

Analisis Sensitivitas Atribut Pelayanan Baru Moda Transportasi Kereta Api Lintas Sumatera

Fidel Miro*,¹, Purnawan², Bayu Martanto Adji², Yosritzal²

¹Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Bung Hatta
Kampus Proklamator I, Jl. Sumatera, Ulak Karang, Sumatera Barat, Kota Padang, 25133, Indonesia

²Departemen Teknik Sipil, Program Doktor Transportasi, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Sumatera Barat, Kota Padang, 25166, Indonesia

*E-mail: fidel.miro.@bunghatta.ac.id

Diterima: 10 Maret 2025, direvisi: 11 September 2025, disetujui: 12 November 2025,
tersedia daring: 22 Desember 2025, diterbitkan: 29 Desember 2025

Abstrak

Penelitian ini menyajikan analisis sensitivitas atribut pelayanan baru untuk moda transportasi Kereta Api Lintas Sumatera, dengan tujuan untuk mengevaluasi seberapa besar pengaruh berbagai atribut pelayanan terhadap kepuasan pengguna. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi survei kepada masyarakat yang berdomisili di sepanjang rencana koridor rel kereta api yang akan dibangun di Provinsi Sumatera Barat dan Riau. Penelitian dilakukan melalui pengisian kuesioner dan data hasil survei dianalisis dengan Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) untuk mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang menentukan kualitas pelayanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari beberapa atribut, seperti Waktu Total Perjalanan/ *Total Travel Time* (TTT), Biaya Total Perjalanan/ *Total Travel Cost* (TTC), dan Pelayanan Baru berupa Integrasi Berkesinambungan (SEM), hanya atribut SEM antara kereta api dengan transportasi online dengan satu tiket yang memiliki dampak signifikan terhadap persepsi pengguna. Atribut ini juga memiliki sensitivitas tinggi terhadap perilaku masyarakat dalam memilih moda transportasi kereta api. Utilitas penggunaan moda Kereta Api Lintas Sumatera 0,79 dengan probabilitas dipilih responden sebanyak 51%. Sementara itu, travel memiliki utilitas 0,14 dengan probabilitas dipilih 27 %, dan Bus AKAP memiliki utilitas hanya – 0,06 dengan probabilitas dipilih sebanyak 22 %. Temuan ini memberikan wawasan bagi pengelola transportasi untuk melakukan pertimbangan pengimplementasian guna meningkatkan jumlah penumpang. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan kebijakan pelayanan transportasi Kereta Api Lintas Sumatera yang lebih baik dan berkelanjutan.

Kata kunci: Analisis sensitivitas, atribut pelayanan baru, integrasi berkesinambungan, kepuasan pengguna, transportasi kereta api.

Abstract

Sensitivity Analysis of New Service Attributes of Trans-Sumatra Railway Transportation Mode: This paper presents a sensitivity analysis of new service attributes for Trans-Sumatra railway, with the aim of evaluating the extent to which various service attributes influence user satisfaction. The methods used in this study include a survey of residents living along the planned railway corridor to be developed in West Sumatra and Riau Provinces. The research was conducted through questionnaire distribution, and the survey data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) to identify key factors determining service quality. The analysis results show that among several attributes, such as Total Travel Time (TTT), Total Travel Cost (TTC), and a new service attribute in the form of Seamless Integration (SEM), only the SEM attribute—specifically the integration between railways and online transportation with a single ticket—has a significant impact on user perceptions. This attribute also demonstrates high sensitivity to public behavior in choosing railway transportation. The utility of using Trans-Sumatra railway is 0.79, with a probability of being chosen by respondents of 51%. Meanwhile, travel services have a utility of 0.14 with a selection probability of 27%, and intercity-interprovincial buses (AKAP) have a utility of only –0.06 with a selection probability of 22%. These findings provide insights for transport operators in considering implementation strategies to increase passenger numbers. Therefore, this study is expected to serve as a reference for the development of better and more sustainable Trans-Sumatra railway service policies.

Keywords: New service attributes, railway transportation, seamless service, sensitivity analysis, user satisfaction.

1. Pendahuluan

Pelayanan sistem transportasi dengan mengintegrasikan berbagai bentuk moda transportasi akan berpengaruh terhadap berkembangnya wilayah yang dilayani oleh sistem transportasi tersebut. Keberhasilan pembangunan suatu negara atau wilayah sangat dipengaruhi oleh peran transportasi sebagai urat nadi atau *leading sector* kehidupan ekonomi, sosial, budaya, politik, dan pertahanan keamanan. Arah pembangunan sistem transportasi adalah terwujudnya mobilitas manusia dan barang-barang kebutuhan hidup secara merata dan efisien [1]. Untuk mempercepat terwujudnya arah tersebut, maka pemerintah menyusun rencana pengembangan berbagai moda transportasi yang sesuai dengan kondisi geografis dan karakteristik wilayah tertentu, salah satunya adalah pembangunan jaringan jalan rel Kereta Api Lintas

Sumatera (KALS). Pengadaan moda transportasi KALS yang melayani dan menghubungkan secara utuh kota-kota di Pulau Sumatera dan Jakarta ini merupakan bagian dari beberapa agenda Rencana Pembangunan perkeretaapian di Indonesia [1].

Namun terwujudnya rencana ini tidak terlepas dari berbagai aspek pertimbangan, baik secara ekonomis, lingkungan, dan kondisi eksisting operasional kereta api di Pulau Sumatera sendiri. Kondisi eksisting operasional kereta api (KA) di Pulau Sumatera menunjukkan bahwa lintas Sumatera telah diakomodasi oleh moda transportasi jalan raya dengan karakteristik operasional yang lebih fleksibel dan pelayanan dari pintu ke pintu dengan memiliki tiga skala jarak asal – tujuan (dekat, sedang, dan jauh) dengan berbagai bentuk armada bus besar, sedang, dan mobil penumpang standar) serta menyediakan berbagai klasifikasi atribut pelayanan. Moda Transportasi lain yang melayani dan menghubungkan kota-kota di Pulau Sumatera, walaupun tidak sebanyak moda transportasi jalan raya, adalah Moda Transportasi Udara dengan skala jarak sedang dan jauh.

Secara fisik, jaringan prasarana rel Kereta Api di Pulau Sumatera sampai saat ini masih belum sepenuhnya terhubung secara utuh dari Kota Banda Aceh sampai Kota Bandar Lampung atau masih mengelompok di Sumatera bagian utara, Sumatera bagian tengah hanya di Sumatera Barat saja, dan Sumatera bagian selatan di Sumatera Selatan dan Lampung saja. Hal ini menyebabkan pelayanan antar kota-kota besar yang ada di Pulau Sumatera tidak terhubung. Akibatnya, pelayanan moda transportasi kereta api kepada masyarakat pelaku perjalanan antar kota-kota besar di Pulau Sumatera kurang maksimal dan masih bersifat pelayanan dalam lingkup wilayah regional sesuai dengan kondisi permintaan masing-masing daerah atau belum berbentuk jaringan berskala nasional (Antarkota Antarprovinsi) seperti halnya di Pulau Jawa.

Implikasi kondisi pelayanan perkeretaapian di Pulau Sumatera seperti yang diuraikan di atas adalah seluruh kebutuhan perjalanan penumpang dan barang yang berskala nasional (Antarkota Antarprovinsi) di Pulau Sumatera, diakomodasi atau dilayani oleh moda transportasi jalan raya dengan pangsa sebesar 25%, moda transportasi udara dengan pangsa sebesar 25%, dan moda transportasi laut khususnya Koridor Pelabuhan Tanjung Priok – Pelabuhan Belawan sebesar 50% [2]. Sementara di luar Koridor Laut Pelabuhan Tanjung Priok – Pelabuhan Belawan, hampir seluruh kota-kota besar di Pulau Sumatera dan Jakarta dihubungkan dengan pelayanan moda transportasi jalan raya (bus dan truk) dan moda transportasi udara (pesawat).

