JIMT: Jurnal Ilmu Manajemen Terapan
E-ISSN: 2686-4924
P-ISSN: 2686-5246
https://dinastirev.org/JIMT dinasti.info@gmail.com +62 811 7404 455

DOI: https://doi.org/10.38035/jimt.v8i1
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Received: 25 September 2026 | **Revised:** 29 September 2026 | **Accepted:** 17 Oktober 2026

Analisis Faktor Penyebab dan Risiko Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Kereta Api (Studi Komparatif: Perlintasan Sebidang Resmi dijaga Jl. Kh. Agus Salim dan Resmi Tidak dijaga Jl. Pahlawan Kota Bekasi)

Aditya W.S Yudisthira[1], Soemino Eko Saputro[2], Raden Ervin Agung Priambodo[3], Aang Gunawan[4], Mustikasari[5]
[1]Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, yudisthira.ws@gmail.com
[2]Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, soemino.saputro@gmail.com
[3]Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, ervin_apriambodo@yahoo.co.id
[4]Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, stmt@indosat.net.id
[5]Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, mustika0017@gmail.com

Corresponding Author: yudisthira.ws@gmail.com[1]

Abstract: *The level crossing of the Jl. Pahlawan in Bekasi City is unguarded and without a barrier, in 2020-2024 there have been 6 (six) collision accidents. Meanwhile, the level crossing of the Jl. KH. Agus Salim in Bekasi City is guarded and has a barrier. This study conducted an analysis by comparing the conditions, causal factors and risks of accidents at both types of level crossings. The method used is a mix of methods through observation, traffic surveys, interviews, and questioner who will be analyzed regarding the causal factors of accidents with an accident causation model. Then calculations and risk control efforts are carried out using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) method. The results of the analysis show that the condition of the level crossing on Jl. KH. Agus Salim generally has better conditions in terms of road geometry, safety equipment, and driver discipline, compared to the level crossing on Jl. Pahlawan. Accidents at the level crossing on Jl. Pahlawan are caused by two main factors: active failure to cross the level and weak organizational oversight of risk control (latent failure). Therefore, effective risk control is needed to reduce hazards to a low risk level to improve safety at level crossings.*

Keywords: *level crossings, analysis of accident causal factors, accident risk control*

Abstrak: Perlintasan sebidang Jl. Pahlawan Kota Bekasi berstatus resmi tidak dijaga dan tanpa palang pintu, pada tahun 2020-2024 telah terjadi 6 (enam) kecelakaan tabrakan. Sedangkan perlintasan sebidang Jl. KH. Agus Salim Kota Bekasi berstatus resmi dijaga dan berpalang pintu tidak terjadi kecelakaan. Penelitian ini melakukan analisis dengan membandingkan kondisi, faktor penyebab dan risiko kecelakaan di kedua jenis perlintasan sebidang tersebut. Metode yang digunakan adalah mix methods melalui observasi, survey, wawancara, dan kuesioner yang akan dianalisis mengenai faktor penyebab kecelakaan dengan model penyebab kecelakaan.

Kemudian dilakukan perhitungan dan upaya pengendalian risko dengan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi perlintasan sebidang resmi dijaga Jl. KH. Agus Salim umumnya memiliki kondisi yang lebih baik dari segi geometri jalan, peralatan keselamatan, dan disiplin pengendara, dibandingkan dengan perlintasan sebidang resmi tidak dijaga Jl. Pahlawan. Kecelakaan di perlintasan sebidang resmi tidak dijaga di Jl. Pahlawan, disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor manusia kedisplinan pengguna jalan di perlintasan (active failure) dan faktor organisasi lemahnya pengawasan terhadap pengendalian risiko (latent failure). Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian risiko yang dilakukan secara efektif terhadap sumber bahaya ke tingkat risiko rendah (low risk) untuk meningkatkan keselamatan di perlintasan sebidang.

Kata Kunci: perlintasan sebidang, analisis penyebab kecelakaan, pengendalian risiko kecelakaan

PENDAHULUAN

Transportasi kereta api berperan penting dalam mobilitas perkotaan karena dapat mengangkut penumpang dan barang tanpa bergantung pada kapasitas jalan raya. Namun, keunggulan tersebut berkurang di perlintasan sebidang, tempat kereta api berpotongan dengan kendaraan jalan raya dan pejalan kaki. Perbedaan karakteristik operasional antarmoda menjadikan lokasi ini berisiko: kereta api memerlukan jarak pengereman yang panjang dan tidak dapat menghindari kendaraan yang berada di atas rel. Tinjauan sistematis oleh Read et al. (2021) menunjukkan bahwa risiko di perlintasan sebidang muncul dari interaksi antara desain perlintasan, aspek operasional, dan perilaku pengguna jalan.

Di Indonesia, keselamatan perlintasan sebidang diatur melalui Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 94 Tahun 2018. Ketentuan tersebut memberikan prioritas kepada perjalanan kereta api dan menetapkan persyaratan pengamanan perlintasan. Meskipun demikian, efektivitas peraturan dan perangkat peringatan juga bergantung pada kondisi lalu lintas serta respons pengemudi. Larue dan Naweed (2020) menemukan bahwa pengemudi dapat memasuki perlintasan ketika sistem peringatan telah aktif, baik secara sengaja maupun karena waktu peringatan yang tersedia tidak cukup untuk berhenti dengan aman.

