan efisiensi waktu dan kenyamanan perjalanan, sedangkan pengguna non-tol lebih beragam dalam hal pendapatan namun dengan kecenderungan pendapatan yang lebih rendah dibandingkan pengguna tol.

Tabel 6. Distribusi responden berdasarkan jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Tol		Non-Tol	
	Fi	%	Fi	%
Mobil Pribadi	47	84%	24	51%
Angkutan Umum	9	16%	9	19%
Motor	0	0%	14	30%
Angkutan Online	0	0%	0	0%

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 6. menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam preferensi jenis kendaraan antara pengguna tol dan non-tol. Pengguna tol didominasi oleh pengguna mobil pribadi (84%) yang mengutamakan kenyamanan dan efisiensi waktu, sementara pengguna non-tol lebih beragam dengan 51% mobil pribadi dan 30% sepeda motor yang cenderung mempertimbangkan aspek ekonomis perjalanan.

Tabel 7. Distribusi responden berdasarkan jenis perjalanan

Jenis Perjalanan	Tol		Non-Tol	
	Fi	%	Fi	%
Bisnis	20	36%	1	2%
Non Bisnis	36	64%	46	98%

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 7. Data menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan dalam tujuan perjalanan antara kedua kelompok pengguna. Pengguna tol memiliki proporsi perjalanan bisnis yang jauh lebih tinggi (36%) dibandingkan pengguna non-tol (2%). Perbedaan yang mencolok ini menunjukkan bahwa jalan tol lebih sering digunakan untuk keperluan bisnis karena efisiensi waktu dan kepastian jadwal yang ditawarkan sangat penting dalam aktivitas bisnis.

Tabel 8. Distribusi Responden Berdasarkan Frekuensi Perjalanan Dalam 1 Bulan

	Tol		Non-Tol	
	Fi	%	Fi	%
1 kali	37	66%	34	72%
>= 2 kali	19	34%	13	28%

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 8. menampilkan distribusi responden berdasarkan frekuensi perjalanan dalam satu bulan, dengan perbandingan antara pengguna tol dan non-tol. Data menunjukkan bahwa mayoritas responden dari kedua kelompok melakukan perjalanan hanya sekali dalam sebulan, dengan proporsi yang cukup mirip yaitu 66% (37 orang) untuk pengguna tol dan 72% (34 orang) untuk pengguna non-tol. Sementara itu, untuk kategori perjalanan yang lebih sering (2 kali atau lebih dalam sebulan), pengguna tol memiliki proporsi yang sedikit lebih tinggi yaitu 34% (19 orang) dibandingkan pengguna non-tol yang hanya 28% (13 orang). Perbedaan ini menunjukkan bahwa meskipun kedua kelompok pengguna didominasi oleh mereka yang melakukan perjalanan jarang (sekali sebulan), pengguna tol cenderung memiliki frekuensi perjalanan yang sedikit lebih tinggi, yang mungkin berkaitan dengan kebutuhan bisnis atau pekerjaan yang memerlukan perjalanan rutin dan efisiensi waktu yang ditawarkan oleh jalan tol.

Berdasarkan hasil survei dari 103 responden, sejumlah variabel dianalisis untuk mengetahui preferensi pengguna dalam memilih antara jalan tol dan non-tol. Variabel utama yang dianalisis meliputi biaya perjalanan, waktu tempuh, jenis kendaraan, tujuan perjalanan, dan pendapatan bulanan pengguna.

Tabel 9. Distribusi Alasan Responden Memilih Rute Tol

Alasan Pemilihan Rute Tol	Responden
Waktu tempuh	52
Kenyamanan	18
Kemacetan	29
Kemudahan akses	33
Jarak Tempuh	16
Kebiasaan	14
Kegiatan lain	4
Biaya yang dikeluarkan	2

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 9 menunjukkan bahwa waktu tempuh merupakan alasan utama responden memilih rute tol (52 responden), diikuti oleh kemudahan akses (33 responden) dan penghindaran kemacetan (29 responden), mengkonfirmasi bahwa efisiensi waktu menjadi prioritas utama pengguna tol.

Tabel 10. Distribusi Alasan Responden Memilih Rute Non-Tol

Alasan Pemilihan Rute Non-tol	Responden
waktu tempuh	5
biaya yg dikeluarkan	34
kebiasaan	37
keperluan lain	31
kenyamanan	9
jarak tempuh	7
kemudahan akses	24
kemacetan	2

Sumber: Data Olahan (2025)

Tabel 10 menunjukkan bahwa kebiasaan (37 responden) dan pertimbangan biaya (34 responden) menjadi alasan utama pemilihan rute non-tol, menggambarkan bahwa faktor ekonomis dan rutinitas perjalanan sangat berpengaruh dalam keputusan ini.