Mengingat dan mempertimbangkan besarnya biaya pengadaan infrastruktur jaringan rel KALS termasuk pengadaan stasiunnya sebagai simpul yang diperkirakan mencapai US \$16,060 milyar lebih, dengan panjang rel total yang direncanakan 5.084 km (*the Sumatera Railway Master Plan, Final Report, 2000*), dalam [3] dan dalam [4], apakah mungkin pihak penyedia jasa mampu sekurang-sekurangnya mengembalikan dana investasi dengan atribut pelayanan maksimal kepada pengguna jasa, aspek besaran tarif angkutan, frekuensi operasi dan waktu tempuh berkompetisi dengan moda transportasi jalan raya, laut, dan udara.

Setiap moda transportasi umum memiliki karakteristik pelayanan tersendiri yang berbeda-beda untuk memengaruhi pilihan pengguna moda transportasi seperti waktu tempuh, biaya perjalanan, frekuensi keberangkatan, kenyamanan, dan faktor keselamatan. Agar moda transportasi ini diminati oleh pelaku perjalanan, suatu hal yang sangat mendesak disediakan adalah sebuah atribut pelayanan baru sebagai variabel bebas baru yang memengaruhi pilihan masyarakat terhadap moda transportasi, walaupun moda tersebut akan diadakan. Penelitian sebelumnya [5], [6] menjelaskan bahwa atribut pelayanan moda transportasi yang memengaruhi pelaku perjalanan adalah waktu di dalam kendaraan selama perjalanan dan nilai waktu perjalanan. Sementara itu, penelitian lain [7] hanya mengkaji faktor harga tiket, waktu tempuh, kenyamanan, dan frekuensi perjalanan sebagai atribut pelayanan moda transportasi yang memengaruhi pelaku perjalanan dalam memilih moda transportasi. Di samping itu, penelitian lain [8] hanya memasukkan variabel biaya perjalanan, waktu tempuh, dan frekuensi keberangkatan sebagai karakteristik pelayanan moda transportasi yang memengaruhi perilaku pengguna.

Dalam disertasinya [9], peneliti sebelumnya hanya memasukkan faktor sosial ekonomi pelaku perjalanan, lama waktu perjalanan, dan biaya perjalanan untuk melihat perilaku pelaku perjalanan. Sedangkan peneliti lain [10] dalam tulisan ilmiahnya masih menggunakan variabel kecepatan kendaraan,

jarak keberangkatan kendaraan, dan kenyamanan di dalam kendaraan sebagai faktor yang memengaruhi perilaku penumpang dalam memilih moda transportasi untuk melakukan perjalanan.

Penelitian yang dilakukan oleh [11] dalam memperkirakan potensi perpindahan pelaku perjalanan dari Bus Umum ke Kereta Api (rencana reaktivasi jalan rel dari Jember ke Panarukan), hanya menggunakan dua atribut pelayanan moda transportasi sebagai variabel yang memengaruhi perilaku pelaku perjalanan dalam memilih moda alternatif yaitu waktu tempuh dan tarif. Penelitian yang berbeda [12] menyatakan bahwa moda transportasi berbasis rel (Kereta Api) ini memiliki karakteristik tersendiri berupa kelebihan dan kekurangan seperti halnya moda transportasi lain seperti bus umum, travel, ataupun pesawat dalam melayani pelaku perjalanan.

Agar dapat menarik pelaku perjalanan, maka setiap moda transportasi yang akan diadakan dalam hal ini adalah KALS harus meminimalisasi kekurangannya untuk dapat berkompetisi dengan moda transportasi yang telah beroperasi melayani, yaitu bus dan pesawat. Salah satu kekurangan Moda Kereta Api adalah operasionalnya tidak fleksibel, baik sebelum perjalanan atau dalam perjalanan, yang dikenal sebagai tidak dari pintu ke pintu [12].

Penelitian ini dimaksudkan untuk sedikit membantu terlaksananya operasional KALS dengan cara mengkaji peluang atau potensi kebutuhan perjalanan masyarakat antar kota-kota besar yang ada di Pulau Sumatera. Penelitian ini ingin mengetahui apakah KALS memiliki peluang untuk dipilih masyarakat pelaku perjalanan antar kota-kota besar di Pulau Sumatera atau tidak, dengan catatan pelayanan yang diberikan sekurang-kurangnya sama dengan moda transportasi yang sudah beroperasi saat ini, terutama jalan raya, udara, dan laut. Penelitian ini memasukkan atribut pelayanan baru moda transportasi kereta api sebagai variabel baru yang dianggap berpotensi memengaruhi perilaku para pelaku perjalanan untuk menggunakan moda transportasi kereta api sebagai kendaraannya, yaitu berupa integrasi kereta api dengan transportasi jalan raya *online* dalam bentuk berkesinambungan. Harga tiket kereta api sudah termasuk biaya transportasi *online* yang menjemput ke rumah/hotel di mana masyarakat pelaku perjalanan berada di sepanjang koridor rel kereta api yang menghubungkan Kota Padang (kota asal) ke kota-kota tujuan yang ada di Pulau Sumatera). Analisis dilakukan terhadap pernyataan mana yang lebih disukai, jika atribut-atribut pelayanan termasuk pelayanan baru diskenariokan (*stated preference*) menggunakan model hubungan fungsi kepuasan pengguna. Selanjutnya, analisis sensitivitas diterapkan pada masing-masing variabel.

2. Metodologi

2.1. Jenis-Jenis Data

Pada penelitian ini, data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder seperti berikut:

2.1.1. Data Primer

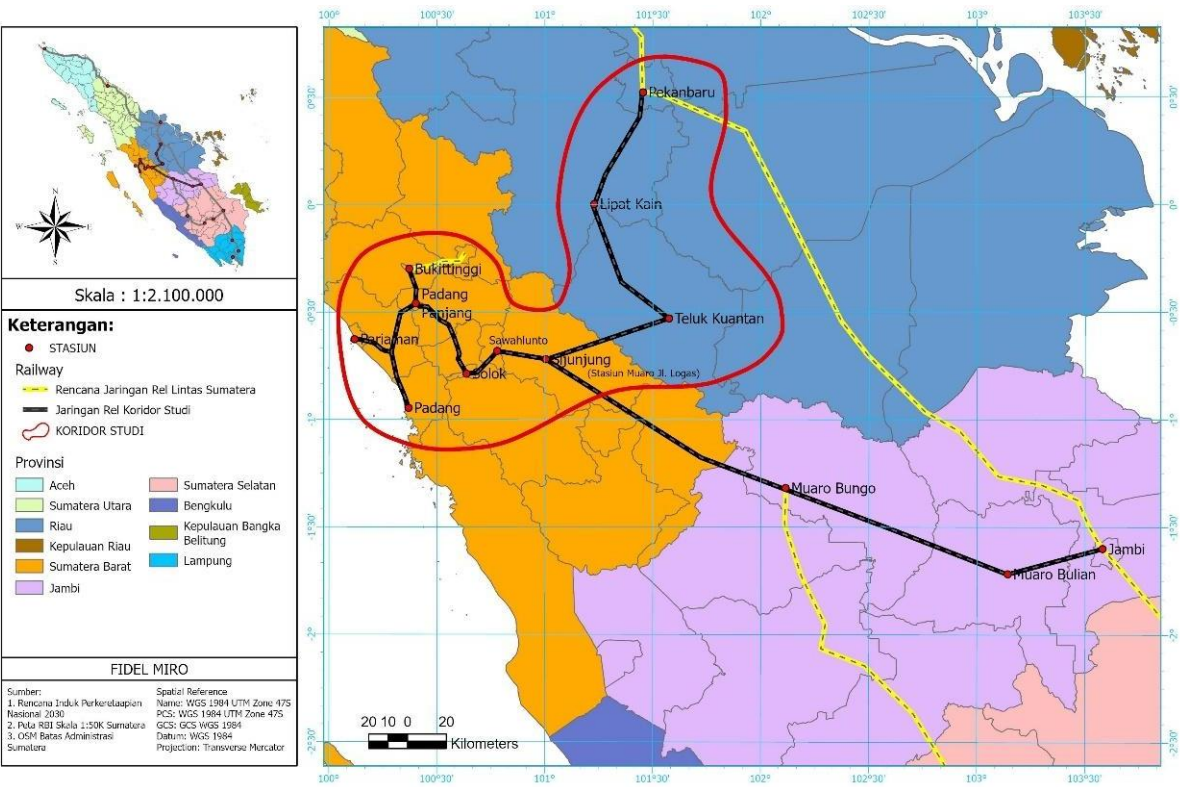
Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner secara langsung kepada penduduk yang berdomisili di sepanjang koridor yang dilewati rencana pembangunan rel kereta api di tiga provinsi, meliputi Provinsi Sumatera Barat, Riau, dan Jambi yang menghubungkan antara Kota Padang dengan Pekanbaru seperti yang dapat dilihat pada peta Gambar 1, yaitu koridor studi.