Besarnya persoalan ini tercermin dalam data Direktorat Jenderal Perkeretaapian (DJKA) tahun 2024 yang dikutip dalam tesis ini. Dari 4.070 perlintasan sebidang yang tercatat, sebanyak 1.514 perlintasan dijaga dan 2.556 perlintasan tidak dijaga. Sepanjang 2020–2024, tercatat 1.499 tabrakan: 1.213 kejadian (81%) terjadi di perlintasan resmi yang tidak dijaga dan 286 kejadian (19%) di perlintasan resmi yang dijaga. Kejadian tersebut mengakibatkan 450 orang meninggal dunia, 318 orang mengalami luka berat, dan 458 orang mengalami luka ringan. Walaupun angka-angka ini menunjukkan perlunya intervensi yang tepat sasaran, perbedaan jumlah tabrakan saja belum cukup untuk membuktikan perbedaan tingkat risiko tanpa memperhitungkan jumlah perlintasan serta volume lalu lintas jalan dan kereta api di setiap lokasi.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tabrakan di perlintasan sebidang tidak dapat dijelaskan oleh satu penyebab saja. Restuputri et al. (2022) meneliti perilaku pengguna jalan dan beban kerja mental pengemudi di perlintasan kereta barang di Indonesia. Read et al. (2021) menekankan perlunya mempertimbangkan interaksi antara perilaku pengguna jalan, desain perlintasan, dan pengelolaannya. Sementara itu, Se et al. (2023) menemukan hubungan antara tingkat keparahan cedera dan sejumlah faktor, seperti jarak pandang, jenis kendaraan, serta perangkat pengendali lalu lintas. Oleh karena itu, penilaian risiko yang menyeluruh perlu

mempertimbangkan paparan lalu lintas, kondisi infrastruktur, sistem peringatan, dan perilaku pengguna jalan secara bersama-sama agar langkah keselamatan sesuai dengan kondisi di setiap perlintasan.

Penelitian ini membandingkan dua perlintasan sebidang pada koridor kereta api Bekasi–Cikarang yang berbeda dalam status penjagaan dan riwayat tabrakan, yaitu perlintasan resmi yang dijaga di Jalan KH. Agus Salim dan perlintasan resmi yang tidak dijaga di Jalan Pahlawan, Kota Bekasi. Berdasarkan data awal yang digunakan dalam tesis ini, sekitar 371 kereta api melintas di koridor tersebut setiap hari. Selama 2020–2024, tercatat enam tabrakan di Jalan Pahlawan, sedangkan di Jalan KH. Agus Salim tidak tercatat tabrakan. Dengan mengkaji faktor penyebab dan risiko di kedua lokasi, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi langkah penanganan yang sesuai untuk masing-masing perlintasan, mencakup perbaikan infrastruktur dan perangkat peringatan, pengelolaan lalu lintas, serta peningkatan kepatuhan pengguna jalan..

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan desain sekuensial eksploratori untuk mengidentifikasi penyebab kecelakaan dan menilai risiko keselamatan di perlintasan sebidang kereta api. Penelitian membandingkan dua perlintasan resmi pada koridor Bekasi–Cikarang di Kota Bekasi, yaitu perlintasan yang dijaga di Jalan KH. Agus Salim (Perlintasan No. 78) dan perlintasan yang tidak dijaga di Jalan Pahlawan (Perlintasan No. 87). Penelitian dilaksanakan pada September 2024 hingga Februari 2025. Tahap kualitatif mengkaji geometri jalan dan jalur kereta api, kondisi lalu lintas, perlengkapan keselamatan, perilaku pengguna jalan, serta operasional perlintasan melalui observasi lapangan, wawancara terstruktur, dan telaah dokumen. Seluruh 12 petugas penjaga perlintasan yang teridentifikasi di lokasi penelitian dilibatkan sebagai informan. Tahap kuantitatif mencakup penyebaran kuesioner berskala Guttman kepada 50 pengguna jalan dan penilaian risiko terhadap bahaya yang teridentifikasi pada tahap kualitatif.

Data primer diperoleh melalui pemeriksaan kondisi perlintasan, penghitungan lalu lintas, pengamatan kecepatan kendaraan, wawancara dengan petugas penjaga perlintasan, observasi perilaku pengguna jalan, dan kuesioner. Data sekunder meliputi catatan tabrakan tahun 2020–2024, laporan investigasi kecelakaan yang tersedia, data frekuensi perjalanan kereta api tahun 2024, data kinerja lalu lintas jalan, serta peraturan teknis yang relevan. Kondisi yang teramati pada setiap perlintasan terlebih dahulu dibandingkan dengan persyaratan keselamatan yang berlaku. Selanjutnya, faktor-faktor penyebab dianalisis menggunakan model penyebab kecelakaan ORLIO, yang mencakup pengaruh organisasi, pengendalian risiko, kondisi setempat, tindakan individu atau kegagalan teknis, serta peristiwa kejadian. Jawaban kuesioner diringkas menggunakan statistik deskriptif, sedangkan validitas dan reliabilitasnya diuji dengan SPSS. Bahaya yang teridentifikasi dinilai menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dengan memberikan skor probabilitas dan tingkat keparahan untuk menentukan tingkat risiko serta memprioritaskan langkah pengendalian. Terakhir, kondisi, faktor penyebab, dan risiko pada kedua perlintasan dibandingkan. Kredibilitas temuan kualitatif diperkuat melalui triangulasi metode dengan membandingkan hasil observasi, wawancara, dan dokumen pendukung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil disajikan sesuai urutan desain sekuensial eksploratori. Pertama, dipaparkan bukti kualitatif dari observasi kondisi perlintasan, wawancara dengan 12 penjaga sukarelawan, observasi perilaku, dan catatan tabrakan. Selanjutnya, disajikan bukti kuantitatif dari penghitungan lalu lintas, kuesioner berskala Guttman (n = 50), analisis kinerja lalu lintas, dan matriks risiko HIRARC. Kedua jenis temuan kemudian diintegrasikan melalui model penyebab kecelakaan ORLIO dan penyajian terpadu. Kedua perlintasan berada pada jalur ganda Bekasi–Cikarang, yang dilalui 371 kereta per hari dengan selang waktu antarkereta kurang dari lima

menit. Oleh karena itu, paparan dari sisi perkeretaapian pada kedua lokasi hampir sama, sehingga perbandingan difokuskan pada perbedaan perlindungan perlintasan, kondisi jalan, dan perilaku pengguna jalan.