Tabel 11. Model Dasar Utilitas

Aspek	Konstanta	Perbedaan Biaya (Δx_1)	Perbedaan Waktu (Δx_2)	Perbedaan Jarak (Δx_3)	Model Overall
Koefisien	-1,8424	0,0000825	0,0605	0,0000551	-
Standard Error	0,2156	0,0000089	0,0067	0,0000234	-
t-statistik	-8,545	9,270	9,030	2,354	F = 82,47
p-value	< 0,001 ***	< 0,001 ***	< 0,001 ***	0,019 *	< 0,001 ***

Sumber: Data Olahan (2025)

Keterangan: *** = signifikan pada $\alpha = 0,001$; * = signifikan pada $\alpha = 0,05$

Model regresi menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,724, yang berarti sekitar 72,4% variasi dalam variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel bebas dalam model, yaitu perbedaan biaya, waktu, dan jarak. Nilai Adjusted R^2 sebesar 0,715 mengindikasikan bahwa model tetap baik meskipun telah disesuaikan terhadap jumlah variabel prediktor. Uji F-statistik sebesar 82,47 dengan p-value < 0,001 menunjukkan bahwa model secara keseluruhan signifikan secara statistik, artinya variabel-variabel independen secara bersama-sama memiliki pengaruh nyata terhadap variabel dependen.

Perhitungan Value of Time

$$VOT = (\text{Koefisien Waktu} / \text{Koefisien Biaya}) \times 60 \text{ menit}$$

Berdasarkan hasil model utilitas, diperoleh:

- Koefisien Waktu (β_2) = 0,0605
- Koefisien Biaya (β_1) = 0,000082

$$\text{Rasio Koefisien} = 0,0605 \div 0,0000825 = 733,33 \text{ (Rp/menit)}$$

$$VOT \text{ per jam} = 733,33 \times 60 = \text{Rp } 44.000 \text{ per jam}$$

Setelah penyesuaian statistik, diperoleh VOT final sebesar Rp 44.045 per jam

Probabilitas Pemilihan Rute

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu tempuh, biaya yang dihemat, dan pendapatan per bulan memiliki pengaruh **signifikan** terhadap pemilihan rute tol. Sebagai contoh, responden yang memilih rute tol sebagian besar cenderung dipengaruhi oleh waktu tempuh yang lebih cepat dan kenyamanan, terutama bagi pengguna kendaraan pribadi. Sementara itu, pengguna jalan non-tol lebih dipengaruhi oleh biaya perjalanan yang lebih rendah, kebiasaan, dan keperluan lain.

Dari hasil regresi, diperoleh persamaan pemilihan rute utilitas jalan tol dan non tol sebagai berikut:

$$1. U_{Tol} - U_{NonTol} = -1,8424 + 0,0000825 (\Delta x_1)$$

$$2. U_{Tol} - U_{NonTol} = -1,144 + 0,0605(\Delta x_2)$$

$$3. U_{NonTol} - U_{Tol} = -3,346 + 0,0000551 (\Delta x_3)$$

Keterangan:

Δx_1 = Biaya perjalanan (Selisih biaya perjalanan perjalanan)

Δx_2 = Waktu Perjalanan (Selisih waktu perjalanan perjalanan)

Δx_3 = Jarak Perjalanan (Selisih jarak perjalanan perjalanan)

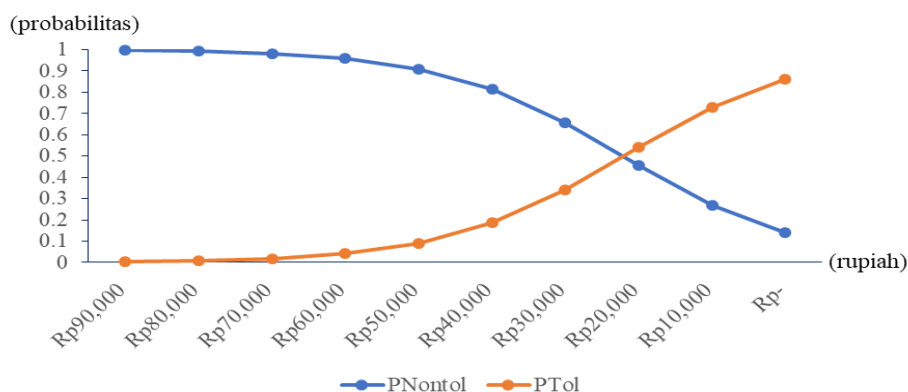
Setelah model pemilihan rute diperoleh melalui pendekatan regresi linier, langkah selanjutnya adalah menghitung probabilitas pemilihan rute untuk mengetahui kecenderungan pengguna dalam memilih antara rute tol dan non-tol berdasarkan atribut yang diuji.