2.1.2. Data Sekunder

Data sekunder berupa informasi tentang rencana pelayanan yang diberikan oleh pihak PT Kereta Api Indonesia sebagai penyedia jasa kepada para calon penggunaannya dan data-data lain yang mendukung penelitian.

2.1.3. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan objek yang diteliti. Sementara itu, sampel adalah masyarakat yang dipilih menjadi responden dan dipilih secara acak (*random sampling*). Responden sejumlah 400 orang merupakan sampel dari populasi jumlah penduduk ketiga provinsi dan tidak ditentukan siapa yang akan dijadikan responden (acak).



Sumber : [1].

Gambar 1. Rencana Koridor Rel Kereta Api Lintas Sumatera Padang (Sumbar) – Riau – Jambi – Riau – Pekanbaru

Tabel 1. Jumlah penduduk Provinsi Sumatera Barat, Riau, dan Jambi serta proporsi sampel per Provinsi

No.	Provinsi	Jumlah Penduduk	Proporsi Sampel per Provinsi
1	Sumatera Barat	5.640.629	35%
2	Riau	6.614.384	42%
3	Jambi	3.677.894	23%
Total		15.932.907	100%

Sumber: BPS Provinsi Sumbar, Riau, dan Jambi tahun 2022.

2.1.4. *Populasi*

Populasi pada penelitian ini adalah jumlah penduduk di ketiga provinsi, meliputi Sumatera Barat, Riau, dan Jambi, di mana rencana jaringan jalan rel KALS akan dibangun dan dioperasikan dengan jumlah penduduk seperti tertera pada Tabel 1.

2.1.5. *Sampel*

Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah Rumus Slovin seperti persamaan (1) dengan populasi merupakan total jumlah penduduk yang mendiami Provinsi Sumbar, Riau, dan Jambi menurut hasil sensus BPS tahun terakhir.

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

(1)

dimana n adalah besarnya sampel yang ditetapkan dalam survei, N adalah populasi jumlah penduduk Sumbar, Riau, dan Jambi, dan e adalah tingkat kesalahan dengan derajat keyakinan 5% (0,05).

Berdasarkan perhitungan yang ada, maka sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 400 sampel.

2.2. Teknik Analisis Data

Data yang sudah didapatkan melalui survei primer dan sekunder dianalisis melalui beberapa tahap, yaitu analisis karakteristik, fungsi kepuasan, analisis sensitivitas, dan penentuan probabilitas masing-masing moda transportasi untuk dipilih.

2.2.1. Analisis Karakteristik Responden

Karakteristik responden dianalisis menggunakan analisis deskriptif untuk mengetahui latar belakang responden yang dijadikan sebagai objek penelitian dan diasumsikan bahwa responden akan melakukan perjalanan pada koridor studi Padang-Pekanbaru sebagai studi kasus.

2.2.2. Analisis Fungsi Utilitas dan Probabilitas Pemilihan Moda

Untuk melihat pengaruh atribut pelayanan yang dijadikan variabel bebas (penjelas) dalam memengaruhi perilaku pelaku perjalanan dalam memilih moda transportasi digunakan model fungsi utilitas dan model probabilitas pemilihan moda seperti persamaan (2) dan (3) berikut [4], [13]:

$$Y = \text{Constanta } (a) + \sum b X + \dots e \quad (2)$$

dimana Y adalah kepuasan pelaku perjalanan menggunakan suatu moda (KA), X adalah variabel bebas berupa atribut pelayanan moda transportasi, b adalah koefisien Regresi, a adalah konstanta, e adalah mewakili variabel yang tidak dimasukkan (kesalahan/tidak teramati), dan $\sum$ adalah sejumlah variabel bebas (atribut pelayanan)

$$P = \frac{\exp(Y_{mi})}{\sum_{h=2}^M \exp(Y_{hi})} \quad (3)$$

dimana P adalah peluang moda KA akan digunakan oleh pelaku perjalanan, $Y_{KALS/mi}$ adalah nilai kepuasan moda KA (akan diadakan), $Y_{BUSA/KAP/hi1}$ adalah nilai kepuasan moda Bus, dan $Y_{TRA/hi2}$ adalah nilai kepuasan moda Travel.

2.2.3. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan melalui uji sensitivitas masing-masing nilai koefisien setiap variabel bebas yaitu variabel *Total Travel Time* (TTT), *Total Travel Cost* (TTC), dan *Seamless Integration* (SEM). Saat nilai masing-masing variabel dinaikkan dan diturunkan, dianalisis nilai besarnya kepekaan terhadap variabel terikat yang diamati yaitu CHOICE (pilihan responden terhadap moda transportasi yang dipilih) apakah Bus AKAP, Travel, atau moda rencana, yaitu KALS.

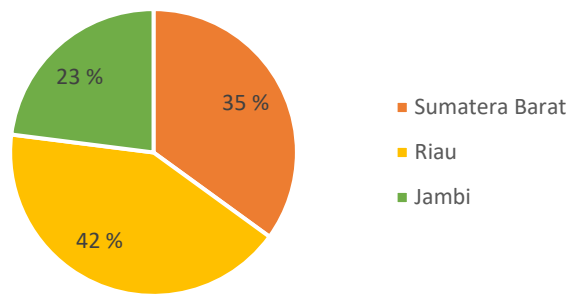
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Karakteristik Umum Responden

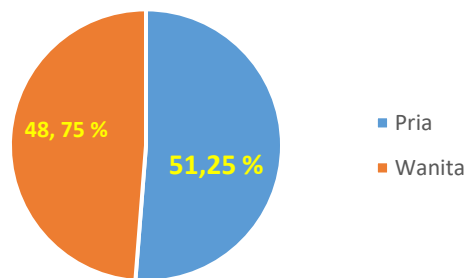
Analisis ini merupakan tinjauan terhadap sosial ekonomi responden seperti lokasi, jenis kelamin, tingkat pendidikan, penghasilan, pekerjaan, dan maksud perjalanan responden sebagai berikut:

3.1.1. Karakteristik Responden Berdasarkan Lokasi Survei

Identitas responden yang pertama diketahui adalah lokasi survei, di mana penyebaran formulir kuesioner dilakukan secara acak (random) di tiga lokasi menurut wilayah administrasi, yaitu dalam wilayah Provinsi Sumatera Barat, Riau, dan Jambi. Jumlah responden di wilayah Provinsi Sumatera Barat sebanyak 140 responden, Provinsi Riau sebanyak 168 responden, dan Provinsi Jambi sebanyak 92 responden. Di luar Provinsi Sumatera Barat, yaitu Riau dan Jambi, dipilih wilayah-wilayah yang direncanakan dilintasi rel kereta api atau akan dibangun rel Kereta Api Lintas Sumatera menuju ke Pekanbaru, Provinsi Riau yaitu Padang/Bukittinggi – Solok – Sawahlunto – Muaro Sijunjung – Dharmasraya ke Teluk Kuantan – Pekanbaru dan Jambi.



