



DOI: <https://doi.org/10.38035/jimt.v8i1>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Pengaruh Faktor Keselamatan, Teknis, dan Lingkungan terhadap Keselamatan Operasional Bus Transjakarta dengan *Human Error* sebagai Variabel Mediasi

Tania Olivia Margaretta Pakpahan¹, Djamal Subastian², Sarinah Sihombing³

¹Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, taniapakpahan123@gmail.com

²Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, djamal.subastian@gmail.com

³Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, sarinah.stmt@gmail.com

Corresponding Author: taniapakpahan123@gmail.com²

Abstract: *This study aims to analyze and empirically prove the effect of safety factors, as well as technical and environmental factors, on the operational safety of Transjakarta buses, with human error acting as a mediating variable. This research employed a quantitative associative approach utilizing the Structural Equation Modeling-Partial Least Squares (SEM-PLS) method processed via SmartPLS 4 software. The population of this study consisted of all 11,531 active Transjakarta bus drivers. The sample size was determined using Slovin's formula, resulting in a minimum of 387 respondents selected through probability sampling techniques. Primary data were collected using a questionnaire measured on a 1-5 Likert scale. The hypothesis testing results indicated that safety factors have a direct and significant effect on human error among drivers, whereas technical and environmental factors also have a direct and significant effect on human error. Furthermore, safety factors were proven to have a direct and significant influence on the operational safety of Transjakarta buses, while technical and environmental factors also have a direct and significant effect on operational safety. Moreover, human error was found to have a dominant and highly significant effect on operational safety. The mediation analysis demonstrated that human error significantly mediates the effect of both safety factors and technical and environmental factors on the operational safety of Transjakarta buses. According to these findings, this study recommends the necessity for strict driver fatigue management, optimization of operational supervision, and consistent maintenance of fleets and infrastructure to minimize accidents.*

Keyword: *Operational Safety, Technical and Environmental Factor, Human Error, Bus Rapid Transit, SEM-PLS*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membuktikan secara empiris pengaruh faktor keselamatan serta faktor teknis dan lingkungan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta, dengan *human error* sebagai variabel mediasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan asosiatif kuantitatif dengan metode Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) menggunakan perangkat lunak SmartPLS 4. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pramudi aktif Transjakarta yang berjumlah 11.531 orang. Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin sehingga diperoleh sampel sebanyak

minimal 387 responden yang ditarik melalui teknik probability sampling. Pengumpulan data primer dilakukan melalui kuesioner dengan skala Likert 1-5. Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa faktor keselamatan berpengaruh langsung dan signifikan terhadap *human error* pada pramudi, sedangkan faktor teknis dan lingkungan juga berpengaruh langsung dan signifikan terhadap *human error*. Selanjutnya, faktor keselamatan terbukti memiliki pengaruh langsung dan signifikan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta, sementara faktor teknis dan lingkungan juga memiliki pengaruh langsung dan signifikan terhadap keselamatan operasional. Lebih lanjut, *human error* ditemukan memiliki pengaruh dominan dan sangat signifikan terhadap keselamatan operasional. Pengujian mediasi membuktikan bahwa *human error* secara signifikan mampu memediasi pengaruh antara faktor keselamatan maupun faktor teknis dan lingkungan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini menyarankan perlunya manajemen mitigasi kelelahan (fatigue management) pramudi yang ketat, optimalisasi pengawasan operasional, serta pemeliharaan armada dan infrastruktur untuk meminimalkan kecelakaan.

Kata Kunci: Keselamatan Operasional, Faktor Teknis dan Lingkungan, *Human Error*, *Bus Rapid Transit*, SEM-PLS

PENDAHULUAN

Jakarta sebagai kota megapolitan terbesar di Indonesia memiliki mobilitas masyarakat yang sangat tinggi, dengan sistem transportasi massal seperti KRL *Commuter Line*, MRT Jakarta, LRT Jakarta, dan Transjakarta melayani jutaan penumpang setiap harinya. Transportasi umum berbasis bus di Provinsi DKI Jakarta didominasi oleh sistem *Bus Rapid Transit* (BRT) Transjakarta, yang berperan sebagai tulang punggung mobilitas perkotaan sekaligus pionir integrasi transportasi multimoda melalui skema JakLingko (Safar et al., 2024). Hingga tahun 2026, Transjakarta mengoperasikan jaringan sepanjang 251,2 km dengan 14 koridor utama dan 5.580 unit armada, di mana bus kecil mendominasi komposisi armada sebagai ujung tombak layanan pengumpan (*feeder*) yang terintegrasi langsung dengan permukiman warga (Dewi Kirana Tjondronegoro et al., 2023).