1. Kondisi Perlintasan dan Kesesuaian dengan Standar Teknis

Setiap perlintasan diperiksa berdasarkan persyaratan perlengkapan jalan (SK.407/AJ.401/DRJD/2018), geometri jalan dan jalur kereta api (PM 24/2015, PM 36/2011, dan SK.770/KA.401/DRJD/2005), serta peralatan keselamatan perlintasan (PM 94/2018). Suatu komponen dinilai sesuai apabila tersedia, berada pada lokasi yang tepat, dalam kondisi baik, dan berfungsi. Tabel 1 merangkum hasil pemeriksaan pada kedua arah pendekat masing-masing perlintasan, sedangkan Gambar 1 membandingkan tingkat kesesuaiannya.

Tabel 1. Kesesuaian Kondisi Perlintasan dengan Persyaratan Teknis

Aspek (jumlah komponen)	Jl. Pahlawan – resmi tidak dijaga (No. 87)	Jl. KH. Agus Salim – resmi dijaga (No. 78)
Perlengkapan jalan (24)	20,8% sesuai. Pendekat utara 5/12; pendekat selatan 0/12: tidak ada rambu berhenti, garis henti melintang, pita penggaduh, rambu peringatan awal pada jarak 150/300/450 m, maupun median.	25,0% sesuai. Pendekat utara 4/12; pendekat selatan 2/12: sebagian besar rambu peringatan awal, garis henti melintang, dan median tidak tersedia.
Geometri jalan (12)	50,0% sesuai. Gradien jalan menanjak 10,51% (batas 10%); aspal rusak dan bergelombang, dengan beda tinggi > 0,5 cm dari kepala rel; bagian lurus pendekat selatan hanya 19 m (< 150 m); jarak pandang ke jalur hulu kurang dari ketentuan 23,79 m akibat bangunan semipermanen dan pepohonan.	100% sesuai. Gradien 1,75–8,75%; permukaan setara kepala rel (< 0,5 cm); pendekat lurus sedikitnya 150 m; jarak pandang melebihi ketentuan 37,21 m.
Geometri jalur kereta api (4)	100% sesuai. Jalur lurus dengan jarak pandang masinis 600 m (> 500 m; > dT = 377,12 m).	100% sesuai setelah mitigasi. Tikungan jalur membatasi jarak pandang, diimbangi pembatasan kecepatan 30 km/jam (dT = 80,49 m < bagian lurus 150 m).
Peralatan keselamatan (12)	0% sesuai. Tidak tersedia palang pintu, sinyal peringatan suara atau visual, papan informasi elektronik, maupun peralatan komunikasi.	100% sesuai. Palang selebar jalan, sinyal suara dan visual, papan informasi elektronik (VMS), serta peralatan komunikasi seluruhnya berfungsi.
Penjaga perlintasan	0% sesuai. Dijaga secara informal oleh sukarelawan masyarakat tanpa sertifikasi.	100% sesuai. Penjaga perlintasan PT KAI bersertifikat bertugas sesuai jadwal giliran.

Sumber: Hasil observasi dan survei lapangan (2024)

Kedua perlintasan sama-sama memiliki kelemahan pada perlengkapan jalan pasif, dengan tingkat kesesuaian komponen wajib masing-masing hanya 20,8% dan 25,0%. Rambu yang tidak tersedia atau tidak terbaca mengurangi kemampuan jalan untuk menyampaikan informasi secara jelas kepada pengguna. KNKT (2021) mengidentifikasi kondisi serupa sebagai salah satu faktor yang berkontribusi pada tabrakan di perlintasan Bosi, Kabupaten Bekasi. Perbedaan utama terdapat pada perlindungan aktif. Jalan Pahlawan tidak memiliki peralatan keselamatan maupun petugas penjaga perlintasan bersertifikat (0%), sedangkan Jalan KH. Agus Salim memenuhi seluruh persyaratan peralatan (100%). Kondisi geometrik juga berbeda dan berpengaruh bagi pengguna jalan. Pendekat selatan Jalan Pahlawan memiliki gradien jalan menanjak yang melebihi batas, bagian lurus yang pendek, dan pandangan yang terhalang ke arah jalur hulu, tempat seluruh tabrakan yang tercatat terjadi. Perkerasan yang rusak serta perbedaan ketinggian pada kepala rel semakin meningkatkan risiko kendaraan kehilangan kendali atau mogok (Tanne et al., 2024). Geometri jalur kereta api memenuhi persyaratan pada kedua perlintasan, yang menunjukkan bahwa sumber bahaya lebih berkaitan dengan sisi jalan

daripada pengoperasian kereta. Temuan ini sejalan dengan Se et al. (2023), yang mengaitkan tingkat keparahan cedera di perlintasan dengan jarak pandang dan perangkat pengendali lalu lintas.

2. Penjaga Perlintasan: Sukarelawan Masyarakat dan Petugas Bersertifikat

Wawancara terstruktur dilakukan terhadap seluruh 12 sukarelawan yang menjaga perlintasan Jalan Pahlawan secara bergiliran selama dua jam dalam rentang 24 jam. Setiap giliran diisi dua orang untuk jalur hulu dan hilir. Seluruhnya laki-laki; 83% berusia 21–40 tahun, 67% hanya berpendidikan sekolah dasar, dan 58% telah menjadi sukarelawan selama lebih dari lima tahun. Mereka menjalankan tugas ini sebagai pekerjaan sampingan di samping menjaga parkir sepeda motor atau bekerja sebagai pengemudi ojek. Semua sukarelawan (100%) menunjukkan tiga kesenjangan pengetahuan. Mereka tidak mengetahui prosedur lalu lintas yang mewajibkan kendaraan berhenti di belakang garis henti. Mereka tidak memiliki jadwal resmi perjalanan kereta api dan hanya mengandalkan pengamatan ke sepanjang jalur. Mereka juga tidak mengetahui prosedur darurat selain mendorong kendaraan yang mogok, serta tidak mengetahui bahwa penjaga harus berlari ke arah kereta yang mendekat sambil menunjukkan semboyan 3 (bendera merah). Observasi menunjukkan bahwa sebagian sukarelawan berpindah ke tempat teduh di tepi jalan setelah menghentikan lalu lintas dan baru kembali ketika kereta hampir selesai melintas, sehingga perlintasan sempat tidak terkendali. Tabel 2 membandingkan pengaturan petugas di kedua lokasi.