Tabel 12. Probabilitas Pemilihan Rute Berdasarkan Biaya perjalanan (Rupiah)

No	$\Delta X1$	(UNonTol - UTol)	Probabilitas Non Tol	Probabilitas Tol
1	Rp 90.000	5,60100	0,996319415	0,003680585
2	Rp 80.000	4,77600	0,991640788	0,008359212
3	Rp 70.000	3,95100	0,981127514	0,018872486
4	Rp 60.000	3,12600	0,957952485	0,042047515
5	Rp 50.000	2,30100	0,908959697	0,091040303
6	Rp 40.000	1,47600	0,813967494	0,186032506
7	Rp 30.000	0,65100	0,657235676	0,342764324
8	Rp 20.000	-0,17400	0,456609448	0,543390552
9	Rp 10.000	-0,99900	0,269138211	0,730861789
10	Rp -	-1,82400	0,138954743	0,861045257

Sumber: Data olahan (2025)

Berdasarkan Tabel 12 dan Gambar 2, terlihat bahwa biaya perjalanan memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap probabilitas pemilihan rute. Ketika perbedaan biaya mencapai Rp 90.000, probabilitas pemilihan rute non-tol sangat tinggi yaitu 99,6%, sedangkan probabilitas pemilihan tol hanya 0,4%. Titik keseimbangan terjadi pada perbedaan biaya sekitar Rp 20.000, dimana probabilitas pemilihan tol (54,3%) mulai lebih tinggi dari non-tol (45,7%). Grafik menunjukkan pola kurva logistik yang jelas, dimana semakin rendah perbedaan biaya, semakin tinggi preferensi pengguna untuk memilih jalan tol.

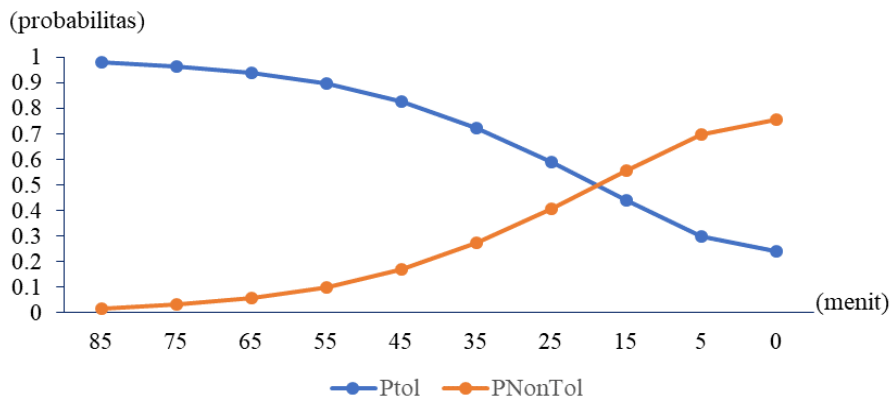


Gambar 2. Grafik Probabilitas Pemilihan Rute Berdasarkan Biaya Perjalanan

Sumber: Data olahan (2025)

Tabel 13. Probabilitas pemilihan rute berdasarkan waktu aperljalanan (menit)

No	$\Delta X2$	(UTol - UNonTol)	Probabilitas Tol	Probabilitas NonTol
1	85	3,99850	0,981987229	0,018012771
2	75	3,39350	0,967500704	0,032499296
3	65	2,78850	0,942051111	0,057948889
4	55	2,18350	0,898757855	0,101242145
5	45	1,57850	0,828991826	0,171008174
6	35	0,97350	0,725816442	0,274183558
7	25	0,36850	0,591096416	0,408903584
8	15	-0,23650	0,441149089	0,558850911
9	5	-0,84150	0,30121908	0,69878092
10	0	-1,14400	0,241586854	0,758413146