Tingginya intensitas operasional Transjakarta berdampak pada risiko keselamatan transportasi yang tidak dapat diabaikan. Data kecelakaan Transjakarta periode 2023-2025 mencatat 1.297 kasus pada tahun 2023, menurun menjadi 1.045 kasus pada tahun 2024, dan 814 kasus pada tahun 2025. Meskipun tren tersebut menurun, angka kecelakaan yang masih relatif tinggi menunjukkan bahwa risiko keselamatan operasional tetap menjadi perhatian utama. Beberapa faktor yang disinyalir berkontribusi antara lain keterbatasan titik pandang pengemudi (*blind spot*) pada bus berukuran besar, sterilisasi jalur busway yang belum optimal pada sejumlah koridor, serta disparitas pengelolaan armada antara PT Transportasi Jakarta dan mitra operator swasta yang menimbulkan perbedaan sistem pengawasan, pola kerja pengemudi, dan standar pemeliharaan kendaraan. Beban kerja tinggi, durasi operasional yang panjang, dan tekanan ketepatan waktu pelayanan turut berpotensi menurunkan konsentrasi dan kewaspadaan pramudi selama bertugas.

Penelitian terdahulu mengenai keselamatan dan kinerja layanan transportasi publik di Indonesia umumnya masih berfokus pada aspek kualitas layanan dan kepuasan pengguna. (Sihombing et al., 2023) menunjukkan bahwa kualitas layanan berpengaruh terhadap kepuasan pengguna transportasi publik, sementara (Damanik et al., 2024) menjelaskan bahwa kualitas layanan dan kebijakan publik memengaruhi loyalitas pelanggan transportasi. Kajian pada aspek sumber daya manusia oleh (Gultom et al., 2022) dan (Yulianti et al., 2022) menegaskan peran kompetensi dan komunikasi operasional terhadap efektivitas pelayanan, sedangkan (Sihombing et al., 2025) menunjukkan kontribusi strategi manajemen sumber daya manusia terhadap keselamatan transportasi secara umum. Di sisi lain, studi berbasis data kecelakaan seperti (Ding

et al., 2024), (Harianto et al., 2023), (Marcelino et al., 2023), dan (I Made Agus Ariawan et al., 2025) lebih banyak menggunakan pendekatan deskriptif atau korelasional sederhana serta terbatas pada satu moda atau satu titik lokasi kecelakaan, sehingga belum mengintegrasikan faktor keselamatan manajerial, faktor teknis-lingkungan, dan perilaku pengemudi dalam satu model kausalitas yang komprehensif. Kesenjangan ini menegaskan adanya research gap, yaitu belum tersedianya model empiris yang secara simultan menguji pengaruh langsung dan tidak langsung faktor keselamatan serta faktor teknis dan lingkungan terhadap keselamatan operasional bus rapid transit melalui *human error* sebagai variabel mediasi.

Secara teoretis, kajian keselamatan transportasi kontemporer bertumpu pada *Safe System Approach* yang menekankan bahwa kesalahan manusia bersifat manusiawi dan tidak terhindarkan (*human fallibility*), sehingga sistem kendaraan dan infrastruktur harus dirancang untuk memaafkan kesalahan tersebut (ITF, 2022), serta *Haddon Matrix* yang memetakan interaksi antara manusia, kendaraan, dan lingkungan pada fase pra-kecelakaan (Haddon, 1970). Kedua kerangka ini dijemput secara kausal oleh *Swiss Cheese Model* yang memandang *human error* bukan sebagai penyebab tunggal, melainkan sebagai gejala dari kelemahan lapisan pertahanan organisasi (Reason, 1990). Keunikan (*state of the art*) penelitian ini terletak pada pengujian *human error* sebagai variabel mediasi antara faktor manajerial (faktor keselamatan) dan faktor fisik-eksternal (faktor teknis dan lingkungan) terhadap keselamatan operasional, menggunakan pemodelan *Structural Equation Modeling-Partial Least Squares* dengan spesifikasi *Second-Order Construct* pada konteks BRT Transjakarta, yang berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menempatkan faktor keselamatan sebagai variabel tunggal tanpa menjembatani mekanisme kausalitasnya melalui perilaku pengemudi secara empiris.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dirumuskan masalahnya sebagai berikut:

1. Apakah faktor keselamatan berpengaruh signifikan terhadap *Human Error* pada keselamatan operasional Bus Transjakarta di Jakarta?
2. Apakah faktor teknis dan lingkungan berpengaruh signifikan terhadap *Human Error* pada keselamatan operasional Bus Transjakarta di Jakarta?
3. Apakah *Human Error* berpengaruh signifikan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta?
4. Apakah faktor keselamatan berpengaruh signifikan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta?
5. Apakah faktor teknis dan lingkungan berpengaruh signifikan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta?
6. Apakah *Human Error* secara signifikan memediasi pengaruh faktor keselamatan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta?
7. Apakah *Human Error* secara signifikan memediasi pengaruh faktor teknis dan lingkungan terhadap keselamatan operasional Bus Transjakarta?