Gambar 2. Lokasi survei (tempat pendistribusian form kuesioner).



Gambar 3. Jenis kelamin responden

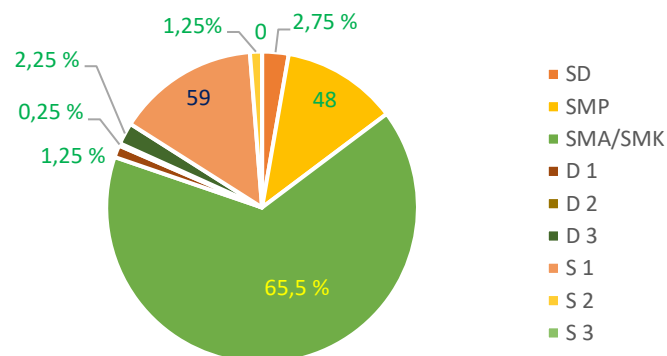
Secara persentase, pendistribusian formulir survei untuk wilayah Provinsi Sumatera Barat adalah 35%, wilayah Provinsi Riau sebanyak 42%, dan Provinsi Jambi sebanyak 23%, seperti yang ditampilkan pada grafik Gambar 2.

3.1.2. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

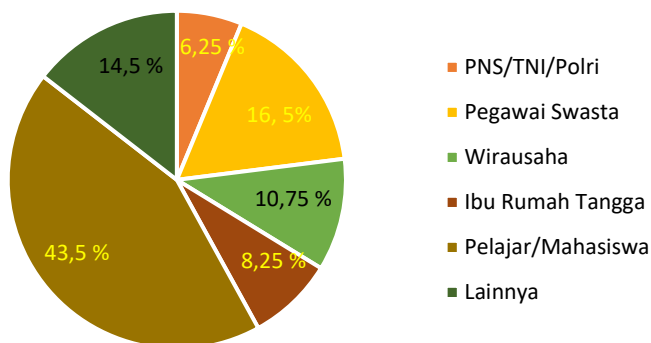
Identitas responden selanjutnya diketahui dari jenis kelamin responden (gender). Dari hasil survei primer, terdapat pria dan wanita seperti yang disajikan pada Gambar 3.

3.1.3. Karakteristik Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir

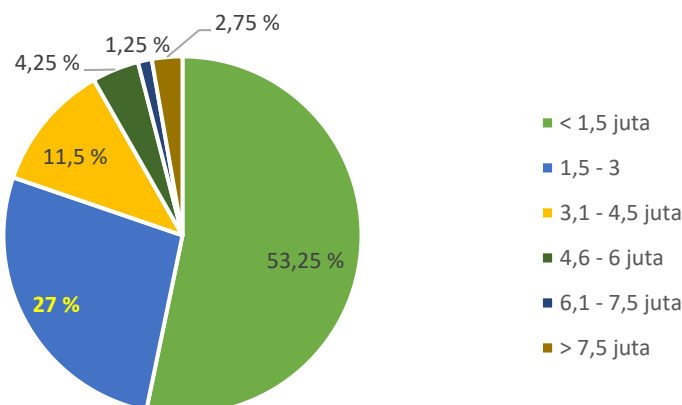
Karakteristik responden selanjutnya adalah pendidikan terakhir responden. Menurut hasil penyebaran form kuesioner, diperoleh data sebagai berikut: SD sebanyak 11 responden, SMP sebanyak 48 responden, SMA/SMK sebanyak 262 responden, D1 sebanyak 5 responden, D2 hanya 1 orang responden saja, D3 sebanyak 9 responden, S1 sebanyak 59 responden, S2 sebanyak 5 responden, dan S3 tidak ada, Persentase dari jumlah masing-masing terdapat pada grafik Gambar 4.



Gambar 4. Tingkat pendidikan terakhir responden.



Gambar 5. Pekerjaan responden



Gambar 6. Penghasilan responden (dalam Juta Rupiah) per bulan

3.1.4. Karakteristik Responden Berdasarkan Pekerjaan

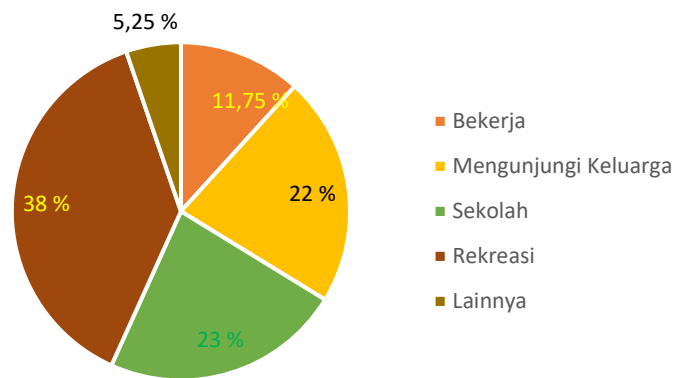
Untuk pekerjaan responden, hasil survei melihatkan seperti berikut yaitu: Pegawai Negeri Sipil/TNI/Polri sebanyak 25 orang responden, Pegawai Swasta sebanyak 67 responden, Wirausaha sebanyak 43 responden, Ibu Rumah Tangga sebanyak 33 responden, Pelajar/Mahasiswa sebanyak 174 responden dan lainnya sebanyak 58 responden, yang secara grafis dapat dilihat pada Gambar 5.

3.1.5. Responden Berdasarkan Penghasilan per Bulan (dalam Juta Rupiah);

Untuk penghasilan responden, dari hasil pengumpulan data melalui form kuisioner, didapatkan data seperti berikut; <1,5 = 213 orang responden, 1,5 – 3 = 108 responden, 3,1 – 4,5 = 46 responden, 4,6 – 6 = 17 responden, 6,1 – 7,5 = 5 responden dan >7,5 = 11 orang responden, yang secara grafis dapat dilihat melalui Gambar 6.

3.1.6. Responden Berdasarkan Maksud Perjalanan ke Kota Tujuan Menggunakan Angkutan Umum

Berdasarkan hasil survei, maksud Perjalanan responden ke kota tujuan menggunakan angkutan umum adalah sebagai berikut: Bekerja sebanyak 47 responden, Mengunjungi Keluarga sebanyak 88 orang responden, Sekolah sebanyak 92 responden, Rekreasi sebanyak 152 responden dan Lainnya sebanyak 21 responden, yang secara grafis dapat diamati pada Gambar 7.



Gambar 7. Maksud perjalanan ke kota tujuan menggunakan angkutan umum

3.2. Analisis Sensitivitas

Uji sensitivitas ini dilakukan untuk melihat dan mengetahui seberapa besar pengaruh atribut pelayanan setiap moda transportasi TTT, TTC, dan SEM terhadap perubahan keputusan (perilaku) pelaku perjalanan dalam menetapkan pilihan mereka dari salah satu moda transportasi, meliputi Bus AKAP, Travel, atau KALS jika nilai atribut pelayanan divariasikan (dinaikkan atau diturunkan). Keputusan (perilaku) pelaku perjalanan ini akan dapat dilihat dan dibuktikan dari nilai probabilitas (peluang) masing-masing moda transportasi. Selanjutnya dipilih, akibat berubahnya salah satu nilai atribut pelayanan, apakah diturunkan atau dinaikkan. Berarti dalam hal ini, variabel bebas (atribut pelayanan) mana yang paling sensitif, maka atribut pelayanan tersebut yang memiliki pengaruh paling besar terhadap keputusan pengguna jasa moda transportasi alternatif yang berperan sebagai pelaku perjalanan dan atribut pelayanan yang paling tinggi nilai sensitivitasnya. Itu lah yang menentukan kepuasan pengguna jasa moda transportasi alternatif.