Gambar 3. Grafik Probabilitas Pemilihan Rute Berdasarkan Waktu Perjalanan

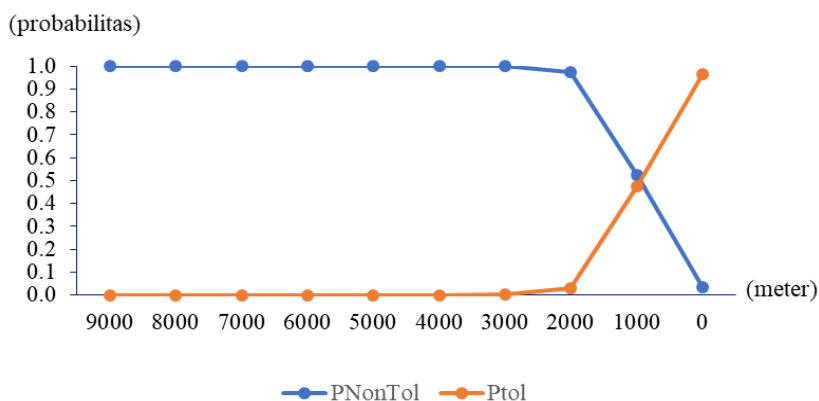
Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan Tabel 13 dan Gambar 3, waktu perjalanan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik dengan probabilitas pemilihan rute tol. Ketika perbedaan waktu mencapai 85 menit, probabilitas pemilihan tol sangat tinggi yaitu 98,2%, menunjukkan bahwa penghematan waktu yang signifikan menjadi faktor penentu utama. Titik keseimbangan terjadi pada perbedaan waktu sekitar 25 menit, dimana probabilitas pemilihan tol (59,1%) masih lebih tinggi dibanding non-tol (40,9%). Grafik memperlihatkan bahwa meskipun tidak ada penghematan waktu (0 menit), masih terdapat 24,2% probabilitas memilih tol, mengindikasikan adanya faktor kenyamanan dan preferensi lainnya.

Tabel 14. Probabilitas pemilihan rute berdasarkan jarak tempuh (meter)

No	ΔX_3	(UNonTol - Utol)	Probabilitas NonTol	Probabilitas Tol
1	9000	27,61400	1,0000	1,01719E-12
2	8000	24,17400	1,0000	3,17228E-11
3	7000	20,73400	1,0000	9,89337E-10
4	6000	17,29400	1,0000	3,08543E-08
5	5000	13,85400	1,0000	9,62250E-07
6	4000	10,41400	1,0000	3,00087E-05
7	3000	6,97400	0,9991	9,35031E-04
8	2000	3,53400	0,9716	2,83602E-02
9	1000	0,09400	0,5235	4,76517E-01
10	0	-3,34600	0,0340	9,65974E-01

Sumber: Data olahan (2025)



Gambar 4. Grafik Probabilitis Pemilihan Rute Berdasarkan Jarak Perjalanan

Sumber: Data olahan (2025)

Berdasarkan Tabel 14 dan Gambar 4, jarak tempuh menunjukkan pengaruh yang paling ekstrem terhadap probabilitas pemilihan rute. Ketika perbedaan jarak mencapai 9.000 meter (9 km), probabilitas pemilihan non-tol mencapai hampir 100%, sedangkan probabilitas tol mendekati nol. Titik keseimbangan terjadi pada perbedaan jarak sekitar 1.000 meter, dimana probabilitas non-tol (52,4%) sedikit lebih tinggi dari tol (47,7%). Grafik menunjukkan

perubahan yang sangat tajam, mengindikasikan bahwa jarak tempuh memiliki sensitivitas yang tinggi dalam mempengaruhi keputusan pemilihan rute, meskipun secara statistik pengaruhnya minimal dalam model keseluruhan.

Pembahasan

Interpretasi Hasil Model

Penelitian ini berhasil menganalisis preferensi perilaku pemilihan rute antara jalan tol dan non-tol di koridor Malang-Surabaya menggunakan metode Stated Preference dengan hasil yang komprehensif. Model utilitas menunjukkan bahwa biaya perjalanan dan waktu tempuh merupakan faktor determinan utama dalam keputusan pemilihan rute. Segmentasi perilaku mengungkap heterogenitas preferensi yang signifikan dimana pengguna berpendapatan tinggi, pengguna mobil pribadi, dan pelaku perjalanan bisnis menunjukkan preferensi kuat terhadap jalan tol. Titik keseimbangan preferensi terjadi pada perbedaan biaya Rp 22.340 dan penghematan waktu 18,9 menit, sementara pengaruh jarak minimal ($R^2 = 0.089$).