Tabel 2. Perbandingan Petugas Penjaga Perlintasan pada Lokasi Penelitian

Aspek	Jl. Pahlawan (sukarelawan)	Jl. KH. Agus Salim (PT KAI)
Status dan jumlah petugas	12 sukarelawan masyarakat, giliran acak selama dua jam	4 petugas resmi (3 aktif, 1 cadangan), giliran empat jam
Pendidikan dan kompetensi	Sebagian besar lulusan sekolah dasar; tanpa pelatihan atau sertifikasi	Minimal lulusan sekolah menengah atas; terlatih dan bersertifikat
Prosedur pengaturan lalu lintas	Tidak diketahui (12/12); hanya memberi isyarat agar kendaraan berhenti	Dipahami; menegakkan aturan garis henti dan penutupan palang
Informasi posisi kereta	Hanya pengamatan visual (12/12)	Peralatan komunikasi dan informasi persinyalan
Tanggap darurat	Tidak memiliki prosedur (12/12); mendorong kendaraan mogok	Prosedur tanggap darurat sesuai PM 19/2011
Perlengkapan	Tidak ada; mengandalkan penglihatan dan isyarat tangan	Seragam keselamatan; mengoperasikan palang dan perangkat peringatan

Sumber: Hasil observasi dan survei lapangan (2024)

Temuan ini menunjukkan bahwa sukarelawan memiliki kemauan membantu, tetapi perlindungan yang mereka berikan belum memenuhi standar. Penjaga merupakan unsur terdepan dalam keselamatan perlintasan dan harus memiliki kompetensi yang terbukti (Oktaria et al., 2022), termasuk kemampuan menangani keadaan darurat (Wirawan et al., 2021; Priyanto et al., 2023). Ketergantungan pada pengamatan visual membuat kinerja mereka rentan terhadap hujan, kemacetan, kelelahan, dan gangguan perhatian, seperti saat menerima uang dari pengemudi. Tanpa seragam atau perlengkapan, pengemudi yang tidak mengenal rute dapat tidak menganggap sukarelawan memiliki kewenangan; KNKT (2021) menemukan faktor ini turut berkontribusi pada tabrakan di Bosi.

3. Perilaku Pengguna Jalan dan Kinerja Lalu Lintas

Perilaku pengguna jalan dihitung pada jam sibuk pagi (06.00–07.00) dan sore (17.00–18.00). Tercatat tiga jenis pelanggaran terhadap SK.407/AJ.401/DRJD/2018, yaitu menunggu

di lajur berlawanan arah, tidak berhenti di belakang garis henti, dan menerobos perlintasan, yakni memasuki jalur kereta sebelum kereta sepenuhnya melintas.

Tabel 3. Pelanggaran Pengguna Jalan pada Jam Sibuk (kendaraan, kedua arah pendekat)

Pelanggaran	Jl. Pahlawan			Jl. KH. Agus Salim		
	06–07	17–18	Jumlah	06–07	17–18	Jumlah
Menunggu di lajur berlawanan arah	104	208	**312**	232	181	**413**
Tidak berhenti di belakang garis henti	81	112	**193**	115	91	**206**
Menerobos perlintasan	40	56	**96**	0	0	**0**

Sumber: Hasil pencacahan lalu lintas dan observasi perilaku (2024) (pendekat utara dan selatan)

Antrean di lajur berlawanan arah dan pengabaian garis henti terjadi di kedua perlintasan, bahkan lebih sering di Jalan KH. Agus Salim. Dengan demikian, kedisiplinan lajur tidak semata-mata bergantung pada status perlindungan dan berkaitan dengan tidak tersedianya garis henti serta median sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Perbedaan yang paling penting adalah tindakan menerobos perlintasan. Di Jalan Pahlawan tercatat 96 kendaraan menerobos dalam dua jam sibuk, atau sekitar satu kendaraan setiap 75 detik, sedangkan di Jalan KH. Agus Salim tidak ada kejadian serupa karena palang pintu yang menutup seluruh lebar jalan secara fisik menghalangi kedua lajur. Pada jalur ganda di Jalan Pahlawan, kendaraan yang masuk tepat setelah satu kereta melintas dapat terpapar kereta lain yang mendekat pada jalur sebelahnya. Pola ini sesuai dengan perilaku memasuki perlintasan secara sengaja yang dilaporkan Larue dan Naweed (2020). Selain itu, sejumlah sepeda motor teramati kesulitan melaju kembali setelah berhenti pada gradien 10,51%, sehingga waktu keberadaannya di atas rel menjadi lebih lama.