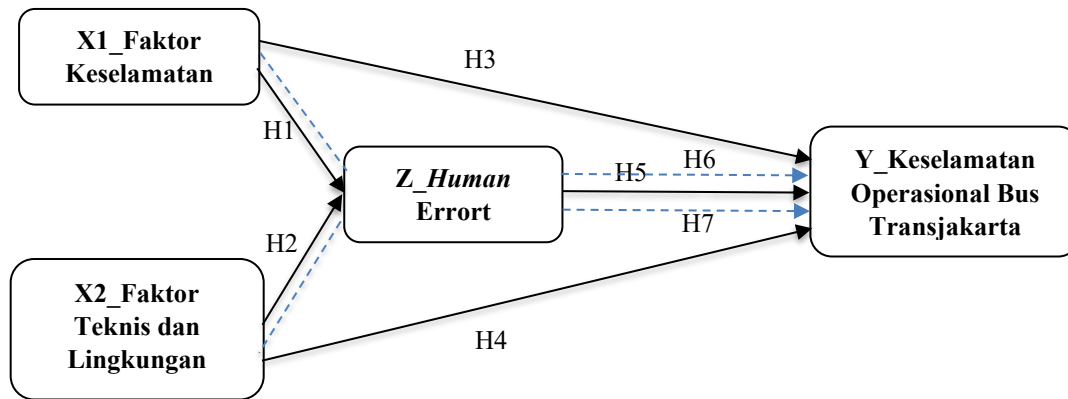
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan asosiatif kuantitatif dengan desain survei untuk menguji hubungan kausal antarvariabel (Harianto et al., 2023). Populasi penelitian adalah seluruh pramudi aktif Transjakarta yang berjumlah 11.531 orang, tersebar pada 24 operator, baik yang dikelola secara swakelola oleh PT Transportasi Jakarta maupun mitra operator swasta. Ukuran sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan (*sampling error*) sebesar 5%, sehingga diperoleh sampel minimal sebanyak 387 responden yang ditarik melalui teknik probability sampling.

Analisis data dilakukan menggunakan *Structural Equation Modeling-Partial Least Squares* (SEM-PLS) dengan spesifikasi *Second-Order Construct* melalui perangkat lunak SmartPLS 4. Evaluasi model pengukuran (outer model) menilai validitas konvergen melalui nilai *outer loading* ($>0,70$) dan *Average Variance Extracted/AVE* ($>0,50$), serta reliabilitas

melalui Composite Reliability ($>0,70$) mengacu pada Hair et al. (2021). Evaluasi model struktural (*inner model*) menilai koefisien determinasi (R^2), ukuran pengaruh (f^2), serta signifikansi jalur melalui prosedur *bootstrapping* dengan 5.000 subsampel. Hipotesis dinyatakan diterima apabila nilai T-Statistics $> 1,96$ dan P-Values $< 0,05$. (Hair et al., 2021)

Berdasarkan metode penelitian yang telah dijabarkan, penelitian ini mengembangkan model konseptual berupa kerangka konseptual sebagai berikut.



Keterangan:

→ : Pengaruh Langsung (H1, H2, H3, H4, H5)

- -> : Pengaruh Mediasi (H6, H7)