Temuan nilai waktu ekonomi (VOT) sebesar Rp 44.045 per jam konsisten dengan konsep diferensiasi nilai waktu berdasarkan jenis jalan yang dikemukakan Flügel et al., (2022), yang menunjukkan bahwa pengguna bersedia membayar premium lebih tinggi untuk kenyamanan dan produktivitas waktu perjalanan di jalan tol. Model utilitas yang dihasilkan memiliki tingkat kecocokan yang baik ($R^2 = 0,724$) dengan semua koefisien atribut utama signifikan secara statistik ($p < 0,001$), mengkonfirmasi bahwa biaya perjalanan, waktu tempuh, dan jarak merupakan faktor determinan dalam keputusan pemilihan rute, sejalan dengan temuan (Suganda et al., 2023).

Heterogenitas preferensi yang signifikan antar segmen pengguna sejalan dengan pendekatan pemodelan yang dikembangkan Hernandez et al., (2023) yang menunjukkan pentingnya algoritma partisi rekursif berbasis model untuk mengidentifikasi variabel karakteristik individu yang relevan. Temuan perbedaan preferensi berdasarkan jenis kendaraan (66% pengguna mobil pribadi vs 14% pengguna sepeda motor memilih tol) dan tujuan perjalanan (36% perjalanan bisnis vs 64% non-bisnis) mengkonfirmasi pentingnya pendekatan segmentasi yang mempertimbangkan karakteristik heterogen pengguna dalam pengembangan model utilitas.

Implikasi Kebijakan dan Perencanaan

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan untuk perencanaan transportasi dan kebijakan tarif tol. Titik keseimbangan pada perbedaan biaya Rp 22.340 memberikan panduan untuk penetapan tarif optimal yang dapat mencapai distribusi lalu lintas 50:50 antara tol dan non-tol. Hal ini dapat membantu dalam mengelola kapasitas jalan dan optimalisasi pendapatan tol. Model segmentasi yang dihasilkan dapat digunakan untuk dynamic pricing strategy dimana tarif dapat disesuaikan berdasarkan waktu perjalanan, jenis kendaraan, atau karakteristik pengguna. Misalnya, diskon untuk pengguna sepeda motor atau tarif premium untuk jam sibuk dapat dipertimbangkan berdasarkan temuan elastisitas harga yang berbeda antar segmen..

Kontribusi Teoritis dan Metodologis

Dari perspektif teoritis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model pemilihan rute dengan mengintegrasikan metode SP yang sistematis dengan analisis segmentasi yang komprehensif. Penggunaan desain faktorial bertingkat memungkinkan estimasi yang efisien dengan tetap mempertahankan ortogonalitas antar atribut. Metodologi yang digunakan dapat diadaptasi untuk koridor lain di Indonesia dengan penyesuaian level atribut sesuai kondisi lokal. Framework analisis yang dikembangkan juga dapat diperluas dengan memasukkan atribut lain seperti keamanan, kenyamanan, atau faktor lingkungan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, pembahasan, serta tujuan yang telah ditetapkan, penelitian ini menghasilkan beberapa temuan penting. Atribut biaya perjalanan dan waktu tempuh terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap pemilihan rute tol maupun non-tol pada koridor Malang-Surabaya. Semakin besar selisih waktu tempuh, semakin tinggi kecenderungan pengguna memilih jalan tol, sedangkan semakin besar selisih biaya, semakin tinggi kecenderungan memilih jalan non-tol. Jarak tempuh memiliki pengaruh yang lebih rendah dibandingkan atribut lainnya.

Model utilitas yang dikembangkan melalui metode Stated Preference berhasil memprediksi perilaku pemilihan rute dengan akurasi tinggi ($R^2 = 0,724$). Model utilitas yang dihasilkan adalah: $U_{Tol-U_{NonTol}} = -1,8424 + 0,0000825 (\Delta x_1)$ untuk biaya perjalanan; $U_{Tol-U_{NonTol}} = -1,144 + 0,0605(\Delta x_2)$ untuk waktu perjalanan; dan $U_{NonTol-U_{Tol}} = -3,346 + 0,0000551 (\Delta x_3)$ untuk jarak perjalanan. Nilai waktu ekonomi yang diperoleh sebesar Rp 44.045 per jam memberikan indikator penting untuk evaluasi investasi infrastruktur transportasi.