Tabel 4. Kinerja Lalu Lintas pada Perlintasan Sebidang (PKJI 2023)

Parameter	Jl. Pahlawan	Jl. KH. Agus Salim
Lebar jalur kendaraan / tipe jalan	5,8 m / 2/2-UD	9,0 m / 2/2-UD
Volume jam puncak, q (skr/jam)	2.175,8 (06.00–07.00)	2.220,8 (17.00–18.00)
Derajat kejenuhan, DS = q/C	**0,97**	**0,86**
Kecepatan rata-rata pendekat (pengamat bergerak)	15,0 km/jam	23,1 km/jam
Tingkat pelayanan	E (mendekati kapasitas)	E (mendekati kapasitas)

Sumber: Hasil pencacahan lalu lintas pukul 06.00–18.00 dan survei pengamat bergerak (6 perjalanan) (2024)

Kedua jalan beroperasi mendekati kapasitasnya (DS < 1), dengan puncak pagi dipengaruhi perjalanan menuju tempat kerja dan puncak sore oleh perjalanan pulang. Jalan Pahlawan lebih mendekati kondisi jenuh (DS = 0,97), memiliki lebar jalan yang lebih sempit, dan kecepatan rata-rata yang lebih rendah, yaitu 15 km/jam. Pada tingkat pelayanan E, arus tidak stabil dan ruang untuk bermanuver terbatas (Morlok, 1995). Bersama dengan penutupan palang pintu setiap beberapa menit, kondisi ini menimbulkan antrean panjang, ketidaksabaran, dan kendaraan yang meluber ke lajur berlawanan arah. Di Jalan Pahlawan, antrean tersebut terbentuk pada pendekat menanjak dengan pandangan terhalang di dekat rel.

4. Persepsi Pengguna Jalan terhadap Keselamatan Perlintasan

Kuesioner diberikan kepada 50 pengguna jalan. Ukuran sampel ini ditentukan berdasarkan rata-rata 60 kendaraan yang melintasi perlintasan per selang waktu lima menit dengan menggunakan tabel Isaac dan Michael. Sebagian besar responden berusia 21–30 tahun

(82%), berpendidikan sekolah menengah atas (54%) atau lebih tinggi (46%), bekerja di sektor swasta (80%), dan menggunakan sepeda motor (84%). Setiap pernyataan dinilai menggunakan skala Guttman. Suatu pernyataan dikategorikan positif apabila skor T-nya (jumlah responden yang setuju) melebihi rata-rata skor T pada dimensinya, dan negatif apabila tidak melebihinya (Tabel 5).

Tabel 5. Persepsi Pengguna Jalan terhadap Kedua Perlintasan (skala Guttman, n = 50)

Pernyataan	Jl. Pahlawan T / rata-rata T / mean	Jl. KH. Agus Salim T / rata-rata T / mean
Keandalan		
Perlintasan merupakan rute yang dapat diandalkan untuk bepergian di Bekasi	– 29 / 29,5	– 27 / 31,0
Pengaturan lalu lintas di perlintasan berlangsung secara andal	+ 30 / 29,5	+ 35 / 31,0
Daya tanggap		
Petugas merespons keadaan darurat dengan tepat	– 7 / 18,5	+ 46 / 41,5
Petugas segera menghentikan kendaraan sebelum kereta melintas	+ 30 / 18,5	– 37 / 41,5
Jaminan		
Rambu dan marka membuat pengguna merasa aman	– 30 / 30,0	– 37 / 37,5
Petugas bertindak tegas terhadap pelanggar	– 30 / 30,0	+ 38 / 37,5
Bukti fisik		
Jalan dilengkapi rambu dan marka	+ 30 / 13,7	– 38 / 41,0
Palang menutup seluruh lebar jalan	– 5 / 13,7	+ 44 / 41,0
Jarak pandang tidak terhalang dan jalan tidak rusak	– 2 / 13,7	– 33 / 41,0
Tersedia sinyal peringatan kereta berupa suara dan visual	– 1 / 13,7	+ 45 / 41,0
Petugas selalu siaga	– 3 / 13,7	+ 48 / 41,0
Jumlah pernyataan positif	**3 dari 11**	**6 dari 11**

Sumber: Survei kuesioner (2024)

Catatan: + positif (T > rata-rata); – negatif (T ≤ rata-rata).

Pengguna jalan memberikan penilaian positif terhadap Jalan KH. Agus Salim pada dua kali lebih banyak pernyataan (6 dari 11) dibandingkan Jalan Pahlawan (3 dari 11). Perbedaan terbesar berkaitan dengan perlindungan fisik yang tidak tersedia di Jalan Pahlawan. Hanya 5 dari 50 responden yang menyatakan lokasi itu memiliki palang yang menutup seluruh lebar jalan, 1 dari 50 menyatakan tersedia sinyal peringatan, 3 dari 50 menyatakan penjaga selalu siaga, dan 2 dari 50 menyatakan jarak pandang bebas dari halangan. Dengan demikian, pengguna mengenali ketiadaan perlindungan aktif, selaras dengan hasil pemeriksaan. Namun, terdapat satu temuan yang berbeda. Responden memberikan penilaian positif terhadap rambu dan marka di Jalan Pahlawan (T = 30), padahal hanya 20,8% komponen yang diwajibkan tersedia. Hal ini mengindikasikan bahwa pengguna jalan belum memahami kelengkapan yang seharusnya terdapat di perlintasan. Penelitian sebelumnya di Indonesia juga menemukan kesalahpahaman pengguna terhadap rambu perlintasan dan sistem peringatan dini (Pujindasiwi et al., 2023; Yanti et al., 2021), sehingga pendidikan keselamatan diperlukan bersama dengan peningkatan fasilitas fisik.

5. Analisis Penyebab Kecelakaan Menggunakan Model ORLIO

Catatan PT KAI dan laporan media mendokumentasikan enam tabrakan di Jalan Pahlawan sepanjang 2020–2024 (Tabel 6). Dalam periode yang sama, tidak tercatat tabrakan di Jalan KH. Agus Salim.