Gambar 1. Kerangka Konseptual

HASIL DAN PEMBAHASAN

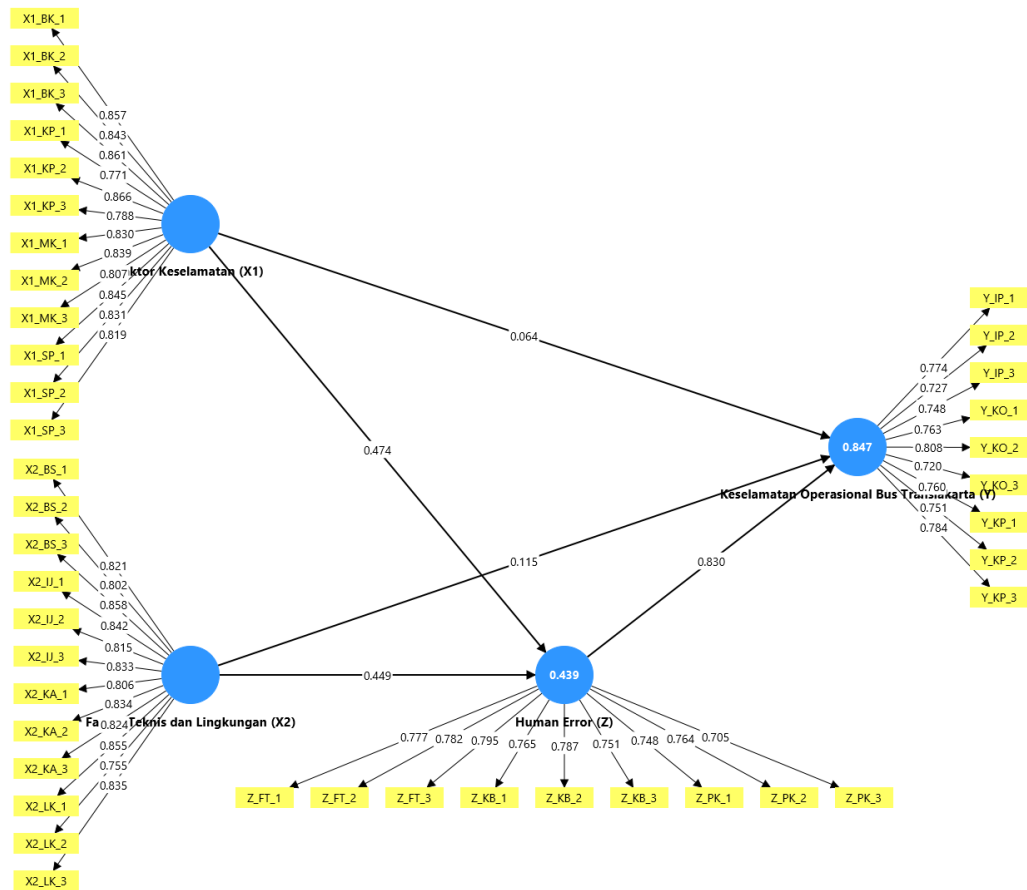
Hasil

Respondent Characteristics

Dari 387 responden, mayoritas berada pada rentang usia 25-30 tahun (25%) dan memiliki masa kerja 1-5 tahun (202 orang), yang mengindikasikan tenaga operasional yang relatif produktif namun didominasi oleh pengemudi dengan pengalaman kerja yang belum lama. Komposisi responden didominasi laki-laki (378 orang atau 97%), sementara perempuan berjumlah 11 orang (3%). Sebaran shift kerja relatif merata dengan sedikit dominasi pada shift pagi (153 orang), sejalan dengan tingginya beban puncak (morning peak hour) di DKI Jakarta. Berdasarkan asal operator, 70 responden berasal dari Swakelola PT Transjakarta dan 319 responden dari Mitra Swasta, sehingga hasil analisis dapat digeneralisasikan secara proporsional pada kedua skema penyelenggaraan layanan.

Evaluation of the Measurement Model (*Outer Model*)

Mengacu pada Hair et al. (2021), indikator dinyatakan valid apabila nilai *outer loading*-nya $> 0,70$. Semakin tinggi nilai tersebut, maka semakin kuat indikator dalam menjelaskan konstruk yang bersangkutan. Hasil dari pengujian model pengukuran secara keseluruhan disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Full Outer Model

Hasil uji validitas konvergen menunjukkan bahwa seluruh indikator pada keempat variabel penelitian memiliki nilai outer loading di atas ambang batas 0,70. Variabel Faktor Keselamatan (12 indikator) memiliki rentang loading 0,771-0,866; Faktor Teknis dan Lingkungan (12 indikator) memiliki rentang 0,755-0,858; *Human error* (9 indikator) memiliki rentang 0,705-0,795; dan Keselamatan Operasional (9 indikator) memiliki rentang 0,720-0,808. Nilai Average Variance Extracted (AVE) untuk keempat variabel tersebut berturut-turut sebesar 0,689; 0,679; 0,584; dan 0,578, seluruhnya melampaui ambang batas 0,50 sehingga validitas konvergen terpenuhi. Nilai Cronbach's Alpha dan Composite Reliability seluruh variabel berada di atas 0,90, yang menunjukkan konsistensi internal instrumen yang sangat tinggi.

Structural Model Test Results (*Inner Model*)

Setelah model pengukuran terbukti memenuhi standar validitas dan reliabilitas, tahap berikutnya adalah menguji model struktural. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antarkonstruk sebagaimana dirumuskan dalam hipotesis penelitian.

Analisis nilai R-Square digunakan untuk mengukur kualitas model penelitian. Berdasarkan Ghazali dan Latan (2015), nilai R-Square sebesar 0,75 menunjukkan pengaruh yang kuat, nilai 0,50 mengindikasikan pengaruh moderat, dan nilai 0,25 tergolong lemah. Hasil analisis secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Koefisien Determinasi (R^2) dan Ukuran Pengaruh (f^2)

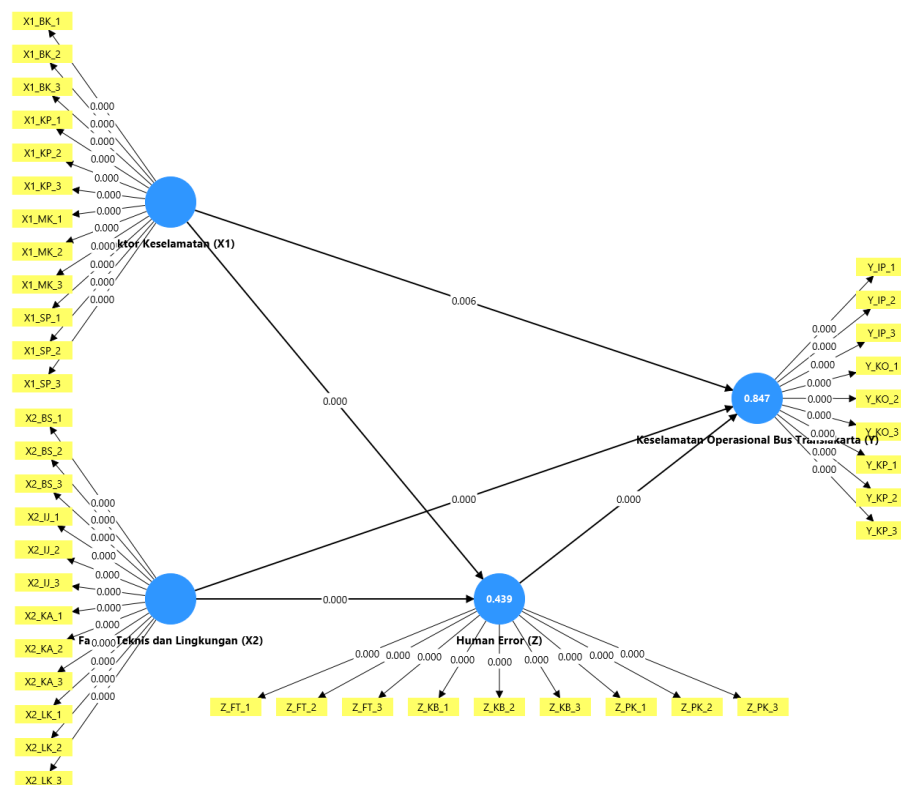
Variabel Endogen	R^2	Prediktor	f^2	Kategori
<i>Human error</i>	0,439	Faktor Keselamatan	0,400	Besar
		Faktor Teknis dan Lingkungan	0,359	Besar
Keselamatan Operasional	0,847	Faktor Keselamatan	0,019	Kecil
		Faktor Teknis dan Lingkungan	0,064	Kecil
		<i>Human error</i>	2,525	Sangat Besar