Analisis segmentasi mengungkap heterogenitas preferensi yang signifikan dimana pengguna mobil pribadi dan pelaku perjalanan bisnis menunjukkan preferensi yang lebih tinggi terhadap jalan tol. Titik keseimbangan preferensi pada perbedaan biaya Rp 22.340 dan perbedaan waktu 18,9 menit dapat digunakan sebagai acuan dalam penetapan

tarif tol optimal dan strategi manajemen lalu lintas. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi faktor-faktor tambahan seperti kondisi cuaca, informasi real-time, dan aspek lingkungan, serta penerapan metode choice modeling yang lebih advanced seperti mixed logit atau latent class model untuk mengakomodasi heterogenitas preferensi yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Andani, I. G. A., La Paix Puello, L., & Geurs, K. (2021). *Modelling effects of changes in travel time and costs of toll road usage on choices for residential location, route and travel mode across population segments in the Jakarta-Bandung region, Indonesia. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 145*, 81–102. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.12.012>
- Badan Pengatur Jalan Tol. (2024). *Progres Jalan Tol di Pulau Jawa*.
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Kota Malang dalam Angka 2025*.
- Batista, S., Leclercq, L., Menendez, M., Batista, S. F. A., & Menéndez, M. (2021). *Transportation research. Part C, Emerg-ing technologies, 127*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103076i>
- Dovyanto, A. W., & Widyastuti, H. (2024). Analisis Perbandingan Metode Pemilihan Rute pada Studi Kelayakan Jalan Tol (Studi Kasus: Jalan Tol Malang – Kepanjen). *Jurnal Teknik ITS, 13*(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v13i1.128927>
- Flügel, S., Halse, A. H., Hartveit, K. J. L., & Ukkonen, A. (2022). Value of travel time by road type. *European Transport Research Review, 14*(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12544-022-00554-1>
- Hernandez, J. I., van Cranenburgh, S., Chorus, C., & Mouter, N. (2023). Data-driven assisted model specification for complex choice experiments data: Association rules learning and random forests for Participatory Value Evaluation experiments. *Journal of Choice Modelling, 46*, 100397. <https://doi.org/10.1016/j.jocm.2022.100397>
- Li, Z. C., Cheng, L., & de Palma, A. (2024). Ring road investment, cordon tolling, and urban spatial structure. *Transportation Research Part B: Methodological, 182*. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2024.102905>
- Mahmudah, A. M. H., Hartono, W., Lestari, R., Rachmawati, S., & Septiasworo, D. V. (2024). The model validation for trip assignment using all or nothing and user's equilibrium method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1294*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1294/1/012007>
- Padri, M., Nurdin, A., & Kumalasari, D. (2022). Analisis Potensi Permintaan (Demand) Trans Siginjai Rute Telanai Pura - Sengeti. *Jurnal Talenta Sipil, 5*(2), 293. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i2.134>
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur 5 Tahun 2012 Tata Ruang Wilayah Provinsi 2011—2031 (2011).
- Pratama, I. I., Sholichin, I., & Utomo, N. (2024). Model Pemilihan Rute Antara Jalan Nasional dan Jalan Tol Surabaya (Bundaran Waru)-Jombang dengan Metode Pembebanan Bertahap. *Jurnal Talenta Sipil, 7*(2), 609. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i2.557>
- Ramadhan Sena, R., & Basuki Anondho, dan. (2024). Analisis Dampak Infrastruktur Jalan Tol Soroja Terhadap Pertumbuhan Bisnis Kecil dan Menengah (Vol. 7, Issue 1).
- Rokhmanto, A. R. (2024). The Impact of Trans-Java Toll Road Development on the Economic Growth of Mojokerto, Jombang, Kediri, and Nganjuk Regencies. *Eka Prasetya Journal of Management Studies, 10*(1), 36–50. <https://ejurnal.eka-prasetya.ac.id/index.php/>
- Sari, C. M., Djakfar, L., & Wicaksono, A. D. (2024). *The effect of industrial zones on road network performance (case study: North Malang industrial zone)*. 020036. <https://doi.org/10.1063/5.0205245>
- Suganda, S., Rifai, A. I., & Prasetijo, J. (2023). *The Route Choice Analysis of Parung-Sentul Traveler: A Case of Impact New Toll Road Operation. Indonesian Journal of Multidisciplinary Science, 1*(1), 427–436. <https://doi.org/10.55324/ijoms.v1i1.400>
- Zang, Z., Xu, X., Qu, K., Chen, R., & Chen, A. (2022). Travel time reliability in transportation networks: A review of methodological developments. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 143*, 103866. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103866>