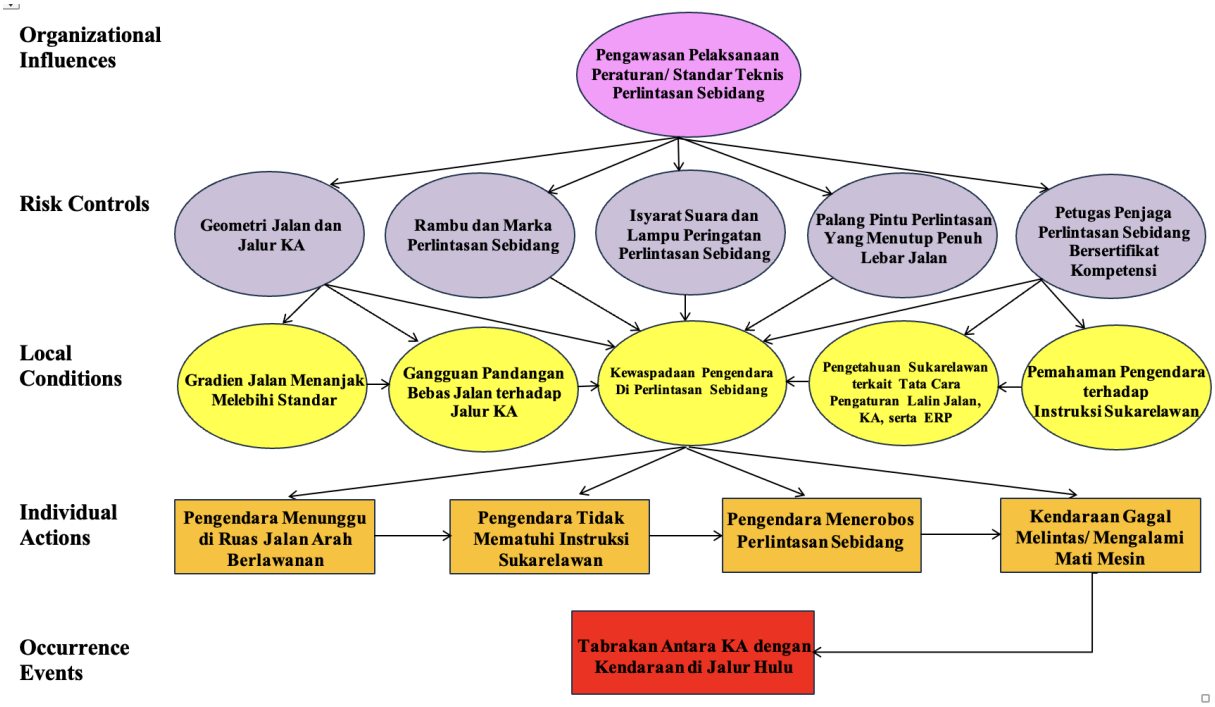
Tabel 6. Tabrakan di Perlintasan Jalan Pahlawan, 2020–2024

No.	Tanggal / waktu	Kereta	Kendaraan jalan	Penyebab yang tercatat
1	23 Mar 2024 / 12.00	KA 236 Airlangga	2 mobil (dan 1 sepeda motor yang melintas)	Menerobos meskipun klakson lokomotif dibunyikan berulang kali
2	8 Agu 2023 / 21.15	KA 8 Argo Lawu	Mobil (Toyota Avanza)	Menerobos; mesin kendaraan mati di jalur hulu
3	24 Mar 2022 / 11.45	KRL 1542 Jakarta Kota–Cikarang	Kendaraan roda tiga (bajaj)	Menerobos ketika kendaraan lain telah berhenti
4	30 Jun 2021 / 06.05	KRL 1314 Jakarta Kota–Cikarang	Sepeda motor	Menerobos perlintasan
5	8 Jul 2020 / 14.45	KRL 1380 Jakarta Kota–Cikarang	Sepeda motor	Menerobos perlintasan
6	19 Agu 2020 / 17.45	KA 104D Mutiara Selatan	Sepeda motor	Mengabaikan peringatan warga; berbalik arah di atas rel

Sumber: PT KAI dan media daring (2024)

Catatan: Seluruh tabrakan terjadi pada jalur hulu (kereta yang berjalan dari Jakarta menuju Cikarang).

Keenam kejadian memiliki jenis peristiwa yang sama: kereta pada jalur hulu menabrak kendaraan jalan yang memasuki perlintasan, sebagian besar dari pendekat selatan. Bukti kualitatif dan kuantitatif dipetakan ke dalam lima tingkatan ORLIO dengan tata letak bergaya AcciMap (Rasmussen & Svedung, 2000), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Model Penyebab Kecelakaan ORLIO pada Perlintasan Jalan Pahlawan

Pada tingkat individu, pengemudi menunggu di lajur yang salah, mengabaikan instruksi berhenti dari sukarelawan, menerobos perlintasan, dan dalam satu kasus kendaraannya mogok di atas rel. Tindakan tidak aman tersebut merupakan kegagalan aktif menurut Reason (2016). Perilaku itu dipengaruhi kondisi lokal: gradien yang melebihi batas, pandangan ke jalur hulu yang terhalang bangunan dan pepohonan, rendahnya kewaspadaan pengemudi, serta sukarelawan yang tidak memahami pengaturan lalu lintas, pengoperasian kereta, maupun

penanganan darurat. Instruksi sukarelawan juga dapat disalahartikan oleh pengemudi yang tidak mengenal lokasi. Setiap kondisi lokal tersebut berkaitan dengan pengendalian risiko yang tidak tersedia di Jalan Pahlawan, yakni geometri yang memenuhi standar, rambu dan marka, peringatan suara dan visual, palang pintu selebar jalan, serta petugas penjaga perlintasan bersertifikat.

Pada tingkat organisasi, telaah peraturan menunjukkan bahwa perlintasan tersebut tercatat secara resmi (No. 87) dalam Lampiran I PM 94/2018. Karena berada di jalan arteri kota, pengelolaannya menjadi kewenangan Pemerintah Kota Bekasi (Pasal 2 ayat (1)). Pasal 55 mensyaratkan agar perlintasan tersebut dilengkapi peralatan keselamatan, dibuat tidak sebidang, atau ditutup dalam waktu lima tahun, yaitu paling lambat 2023. Ketentuan tersebut belum terlaksana dan enam tabrakan terjadi dalam periode yang sama. Pengawasan menjadi tugas Direktorat Jenderal Perkeretaapian (Pasal 57), sedangkan keselamatan jalan yang berkaitan dengan perlintasan termasuk dalam Pilar 2 Rencana Umum Nasional Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Perpres 1/2022), yang dikoordinasikan oleh Kementerian Pekerjaan Umum. Pembagian kewenangan ini melemahkan akuntabilitas dan merupakan kondisi laten yang memungkinkan kondisi lokal yang tidak aman terus berlangsung.