Nilai utilitas (kepuasan) pelaku perjalanan sebagai pengguna jasa masing-masing moda transportasi alternatif yang akan dipilih ini, apakah Bus AKAP, Travel, atau moda rencana KALS, didapatkan dari hasil analisis data dengan menggunakan fungsi utilitas seperti persamaan (2) di atas.

Dengan mengamati nilai kepuasan pengguna jasa moda transportasi dalam memilih moda transportasi alternatif (Bus AKAP, Travel, dan moda rencana KALS) yang dipengaruhi oleh variabel bebas berupa atribut pelayanan TTT, TTC, dan SEM, maka dapat dilihat besarnya tingkat kepekaan (sensitivitas) terhadap perubahan nilai kepuasan.

Nilai kepuasan yang sudah didapatkan melalui model fungsi utilitas dalam bentuk persamaan regresi linear berganda digunakan untuk menentukan probabilitas atau peluang masing-masing moda transportasi alternatif yang akan dipilih pelaku perjalanan melalui model pilihan *multinomial logit* (MNL) pada persamaan (3) di atas.

Semakin tinggi tingkat sensitivitas perubahan variabel terikat berupa keputusan pilihan pelaku perjalanan akibat berubahnya nilai variabel bebas berupa atribut pelayanan moda transportasi alternatif, maka model persamaan (2) dapat dikatakan berkualitas atau baik karena menurut [14], analisis sensitivitas merupakan alat untuk menguji kualitas suatu model.

Sementara itu terdapat hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa analisis sensitivitas digunakan untuk menentukan seberapa “sensitif” suatu model terhadap perubahan nilai parameter model dan terhadap perubahan struktur model [15], [16], [17], [18]. Sensitivitas parameter biasanya dilakukan sebagai serangkaian pengujian di mana pemodel menetapkan nilai parameter yang berbeda untuk melihat bagaimana perubahan parameter menyebabkan perubahan perilaku variabel terikat yang diamati seperti yang dinyatakan oleh peneliti sebelumnya [20], [21], [22]. Dengan menunjukkan bagaimana perilaku model merespons perubahan nilai parameter, analisis sensitivitas menjadi alat yang berguna dalam

Tabel 2. Hasil luaran SPSS nilai-nilai parameter statistik

No.	Atribut Pelayanan Moda sebagai Variabel Bebas	df (Derajat Kebebasan)	Nilai Koefisien	t-hitung	p-value	Persentase Signifikan	R	R ²	Standard Error (SE)
1.	CONSTANTA	9599	0,104	1,291	0,197				
2.	TIME	9599	-0,01	-1,747	0,081	> 0,025 (not)			
3.	COST	9599	-3.812E-7	-3,069	0,002	< 0,025 (ok)	0,75	0,57	0,310
4.	FREQ	9599	-0,07	-33,872	0,000	< 0,025 (ok)			
5.	SEM	9599	0,18	83,200	0,000	< 0,025 (ok)			

Sumber : Hasil Olah Data Luaran SPSS, 2025

pembuatan dan evaluasi model. Atribut pelayanan berupa pengembangan teknologi otomatis pada moda transportasi kereta api perkotaan memiliki sensitivitas tinggi dengan bertambahnya penumpang kereta api [19].

Penelitian terdahulu menyatakan hal yang sama, bahwa uji analisis sensitivitas dilakukan untuk mengukur elastisitas model *Multinomial Logit (MNL)* terhadap perubahan atribut pelayanan moda transportasi yang berkompetisi dalam menarik pengguna jasa, termasuk atribut yang berwujud, tetapi dirasakan oleh penumpang kereta api [17][18].

Penelitian ini melihat seberapa besar pengaruh perubahan nilai-nilai atribut seperti penurunan dan kenaikan tarif angkutan mengubah waktu perjalanan total, jumlah frekuensi keberangkatan, dan integrasi berkesinambungan dengan tetap menjaga semua variabel penjelas lainnya, terhadap probabilitas pilihan dari alternatif yang diberikan. Dalam penelitian ini terdapat tiga moda transportasi yang berkompetisi yaitu bus AKAP dan travel yang sudah beroperasi serta moda rencana Kereta Api Lintas Sumatera atau KALS yang belum beroperasi. Menurut Gallo, dkk, hal ini dapat dilihat melalui uji sensitivitas perubahan variabel bebas terhadap perubahan variabel tidak bebas [19]. Pengamatan terhadap sensitivitas satu variabel bebas dengan menganggap variabel lain tidak berubah banyak dilakukan di antaranya oleh beberapa peneliti terdahulu [23], [24], [25], [26], [27], [28]. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut belum mengamati variabel baru atribut pelayanan integrasi berkesinambungan antara moda transportasi Kereta Api Lintas Sumatera dengan moda transportasi *online*.

Untuk melihat nilai-nilai sensitivitas pilihan moda transportasi alternatif oleh pelaku perjalanan akibat berubahnya nilai-nilai masing-masing variabel bebas dalam model berupa atribut pelayanan yaitu TTT, TTC, dan SEM, maka perlu diketahui nilai koefisien atau parameter masing-masing variabel bebas yang dimasukkan ke dalam persamaan fungsi kepuasan pengguna moda transportasi dalam bentuk persamaan (2) di atas. Hal ini bertujuan untuk menentukan nilai utilitas setiap moda dan proporsi peluang moda transportasi alternatif untuk dipilih oleh pelaku perjalanan.

Menurut Miro bahwa nilai utilitas setiap moda transportasi alternatif yaitu bus AKAP, travel, dan rencana moda KALS didapatkan melalui analisis pemilihan moda transportasi dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Hasil analisis ini disajikan pada Tabel 2 [5].

Nilai kepuasan menggunakan masing-masing moda transportasi alternatif bus AKAP, travel, dan KALS dapat ditentukan melalui persamaan (2) dengan memasukkan nilai koefisien variabel bebas pada Tabel 2 di atas, yaitu:

$$U = 0,104 - 0,01 (\text{TIME}) - 0,0000003812 (\text{COST}) - 0,07 (\text{FREQ}) + 0,18 (\text{SEM}) \quad (4)$$

Keterangan:

U = Utilitas; *TIME* = Waktu perjalanan; *COST* = Biaya perjalanan; *FREQ* = Frekuensi; *SEM* = Integrasi berkesinambungan.

$$1. \text{ Bus AKAP; } U_{\text{Bus AKAP}} = 0,104 - 0,01 (11) - 0,0000003812 (250.000) - 0,07 (2) + 0,18 (1) \\ = 0,104 - 0,11 - 0,0953 - 0,14 + 0,18 = - 0,06$$

$$2. \text{ Travel; } U_{\text{Travel}} = 0,104 - 0,01 (8) - 0,0000003812 (200.000) - 0,07 (10) + 0,18 (5) \\ = 0,104 - 0,09 - 0,07624 - 0,7 + 0,9 = 0,14$$

$$3. \text{ KALS; } U_{\text{KALS}} = 0,104 - 0,01 (11) - 0,0000003812 (200.000) - 0,07 (3) + 0,18 (6) \\ = 0,104 - 0,11 - 0,07624 - 0,21 + 1,08 = 0,79$$

Melalui persamaan (3), probabilitas atau peluang moda transportasi pilihan yang dalam hal ini adalah bus AKAP, travel (moda transportasi yang sudah beroperasi) dan Kereta Api Lintas Sumatera (akan dioperasikan) akan dipilih oleh pengguna moda atau pelaku perjalanan dapat ditentukan sebagai berikut:

- 1). Peluang moda transportasi bus AKAP untuk dipilih pengguna:

$$P(\text{Bus AKAP}) = \frac{e^{-0,06}}{e^{-0,06} + e^{0,14} + e^{0,79}} = \frac{0,94}{0,94 + 1,15 + 2,20} = \frac{0,94}{4,29} = 0,22 = 22 \%$$

- 2). Peluang moda transportasi travel untuk dipilih pengguna:

$$P(\text{Travel}) = \frac{1,15}{4,29} = 0,27 = 27 \%$$

- 3). Peluang moda transportasi KALS untuk dipilih pengguna:

$$P(\text{KALS}) = \frac{2,20}{4,29} = 0,51 = 51 \%$$

Dari hasil analisis data didapatkan probabilitas (peluang) masing-masing moda transportasi adalah bus AKAP 22%, travel 27%, dan KALS 51%. Dengan menaikkan atau menurunkan salah satu atribut pelayanan, diketahui seberapa besar perubahan nilai persentase probabilitas (peluang) masing-masing moda transportasi dan uji sensitivitas ini dilakukan untuk kereta api saja.