Source: SmartPLS 4 Output (2026)

Nilai R^2 menunjukkan bahwa Faktor Keselamatan serta Faktor Teknis dan Lingkungan secara bersama-sama mampu menjelaskan 43,9% variasi *Human error*, sedangkan ketiga variabel eksogen dan mediasi secara simultan mampu menjelaskan 84,7% variasi Keselamatan Operasional Bus Transjakarta, yang tergolong pada kategori kuat. Nilai f^2 memperlihatkan pola yang konsisten: pengaruh Faktor Keselamatan dan Faktor Teknis-Lingkungan terhadap *Human error* tergolong besar, sedangkan pengaruh langsungnya terhadap Keselamatan Operasional tergolong kecil karena sebagian besar efek telah diserap oleh *Human error*, yang justru menunjukkan ukuran pengaruh sangat besar (2,525) terhadap Keselamatan Operasional.

Hypothesis Testing

Evaluasi terhadap signifikansi jalur struktural dalam pengujian ini menerapkan metode *bootstrapping* guna memperoleh nilai t-statistik untuk *inner* maupun *outer model*. Pengambilan keputusan hipotesis merujuk pada nilai probabilitas (*p-value*) di bawah 0,05 ($\alpha = 5\%$) atau menggunakan *rule of thumb* nilai t-statistik yang harus melampaui 1,96 pada tingkat signifikansi 5%, dan 2,58 pada tingkat 1% (Hair et al., 2021). Dalam penelitian ini, standar signifikansi 5% dengan t-statistik $> 1,96$ ditetapkan sebagai indikator utama pengujian hipotesis. Rekapitulasi dari hasil pengujian tersebut divisualisasikan pada Gambar 3 dan dirinci dalam Tabel 2.


Gambar 3. Research Construct Relationship Model Using the Bootstrapping Method

Tabel 2. Direct and Indirect effect

Hipotesis	Hubungan Variabel	Koef. (O)	T-Stat	P-Val	Kesimpulan
H1	Faktor Keselamatan -> <i>Human error</i>	0,474	17,587	0,000	Diterima
H2	Faktor Teknis & Lingkungan -> <i>Human error</i>	0,449	15,846	0,000	Diterima
H3	Faktor Keselamatan -> Keselamatan Operasional	0,457	17,172	0,006	Diterima
H4	Faktor Teknis & Lingkungan -> Keselamatan Operasional	0,488	18,110	0,000	Diterima
H5	<i>Human error</i> -> Keselamatan Operasional	0,830	38,810	0,000	Diterima
H6	Faktor Keselamatan -> <i>Human error</i> -> Keselamatan Operasional	0,393	14,197	0,000	Diterima
H7	Faktor Teknis & Lingkungan -> <i>Human error</i> -> Keselamatan Operasional	0,373	13,738	0,000	Diterima

Source: SmartPLS 4 Output (2026)

Seluruh hipotesis dalam penelitian ini diterima karena nilai T-Statistics melampaui 1,96 dan nilai P-Values berada di bawah 0,05. Jalur dengan koefisien terbesar adalah pengaruh *Human error* terhadap Keselamatan Operasional (0,830), yang menegaskan bahwa perilaku dan kondisi pengemudi merupakan determinan paling dominan dalam sistem keselamatan operasional Bus Transjakarta.

Discussion

1. Pengaruh Faktor Keselamatan terhadap *Human error*

Hasil pengujian H1 diterima (P-Values 0,000; T-Statistics 17,587) dengan effect size besar ($f^2=0,400$), yang membuktikan bahwa budaya keselamatan, sistem pengawasan, kompetensi pramudi, dan manajemen keselamatan berperan vital dalam mengendalikan tingkat *human error*. Temuan ini konsisten dengan (Cooper, 2000) dan (Parker et al., 2006) yang menegaskan bahwa budaya keselamatan organisasi menjadi determinan utama perilaku aman pekerja garis depan, serta sejalan dengan (Khoiruddin Zaenuri et al., 2024) yang menunjukkan bahwa penerapan sistem manajemen keselamatan pada perusahaan angkutan umum efektif menekan potensi kelalaian pengemudi.