Di Jalan KH. Agus Salim, ketidakdisiplinan lajur yang serupa juga terjadi pada tingkat individu (Tabel 3), tetapi rangkaian kejadian terputus sebelum kendaraan mencapai rel. Geometri yang sesuai standar, palang pintu, sinyal peringatan, dan petugas penjaga perlintasan bersertifikat berfungsi sebagai pengendalian risiko yang bersifat pencegahan. Apabila kendaraan terjebak saat palang turun, prosedur tanggap darurat yang dijalankan penjaga berfungsi sebagai pengendalian risiko yang bersifat pemulihan dengan memberi peringatan kepada masinis untuk mengerem, sehingga potensi tabrakan paling jauh menjadi kejadian hampir celaka. Perbedaan ini mendukung Read et al. (2021): tabrakan timbul dari interaksi perilaku pengguna jalan dengan desain dan pengelolaan perlintasan, bukan dari perilaku semata.

6. Penilaian dan Pengendalian Risiko (HIRARC)

Berdasarkan analisis sebelumnya, delapan bahaya di Jalan Pahlawan diidentifikasi dan diberi nilai probabilitas (A = hampir pasti hingga E = jarang) serta tingkat keparahan (1 = tidak signifikan hingga 5 = katastrofik) menggunakan matriks AS/NZS 4360:2004 (Tabel 7).

Tabel 7. Penilaian Risiko Bahaya yang Teridentifikasi di Perlintasan Jalan Pahlawan

No.	Bahaya	Akibat	P	S	Tingkat risiko
1	Pengemudi menerobos perlintasan	Tertabrak kereta; kematian	A	4	**Ekstrem**
2	Tidak tersedia palang selebar jalan atau peralatan keselamatan lain	Tertabrak kereta; kematian	A	4	**Ekstrem**
3	Perlintasan dijaga oleh sukarelawan tanpa sertifikasi	Tertabrak kereta; kematian	A	4	**Ekstrem**
4	Pengemudi tidak berhenti di belakang garis henti	Bersenggolan; luka ringan	A	2	**Tinggi**
5	Pengemudi menunggu di lajur berlawanan arah	Bersenggolan; luka ringan	A	2	**Tinggi**
6	Gradien jalan menanjak dan aspal rusak	Bersenggolan; luka ringan	A	2	**Tinggi**
7	Bangunan dan pepohonan menghalangi pandangan ke rel	Bersenggolan; luka ringan	A	2	**Tinggi**
8	Rambu dan marka tidak sesuai standar	Bersenggolan; luka ringan	B	2	**Tinggi**

Sumber: Hasil olahan penelitian berdasarkan AS/NZS 4360:2004 dan OHSAS 18001 (2007)

Tiga bahaya berada pada tingkat risiko ekstrem dan lima pada tingkat tinggi. Tidak ada bahaya pada kategori sedang atau rendah. Risiko ekstrem berkaitan langsung dengan kegagalan aktif (menerobos perlintasan) dan dua pengendalian risiko yang tidak tersedia (palang pintu serta petugas penjaga perlintasan bersertifikat), sebagaimana diidentifikasi melalui analisis ORLIO. Karena itu, pengendalian diprioritaskan pada ketiga bahaya tersebut sesuai hierarki pengendalian, kemudian risiko sisa setiap pilihan dinilai kembali (Tabel 8).

Tabel 8. Pilihan Pengendalian dan Risiko Residual untuk Bahaya Berkategori Ekstrem

Hierarki	Langkah pengendalian	P × S setelah pengendalian	Risiko sisa	Jangka waktu
Eliminasi	Menutup perlintasan dan membangun jalan layang atau jalan bawah tanah (atau jalan kolektor)	D × 1	**Rendah**	Panjang (> 5 tahun)
Substitusi	Memasang palang otomatis selebar jalan; menugaskan petugas penjaga perlintasan bersertifikat; menambah median dan panel perlintasan berbahan beton atau karet	D × 2	**Rendah**	Pendek (< 1 tahun)
Rekayasa teknis	Sistem peringatan dini otomatis (EWS); CCTV dengan peringatan melalui pengeras suara; deteksi halangan	C × 2	**Sedang**	Menengah (1–5 tahun)
Administratif	Memasang rambu dan marka sesuai standar; SOP dan petunjuk teknis bagi penjaga; kampanye keselamatan; tambahan petugas pada jam sibuk; penegakan hukum	B × 2 hingga C × 3	**Sedang–tinggi**	Pendek hingga menengah
Alat pelindung diri	Rompi reflektif, peluit, dan tongkat pengatur lalu lintas bagi sukarelawan	C × 4	**Ekstrem**	Pendek (< 1 tahun)

Sumber: Hasil olahan penelitian (2024)