3.2.1. Atribut Pelayanan SEM;

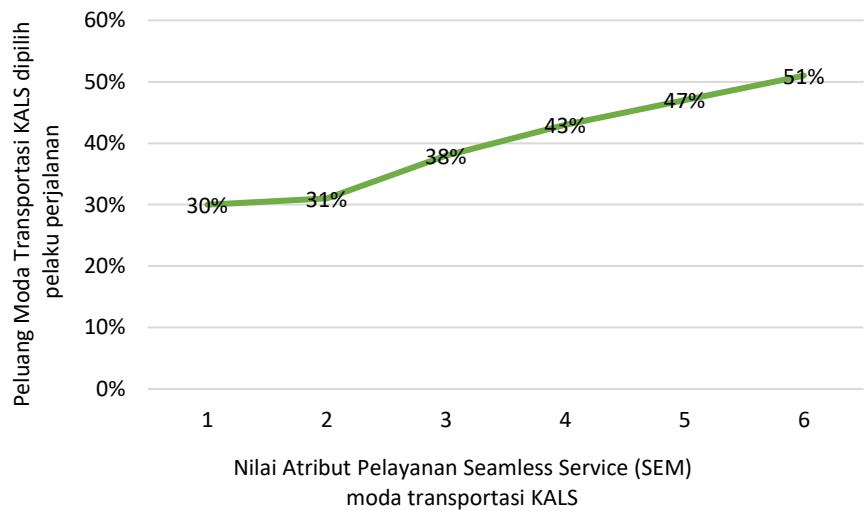
Atribut pelayanan (variabel bebas) integrasi berkesinambungan antara moda Kereta Api Lintas Sumatera dengan transportasi *online* (SEM) memiliki nilai skala 6. Jika nilainya diturunkan menjadi 5, dengan atribut pelayanan TTT dan TTC tetap, maka probabilitas moda transportasi Kereta Api Lintas Sumatera menjadi 0,62 (62%) untuk dipilih calon pengguna atau turun sebesar 12%.

Uji sensitivitas ini dilakukan untuk melihat dan mengetahui seberapa besar pengaruh atribut pelayanan setiap moda transportasi TTT, TTC, dan SEM terhadap perubahan keputusan (perilaku) pelaku perjalanan dalam menetapkan pilihan mereka dari salah satu moda transportasi bus AKAP, travel, atau KALS, jika nilai atribut pelayanan divariasikan (dinaikkan atau diturunkan).

Keputusan (perilaku) pelaku perjalanan ini akan dapat dilihat dan dibuktikan dari nilai probabilitas (peluang) masing-masing moda transportasi untuk dipilih akibat berubahnya salah satu nilai atribut pelayanan apakah diturunkan atau dinaikkan. Pengamatan hanya untuk moda transportasi KALS saja. Jika hasil analisis data didapatkan probabilitas (peluang) masing-masing moda transportasi adalah bus AKAP 22%, travel 27%, dan KALS adalah 51%, jika salah satu atribut pelayanan dinaikkan atau diturunkan, seberapa besarkah probabilitas (peluang) masing-masing moda transportasi berubah nilai persentasenya. Secara detail, perhitungan dapat disajikan pada Tabel 3 sedangkan nilai sensitivitas variabel integrasi berkesinambungan dapat juga diamati melalui grafik sensitivitas pada Gambar 8.

Tabel 3. Perhitungan sensitivitas atribut pelayanan integrasi berkesinambungan (Seamless Services - SEM)

No.	Nilai Atribut Pelayanan "SEM"	Utilitas KALS	Probabilitas Pemilihan Moda KA Lintas Sumatera
1.	6	0,79	0,51 (51 %)
2.	5	0,61	0,47 (47 %)
3.	4	0,43	0,43 (43 %)
4.	3	0,25	0,38 (38 %)
5.	2	-0,07	0,31 (31 %)
6.	1	-0,11	0,30 (30 %)



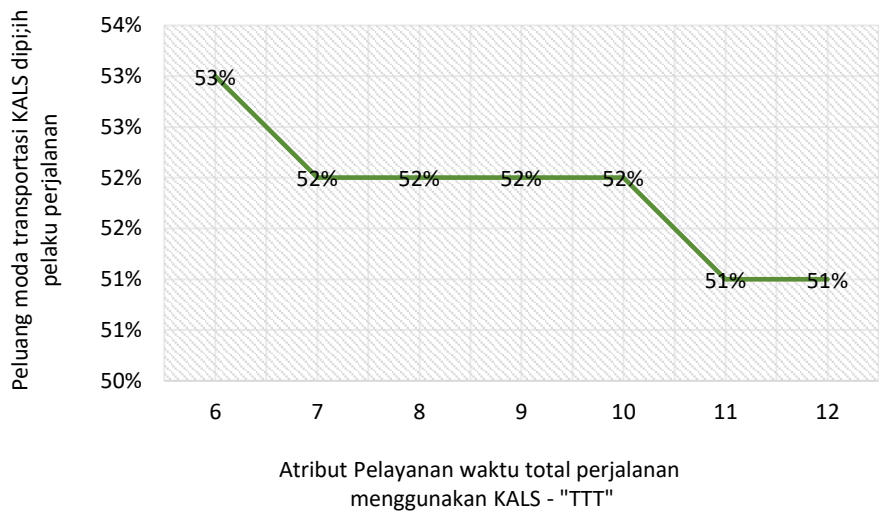
Gambar 8. Sensitivitas atribut pelayanan integras berkesinambungan (SEM)

3.2.2. Atribut pelayanan TTT

Atribut pelayanan total waktu perjalanan (TTT) diubah dengan dinaikkan atau diturunkan dari standar 11 jam untuk moda KALS menjadi 12 jam atau 10 jam, sementara atribut pelayanan lain tetap. Maka, utilitas moda transportasi KALS juga akan berubah dan peluang KALS untuk dipilih juga akan berubah. Nilai perubahannya dapat diamati melalui Tabel 4 dan Gambar 9.