2. Pengaruh Faktor Teknis dan Lingkungan terhadap *Human error*

H2 diterima (P-Values 0,000; T-Statistics 15,846) dengan effect size besar ($f^2=0,359$). Kondisi armada, keterbatasan *blind spot*, infrastruktur jalur yang belum sepenuhnya steril, serta kepadatan lalu lintas terbukti membebani kapasitas kognitif dan fisik pramudi. Hasil ini memperkuat kerangka Haddon Matrix pada fase pra-kecelakaan (Haddon, 1970) dan sejalan dengan (Budhathoki & Rawat, 2025) yang menunjukkan bahwa keterbatasan sistem deteksi *blind spot* meningkatkan beban kewaspadaan pengemudi kendaraan besar.

3. Pengaruh Faktor Keselamatan dan Faktor Teknis-Lingkungan terhadap Keselamatan Operasional

H3 dan H4 diterima secara signifikan, namun dengan effect size kecil ($f^2=0,019$ dan $0,064$). Pola ini menunjukkan bahwa kebijakan keselamatan manajerial dan kelaikan armada/infrastruktur memang berkontribusi langsung terhadap keselamatan operasional, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada bagaimana kondisi tersebut diterjemahkan oleh perilaku pengemudi di lapangan. Temuan ini sejalan dengan (Rahmad et al., 2024) yang menyebutkan bahwa kepatuhan regulasi keselamatan menurunkan risiko kecelakaan, namun tidak serta-merta menjadi determinan tunggal tanpa disertai kepatuhan perilaku operator.

4. Pengaruh *Human error* terhadap Keselamatan Operasional

Temuan paling krusial adalah diterimanya H5 dengan koefisien jalur terbesar (0,830) dan effect size sangat besar ($f^2=2,525$; P-Values 0,000; T-Statistics 38,810). Hasil ini menegaskan

doktrin Swiss Cheese Model (Reason, 1990) bahwa kegagalan aktif pada garis depan operasional merupakan titik kritis terakhir sebelum insiden terjadi. Kelelahan kerja, penurunan konsentrasi, dan pelanggaran prosedur oleh pramudi berdampak langsung dan seketika terhadap stabilitas keselamatan operasional, sejalan dengan (Belia et al., 2020) yang menemukan hubungan antara kualitas tidur, durasi kerja, dan kelelahan pengemudi bus.

5. Peran Mediasi *Human error*

H6 dan H7 diterima, membuktikan bahwa *Human error* secara empiris memediasi pengaruh Faktor Keselamatan maupun Faktor Teknis dan Lingkungan terhadap Keselamatan Operasional. Kondisi manajerial dan teknis yang baik berfungsi sebagai support system yang menjaga performa kognitif dan fisik pengemudi, sehingga menurunkan probabilitas *human error* dan pada gilirannya meningkatkan keselamatan operasional. Temuan ini memperkuat pandangan (Dekker, 2014) bahwa *human error* perlu dipahami sebagai gejala sistemik, bukan penyebab tunggal yang berdiri sendiri.

Novelty penelitian ini adalah terbuktinya *human error* sebagai jalur mediasi tunggal yang paling dominan ($F^2=2,525$) dalam menghubungkan faktor manajerial dan faktor teknis-lingkungan dengan keselamatan operasional pada konteks BRT perkotaan berskala besar seperti Transjakarta, sebuah pola yang belum banyak dibuktikan secara empiris melalui pemodelan Second-Order Construct SEM-PLS pada penelitian transportasi publik di Indonesia sebelumnya (dibandingkan dengan (Prastiyo, 2024) dan (Rizki, 2024) yang masih menggunakan pendekatan deskriptif tanpa menguji mekanisme mediasi). Implikasinya, kebijakan keselamatan transportasi publik ke depan perlu menempatkan manajemen kelelahan dan pembinaan perilaku pengemudi sebagai prioritas intervensi, alih-alih hanya mengandalkan perbaikan regulasi atau armada secara terpisah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. **Faktor Keselamatan berpengaruh signifikan terhadap penurunan *Human Error*.** Sistem manajemen keselamatan dan pengawasan operasional yang baik terbukti efektif mengendalikan dan menekan tingkat kelalaian pramudi di lapangan.
2. **Faktor Teknis dan Lingkungan berpengaruh signifikan terhadap *Human Error*.** Peningkatan kelaikan armada dan infrastruktur jalan sangat krusial untuk meminimalisasi beban fisik maupun kognitif pramudi, sehingga potensi kesalahan manusiawi dapat direduksi.
3. **Faktor Keselamatan berpengaruh langsung dan signifikan terhadap Keselamatan Operasional.** Kebijakan manajemen keselamatan yang terstruktur memberikan kontribusi nyata dalam menjamin keamanan perjalanan armada dan memenuhi Standar Pelayanan Minimal.
4. **Faktor Teknis dan Lingkungan berpengaruh langsung dan signifikan terhadap Keselamatan Operasional.** Keandalan perangkat keras armada serta kesiapan infrastruktur berperan langsung dalam meminimalisasi insiden atau potensi kecelakaan di rute layanan.
5. ***Human Error* berpengaruh sangat signifikan dan dominan terhadap Keselamatan Operasional.** Variabel ini memiliki pengaruh paling masif, menegaskan bahwa kedisiplinan, perilaku, dan kebugaran pramudi adalah garda terakhir penentu keamanan operasional.
6. ***Human Error* terbukti secara empiris memediasi pengaruh Faktor Keselamatan terhadap Keselamatan Operasional.** Regulasi keselamatan tidak hanya berdampak langsung, tetapi juga bekerja efektif melalui pembentukan perilaku pramudi yang disiplin dan waspada.

7. Human Error terbukti secara empiris memediasi pengaruh Faktor Teknis dan Lingkungan terhadap Keselamatan Operasional. Kondisi kendaraan dan lingkungan yang prima berfungsi krusial menjaga konsentrasi pengemudi, sehingga menghindarkan tekanan berlebih dan secara tajam meningkatkan keselamatan operasional.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Objek penelitian hanya mencakup pramudi Transjakarta di wilayah DKI Jakarta dan Jabodetabek, sehingga hasilnya belum tentu dapat digeneralisasikan pada moda BRT atau wilayah operasional lain dengan karakteristik berbeda. Variabel penelitian juga dibatasi pada Faktor Keselamatan, Faktor Teknis dan Lingkungan, serta *Human error*, sehingga masih terdapat faktor lain seperti perilaku pengguna jalan lain atau kondisi iklim ekstrem yang berpotensi memengaruhi keselamatan operasional namun belum dikaji. Selain itu, penggunaan instrumen kuesioner berbasis persepsi berpotensi menimbulkan bias subjektivitas responden, sehingga belum sepenuhnya menangkap dinamika perubahan kondisi keselamatan dalam jangka panjang.

Saran

Bagi PT Transportasi Jakarta dan mitra operator, manajemen kelelahan pramudi perlu menjadi prioritas utama mengingat *Human error* merupakan variabel dengan pengaruh paling dominan, melalui penjadwalan shift yang memperhatikan ritme biologis, penyediaan waktu istirahat proporsional, dan pemeriksaan kesehatan harian sebelum bertugas. Optimalisasi pengawasan berbasis teknologi, seperti kamera pemantau kabin dan sensor deteksi kelelahan, perlu diperkuat untuk memberikan peringatan dini sebelum kelalaian berujung pada insiden. Sinergi pemeliharaan infrastruktur dan armada juga perlu ditingkatkan melalui uji kelaikan kendaraan yang ketat serta kerja sama dengan pemerintah daerah untuk sterilisasi jalur dan penambahan penerangan pada area blind spot. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan variabel eksogen yang belum diteliti, seperti perilaku pengguna jalan lain atau kondisi iklim ekstrem, serta memadukan pendekatan kuantitatif ini dengan metode kualitatif melalui wawancara mendalam kepada pramudi dan manajemen operasional guna menggali fenomena psikologis dan dinamika kerja lapangan secara lebih komprehensif.

Kontribusi Author

Penulis pertama bertanggung jawab dalam perumusan konsep penelitian, pengumpulan data, analisis data menggunakan SmartPLS 4, dan penyusunan naskah artikel. Penulis kedua dan ketiga berkontribusi dalam pengembangan kerangka konseptual, bimbingan metodologi penelitian, interpretasi hasil, serta proses penelaahan dan penyempurnaan naskah. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir artikel yang akan dipublikasikan.

Acknowledgment

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, serta pihak manajemen dan pramudi PT Transportasi Jakarta yang telah memberikan izin, akses data, dan waktu untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Belia, R., Program, H., Kesehatan, S., Fakultas, M., Kesehatan, I., Esa, U., Jalan, U., & Utara, A. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kelelahan Kerja Pada Pengemudi Bus Primajasa Trayek Balaraja-Kampung Rambutan. In *Health Publica Jurnal Kesehatan Masyarakat Health Publica* (Vol. 1, Number 1).
- Budhathoki, K., & Rawat, B. (2025). Blind Spot Detection Systems In Smart Vehicles: A Comprehensive Technical Review Of Technologies, Methodologies, And Performance