Tabel 4. Perhitungan sensitivitas atribut pelayanan waktu total perjalanan dengan moda KALS (TIME)

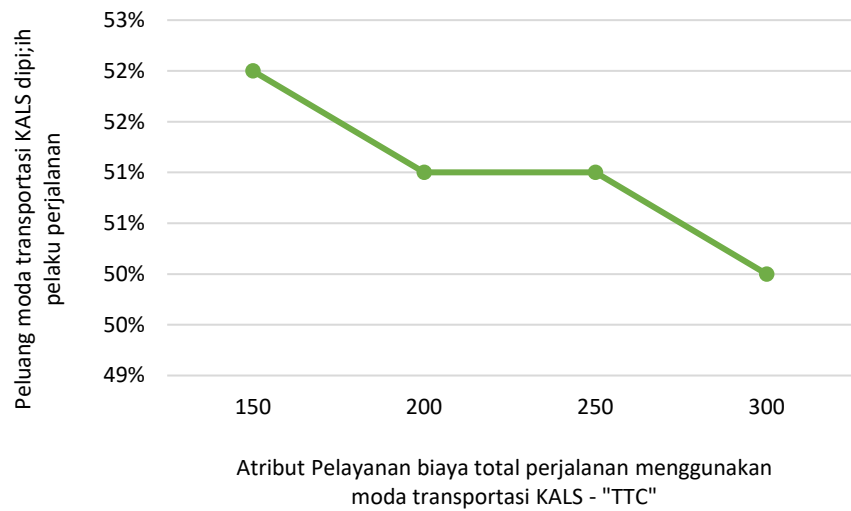
No.	Nilai Atribut Pelayanan "TIME"	Utilitas KALS	Probabilitas Pemilihan Moda KA Lintas Sumatera
1.	6 jam	0,84	0,53 (53 %)
2.	7 jam	0,83	0,52 (52 %)
3.	8 jam	0,82	0,52 (52 %)
4.	9 jam	0,81	0,52 (52 %)
5.	10 jam	0,80	0,52 (52 %)
6.	11 jam	0,79	0,51 (51 %)
7.	12 jam	0,78	0,51 (51 %)



Gambar 9. Sensitivitas atribut pelayanan waktu pelayanan total menggunakan moda KALS – “TTT”.

Tabel 5. Perhitungan sensitivitas atribut pelayanan biaya total perjalanan dengan moda KALS (Total Travel Cost – TTC)

No.	Nilai Atribut Pelayanan “TTC”	Utilitas KALS	Probabilitas Pemilihan Moda KA Lintas Sumatera
1.	Rp150.000	0,81	0,52 (52%)
2.	Rp200.000	0,79	0,51 (51%)
3.	Rp250.000	0,77	0,51 (51%)
4.	Rp300.000	0,75	0,50 (50%)



Gambar 10. Sensitivitas atribut pelayanan biaya total perjalanan menggunakan moda KALS – “TTC”

3.2.3. Atribut Pelayanan TTC

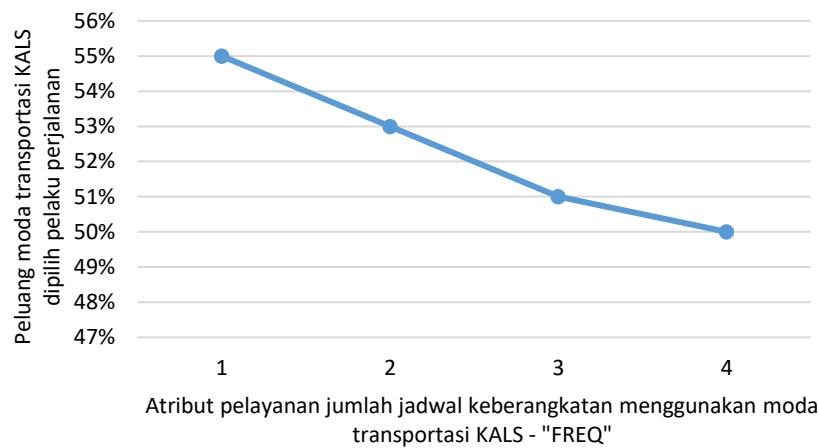
Atribut pelayanan total biaya perjalanan (TTC) diubah dengan dinaikkan atau diturunkan dari standar Rp200.000 untuk moda KALS menjadi Rp250.000 atau Rp.150.000, sementara atribut pelayanan lain tetap, maka utilitas moda transportasi KALS juga akan berubah dan peluang KALS untuk dipilih juga akan berubah. Nilai perubahannya akan dapat kita amati melalui Tabel 5 dan Gambar 10.

3.2.4. Atribut Pelayanan FREQ

Atribut pelayanan sebagai variabel bebas berikutnya adalah jumlah jadwal keberangkatan moda transportasi Kereta Api Lintas Sumatera (KALS) atau disimbolkan dengan FREQ. Atribut pelayanan FREQ ini juga diuji sensitivitasnya dengan menaikkan dan menurunkan nilainya. Akan diketahui sampai berapa besarnya sensitivitasnya terhadap peluang moda transportasi Kereta Api Lintas Sumatera akan dipilih oleh para pelaku perjalanan. Setelah dilakukan perubahan terhadap nilai FREQ ini, maka dapat diamati perhitungannya seperti yang tersaji pada Tabel 6 dan Gambar 11.

Tabel 6. Perhitungan sensitivitas atribut pelayanan jumlah jadwal keberangkatan dengan moda KALS (FREQ)

No.	Nilai Atribut Pelayanan “FREQ”	Utilitas KALS	Probabilitas Pemilihan Moda KA Lintas Sumatera
1.	4 kali	0,72	0,50 (50%)
2.	3 kali	0,79	0,51 (51%)
3.	2 kali	0,86	0,53 (53%)
4.	1 kali	0,93	0,55 (55%)



Gambar 11. Sensitivitas Atribut Pelayanan Jumlah Jadwal Keberangkatan Menggunakan Moda Transportasi KALS – “FREQ”.

Pada uji sensitivitas keempat variabel bebas sebagai atribut pelayanan moda transportasi TTT, TTC, FREQ, dan SEM, hanya SEM (*seamless service*) yang menunjukkan tingkat sensitivitas tinggi terhadap perubahan perilaku pengguna moda transportasi dalam menetapkan pilihan mereka. Hal ini ditunjukkan pada grafik sensitivitas Gambar 6 sampai Gambar 11 dan Tabel 3 sampai Tabel 6 di atas.

4. Kesimpulan

Secara keseluruhan, penelitian ini meneliti atribut pelayanan baru berupa integrasi moda transportasi (*seamless service*), mulai dari uji signifikan nilai koefisien regresi dan uji sensitivitas. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat signifikan paling tinggi dari atribut pelayanan TTT (waktu perjalanan total), TTC (biaya perjalanan total), dan FREQ (jumlah jadwal keberangkatan) dapat membuat bertambahnya peluang moda transportasi KALS untuk dipilih pelaku perjalanan sebagai pengguna moda transportasi alternatif dengan diperbesarnya nilai variabel SEM. Jika nilai atribut pelayanan SEM diturunkan 6 sampai 1, akan berpengaruh sensitif terhadap penurunan probabilitas peluang moda KALS untuk dipilih, seperti yang dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8. Maka sebagai implikasinya, hal-hal berikut perlu disikapi dan ditindaklanjuti.

Atribut pelayanan baru integrasi berkesinambungan (*seamless service*) ini belum pernah dijadikan sebagai variabel bebas dalam memengaruhi perilaku pengguna moda dalam memilih moda transportasi yang akan digunakan dalam melakukan perjalanan pada penelitian-penelitian serupa sebelumnya, baik di dalam maupun di luar negeri. Artinya, dengan menghadirkan atribut pelayanan integrasi berkesinambungan (SEM) ini pada penelitian ini, SEM menjadi sebuah temuan baru dalam kajian pemilihan moda transportasi.

Pihak penyedia jasa semua moda transportasi, khususnya ditekankan pada moda transportasi kereta api dapat mencoba untuk mengimplementasikannya, mengingat moda transportasi kereta api awal dan akhir perjalanannya adalah di stasiun yang secara spasial tentu lokasinya tidak sama dengan lokasi keberadaan calon penggunanya. Oleh karena itu, disarankan agar tingkat aksesibilitas menuju stasiun tetap terjaga dan dipertahankan.