- Analysis. *Original Article Mid-West University Journal Of Engineering & Innovation*, 1.
- Cooper, M. D. (2000). Towards A Model Of Safety Culture. In *Safety Science* (Vol. 36). [Http://Behavioural-Safety.Com/Articles/Towards_A_Model_Ocsafety_Culture/](http://Behavioural-Safety.Com/Articles/Towards_A_Model_Ocsafety_Culture/)
- Damanik, K., Sinaga, M., Sihombing, S., Hidajat, M., Prakoso, O. S., & Penulis, K. (2024). Pengaruh Kualitas Layanan, Kebijakan Publik Dan Kepuasan Pelanggan Terhadap Loyalitas Pelanggan. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 5. <https://doi.org/10.38035/Jmpis.V5i2>
- Dekker, S. (2014). *The Field Guide To Understanding "Human Error."* Ashgate Publishing.
- Dewi Kirana Tjondronegoro, S., Firdausiyah, N., & Widyawati Agustin, I. (2023). Evaluasi Kinerja Operasional Dan Pelayanan Bus Pengumpan Transjakarta Rute 1c. In *Planning For Urban Region And Environment* (Vol. 12, Number 3).
- Ding, T., Yuan, L., Li, Z., Xi, J., & Zhang, K. (2024). Accident Probability Prediction And Analysis Of Bus Drivers Based On Occupational Characteristics. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/App14010279>
- Gultom, S., Sihombing, S., Chairuddin, I., Sirait, D. P., Pahala, Y., Setyawati, A., & Susanto, P. C. (2022). Kompetensi Tkbm Dalam Mewujudkan Pelayanan Bongkar Muat Yang Lebih Efisien Dan Efektif Di Pelabuhan Cirebon. *Abdi Moestopo: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(1), 127–132. <https://doi.org/10.32509/Abdimoestopo.V5i1.1825>
- Haddon, W. (1970). On The Escape Of Tigris: An Ecologic Note. *Journal Of Trauma*, 10(6), 508–512.
- Hair, J., Hult, T., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2021). *A Primer On Partial Least Squares Structural Equation Modeling (Pls-Sem) (3rd Edition)*. Sage Publication.
- Hariato, G. R., Sedyowidodo, U., & Asmi, A. (2023). Analisis Faktor Yang Memengaruhi Generasi Z Di Jakarta Dalam Pemilihan Transportasi Umum. *Management, And Industry (Jemi)*, 06(04), 245–256. <https://doi.org/10.36782/Jemi.V6i4.2543>
- I Made Agus Ariawan, I Putu Chandra Wibawa, I Nyoman Arya Thanaya, & Marshal Riando Samosir. (2025). Analisis Black Site Dan Black Spot Serta Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kecelakaan Lalu Lintas Di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 14(1), 97–110. <https://doi.org/10.22225/Pd.14.1.11882.97-110>
- Itf. (2022). *The Safe System Approach In Action*. www.Itf-Oecd.Org
- Khoiruddin Zaenuri, Erlang Prayoga, Wijaya Eka Pratama, Khoirin Totok Khasianto, & Ethis Pranoto. (2024). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Perusahaan Angkutan Umum Di Pt. Dwi Raya Laksana. *Jurnal Abdimas Transjaya*, 2(2), 57–82. <https://doi.org/10.46447/Jat.V2i2.605>
- Marcelino, S., Christianto, D., & Angkat, H. (2023). Analisis Faktor Keselamatan Dan Rekomendasi Penanganan Pada Pintu Perlindungan Sebidang Jpl 30. *Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1101–1116.
- Parker, D., Lawrie, M., & Hudson, P. (2006). A Framework For Understanding The Development Of Organisational Safety Culture. *Safety Science*, 44(6), 551–562. <https://doi.org/10.1016/J.Ssci.2005.10.004>
- Prastiyo, I. B. (2024). Upaya Peningkatan Keselamatan Operasional Transportasi Umum Analisis Komprehensif Penyebab Kecelakaan Dan Upaya Mitigasi. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 26(1), 13–26.
- Rahmad, Ilham, & Avi. (2024). *Jalan Aman Strategi Prediksi Dan Tindakan Pencegahan Kecelakaan Lalu Lintas Jalan*.
- Reason, J. (1990). The Contribution Of Latent Human Failures To The Breakdown Of Complex Systems. *Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London. Series B, Biological Sciences*, 327(1241), 475–484. <https://doi.org/10.1098/Rstb.1990.0090>

- Rizki, M. F. (2024). Evaluasi Kelayakan Bus Transjakarta Di Wilayah Jakarta Timur Dari Perspektif Pelanggan. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(3), 7612–7616. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i3.29679>
- Safar, A., Indrawan Saudi, A., Artanto Ampangallo, B., Yauri Yunus, A., Sampe, R., & Rachman, R. M. (2024). *Transportasi Publik*. Tohar Media. <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=X0neqaaqbaj&oi=fnd&pg=pp1&dq=%27transportasi+Publik%27&ots=Pbkxdkfrg4&sig=Nv>
- Sihombing, Prakosa, D., & Montanasyah, P. (2025). Peran Manajemen Sumber Daya Manusia Berbasis Kompetensi Dan Safety Culture Dalam Meningkatkan Kinerja Operasional Perkeretaapian. *Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Kewirausahaan*, 6(1), 798–813. <https://doi.org/10.55606/jumbiku.v6i1.6918>
- Sihombing, S., Putra, S., Yoga, O., & Tasran, C. (2023). *Pengaruh Pelayanan Dan Fasilitas Digital Terhadap Kepuasan Penumpang Di Bandara Internasional Kualanamu*. <https://doi.org/10.25104/wa.v>
- Yulianti, Zai, I., Feblicia, S., Aqmi, A. L. Z., & Rahmah, A. F. (2022). Analisis Pengaruh Peningkatan Kinerja, Incoterms, Transportasi, Distribusi, Keterlibatan Tpl dan Manajemen Risikoterhadap Aktivitas Logistik. *Jurnal Sosial Dan Teknologi*, 2.