Atribut pelayanan baru ini, jika diimplementasikan untuk semua moda transportasi yang memiliki jarak antara lokasi keberadaan calon penumpang moda dengan lokasi keberangkatan moda seperti terminal, stasiun kereta api, pelabuhan sungai, danau, penyeberangan, dan bandar udara, dapat menjadi peluang penambahan pekerjaan dan pendapatan bagi pihak penyedia transportasi angkutan pepadu moda transportasi *online*.

Kajian ini menghadirkan atribut pelayanan baru, juga dapat dilakukan untuk moda lain selain kereta api, seperti moda Bus AKDP dan AKAP, moda kapal dan pesawat yang lokasi keberangkatannya memiliki jarak dari rumah ke terminal bus, pelabuhan, dan bandara. Dan inilah keterbatasan penelitian ini, hanya mengamati moda transportasi kereta api lintas Sumatera koridor Padang – Pekanbaru saja, yang seharusnya juga bisa dicoba dilakukan penelitian moda lain, khususnya moda transportasi yang memiliki

kebutuhan pelayanan integrasi yang sangat tinggi yaitu; moda transportasi udara di bandara dan moda transportasi laut di pelabuhan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim survei data primer yang telah melaksanakan pengumpulan data di lokasi responden dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan RI, Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS), Jakarta, Indonesia, 2011.
- [2] H. A. R. S. Lubis, "Manfaat Ekonomi Penghubung Tetap Sumatera–Jawa," Makalah Seminar Nasional Pembangunan Perkeretaapian Trans Sumatera–Jawa, Jambi, Indonesia, 22 Maret 2003.
- [3] K. Impasihardjo, Trans Sumatera Railway Master Plan, Jakarta, Indonesia, 2003.
- [4] F. Miro, A. Purnawan, B. Aji, M., and Yosritzal, "The Influence of New Service Attributes in the Trans Sumatera Railway Operation Plan on User Choice," International Journal of Transport Development and Integration, WIT Press & IIETA, 2024. [HTTPS://WWW.IIETA.ORG/JOURNALS/IJTDI](https://www.iieta.org/journals/ijtdi).
- [5] F. Miro, A. Purnawan, B. Aji, M., and Yosritzal, "Potential Use of Trans-Sumatra Railway Through Seamless Integration Service with Online Transportation," International Journal of Transport Development and Integration, WIT Press & IIETA, 2023. [HTTPS://WWW.IIETA.ORG/JOURNALS/IJTDI](https://www.iieta.org/journals/ijtdi).
- [6] O. Khan, "Modelling Passenger Mode Choice Behaviour Using Computer-Aided Stated Preference Data," Ph.D. dissertation, School of Urban Development, Queensland University of Technology, Queensland, Australia, 2017.
- [7] A. N. Laurentia and Syafi'i, "Pemodelan Pemilihan Moda Angkutan Antar Kota Bus dan Kereta Api," e-Journal Matriks Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, 2013.
- [8] A. H. S. N. Djoeddawi, M. Ruslin, A. Rahayu, "Model Pemilihan Moda Antara Kereta Api dan Bus Rute Makassar–Parepare Menggunakan Metode Stated Preference," Teknik Sipil, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia, 2014.
- [9] S. P. Neely, "Factors Influencing Mode Choice for Intercity Travel from Northern New England to Major Northeastern Cities," National Center for Sustainable Transportation, 2016.
- [10] X. Li, X. Tian, and X. Li, "Multi-mode Choice Behavior for Passenger in Comprehensive Transportation Corridor," Procedia Engineering, vol. 137, pp. 849–857, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.325>.
- [11] W. Kriswardhana and W. Hera, "Probabilitas Perpindahan Moda dari Bus ke Kereta Api dalam Rencana Re-aktivasi Jalur Kereta Api Jember–Panarukan," Seminar Nasional XI Teknik Sipil ITS, Surabaya, Indonesia, 2015.
- [12] M. N. Nasution, Manajemen Transportasi, Jakarta: Ghalia Indonesia, 2018.
- [13] J. D. Ortúzar and L. G. Willumsen, Modelling Transport, 2nd ed. Toronto: John Wiley & Sons, 1994.
- [14] A. Saltelli, S. Tarantola, F. Campolongo, and M. Ratto, Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models. London: McGraw-Hill, 2020.
- [15] L. Breierova and M. Choudhari, An Introduction to Sensitivity Analysis. Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- [16] R. S. Suyono, Nurhayati, and W. Yustrinisa, "Mode Selection Sensitivity Analysis between BRT and Private Vehicle (Case Study of Pontianak City CBD Area)," MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL Media Komunikasi Teknik Sipil, vol. 27, no. 1, pp. 61–68, 2021. DOI: 10.14710/mkts.v27i1.29306
- [17] M. E. S. E. Bany, M. M. Shahin, I. H. Hashim, and M. S. Serag, "Policy Sensitive Mode Choice Analysis of Port-Said City, Egypt," Alexandria Engineering Journal, Elsevier, 2014.
- [18] Y. Qian et al., "Classification of Imbalanced Travel Mode Choice to Work Data Using Adjustable SVM Model," Applied Sciences, MDPI, 2021. <https://doi.org/10.3390/app112411916>
- [19] F. Gallo, A. Febraro, D. Giglio, and N. Sacco, "Global Sensitivity Analysis for the Evaluation of the Effects of Uncertainty of Transport Demand and Passenger Behavior on Planning Railway Services with Variable Train Composition," IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), pp. 2298–2305, 2021. <https://doi.org/10.1109/itsc48978.2021.9564987>.
- [20] A. M. Darwish et al., "Sensitivity Evaluation of Machine Learning-Based Calibrated Transportation Mode Choice Models: A Case Study of Alexandria City, Egypt," Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Elsevier, 2024. homepage: www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-interdisciplinary-perspectives.
- [21] R. Ranjan, N. Thapar, S. Siddiqui, and A. Painoli, "Assessing the Service Quality Attributes Affecting the Satisfaction of the Northern Railway Passengers: An Empirical Study," Journal of New Business Ventures, vol. 1, pp. 110–124, 2024. <https://doi.org/10.1177/2632962X20961052>
- [22] M. M. A. Asim, A. Weiss, L. Kattan, and S. C. Wirasinghe, "Transit Users' Mode Choice Behavior During Light Rail Transit Short-Term Planned Service Disruption," Transportation Research Record, vol. 2675, no. 10, pp. 711–722, 2021. <https://doi.org/10.1177/03611981211012421>.
- [23] J. Ježek, J. Nožička, and A. Török, "Using Sensitivity Analysis in Road Transport Pricing," LOGI – Scientific Journal on Transport and Logistics, vol. 9, no. 1, pp. 32–39, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>. DOI: 10.2478/logi-2018-0005.
- [24] X. Sun and S. Wandelt, "Transportation Mode Choice Behavior with Recommender Systems: A Case Study on Beijing," Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 2021. <http://www.elsevier.com/locate/trip>.
- [25] D. N. Wulansari and M. D. Astari, "Mode Choice Analysis Using Discrete Choice Model from Transport User (Case Study: Jakarta LRT, Indonesia)," MATEC Web of Conferences, vol. 181, 2018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818103001>.
- [26] T. F. Schubert, E. Henning, and S. B. Lopes, "Analysis of the Possibility of Transport Mode Switch: A Case Study for Joinville Students," Sustainability, MDPI, 2020. <http://www.mdpi.com/journal/sustainability>.
- [27] M. M. Zamprogno and D. E. Kiss, "Sensitivity Analysis of Activity Scheduling Parameters with a Parameter Optimization Framework," Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Elsevier, 2024. <https://www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-research-interdisciplinary-perspectives>. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101222>.
- [28] J. Le and J. Teng, "Understanding Influencing Factors of Travel Mode Choice in Urban-Suburban Travel: A Case Study in Shanghai," Urban Rail Transit, vol. 9, pp. 127–146, 2023. <https://doi.org/10.1007/s40864-023-00190-5>.