Eliminasi merupakan satu-satunya pilihan yang menghilangkan bahaya sepenuhnya dan diamanatkan oleh UU 23/2007, tetapi pembangunan perlintasan tidak sebidang membutuhkan biaya besar dan waktu lama. Bahaya tersebut juga telah berlangsung selama tujuh tahun sejak perlintasan dicantumkan dalam PM 94/2018. Langkah jangka pendek yang paling efektif adalah substitusi: palang otomatis yang menutup seluruh lebar jalan dan dioperasikan oleh petugas penjaga perlintasan bersertifikat menurunkan risiko sisa menjadi rendah (D × 2). Pengaturan inilah yang telah diterapkan di Jalan KH. Agus Salim, yang membantu menjelaskan mengapa perlintasan tersebut memiliki volume lalu lintas dan ketidakdisiplinan lajur yang serupa, tetapi tidak memiliki catatan tabrakan dan tingkat risikonya rendah. Langkah administratif dan alat pelindung diri saja menyisakan risiko tinggi atau ekstrem sehingga perlu mendukung, bukan menggantikan, perlindungan fisik. Karena perilaku pengemudi dipengaruhi oleh konsistensi penegakan sanksi (Andika, 2025), pendidikan dan penegakan hukum diperlukan untuk membangun kedisiplinan yang berkelanjutan. Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur dan Pembangunan Kewilayahan, yang dibentuk pada Oktober 2024, dapat menjadi sarana penyelarasan mandat Kementerian Perhubungan berdasarkan PM 94/2018 dengan mandat Kementerian Pekerjaan Umum berdasarkan Perpres 1/2022. Kementerian koordinator juga dapat memadukan regulasi, teknologi, dan pelatihan melalui pengawasan peraturan secara berkelanjutan (Satmiko, 2018).

7. Integrasi Temuan Kualitatif dan Kuantitatif

Tabel 9 menyajikan tampilan terpadu yang digunakan untuk mengintegrasikan kedua jenis temuan. Setiap tema memperbandingkan bukti kualitatif dan kuantitatif serta menyatakan inferensi gabungannya.

Tabel 9. Tampilan Terpadu Temuan Metode Campuran

Tema	Bukti kualitatif	Bukti kuantitatif	Inferensi gabungan
Perlindungan aktif	Tidak ada palang atau perangkat peringatan; sukarelawan belum terlatih dan tidak memiliki prosedur (12/12)	Kesesuaian peralatan 0% vs 100%; tindakan menerobos 96 vs 0; keberadaan palang dinyatakan oleh 5/50 vs 44/50 pengguna	Konvergen: ketiadaan perlindungan aktif merupakan perbedaan utama kedua perlintasan
Kedisiplinan pengguna jalan	Mengantre di lajur yang salah dan masuk sebelum kereta selesai melintas	Menunggu di lajur berlawanan arah 312 vs 413; pelanggaran garis henti 193 vs 206	Perluasan: ketidakdisiplinan terjadi di kedua lokasi; palang mencegahnya berkembang menjadi tabrakan
Kondisi lokal	Pendekat menanjak; pandangan ke jalur hulu terhalang	Gradien 10,51%; pendekat lurus 19 m; DS 0,97; 15 km/jam	Konvergen: arus hampir jenuh pada pendekat menanjak dengan pandangan terhalang memperpanjang paparan di atas rel
Pemahaman pengguna	Pemeriksaan menemukan rambu dan marka tidak lengkap	Rambu dinilai positif (T = 30) meskipun tingkat kesesuaian hanya 20,8%	Divergen: pengguna kurang memahami standar perlintasan sehingga pendidikan diperlukan
Organisasi	Tenggat PM 94/2018 telah terlewati; kewenangan terbagi	6 tabrakan (2020–2024); 3 risiko ekstrem	Konvergen: lemahnya pengawasan merupakan kondisi laten di balik tabrakan

Sumber: Hasil sintesis penelitian (2025)

Secara keseluruhan, bukti yang terintegrasi menunjukkan bahwa tabrakan di Jalan Pahlawan terjadi ketika kegagalan aktif (pengemudi menerobos perlintasan) bertemu dengan kondisi organisasi laten (kewajiban berdasarkan PM 94/2018 yang belum dipenuhi dan lemahnya pengawasan). Ketiadaan palang pintu dan petugas penjaga perlintasan bersertifikat memungkinkan kedua faktor tersebut saling berkaitan. Jalan KH. Agus Salim menghadapi tekanan lalu lintas dan ketidakdisiplinan pengemudi yang serupa, tetapi tidak mencatat tabrakan karena pengendalian risiko yang bersifat pencegahan dan pemulihan telah tersedia. Oleh karena itu, peningkatan keselamatan pada perlintasan tidak dijaga perlu dimulai dengan perlindungan pada hierarki substitusi, kemudian diperkuat melalui perbaikan geometri, pendidikan, dan penegakan aturan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kondisi perlintasan resmi dijaga di Jalan KH. Agus Salim jauh lebih baik daripada perlintasan resmi tidak dijaga di Jalan Pahlawan, Kota Bekasi. Keduanya memiliki kekurangan pada perlengkapan jalan pasif; tingkat kesesuaian rambu dan marka masing-masing hanya 25,0% dan 20,8%. Namun, Jalan KH. Agus Salim sepenuhnya memenuhi persyaratan geometri jalan, geometri jalur kereta api, peralatan keselamatan, dan penjaga perlintasan bersertifikat. Jalan Pahlawan tidak memiliki palang pintu, sinyal peringatan, maupun petugas penjaga perlintasan bersertifikat (tingkat kesesuaian 0%). Lokasi ini juga memiliki gradien jalan menanjak sebesar 10,51% yang melampaui batas dan pandangan ke jalur hulu yang terhalang. Kedua jalan beroperasi mendekati kapasitasnya (DS 0,97 dan 0,86), dan ketidakdisiplinan lajur teramati di keduanya. Akan tetapi, tindakan menerobos perlintasan hanya terjadi di Jalan Pahlawan (96 kejadian dalam dua jam sibuk, dibandingkan tidak ada di Jalan KH. Agus Salim).

Analisis ORLIO menunjukkan bahwa enam tabrakan di Jalan Pahlawan selama 2020–2024 merupakan hasil interaksi dua faktor. Faktor pertama ialah kegagalan aktif berupa

pengguna jalan yang menerobos perlintasan. Faktor kedua ialah kondisi organisasi laten berupa lemahnya pengawasan dan belum dipenuhinya kewajiban berdasarkan PM 94/2018, sehingga pengendalian risiko yang mendasar tidak tersedia. Di Jalan KH. Agus Salim, ketidakdisiplinan pengemudi yang serupa tidak menyebabkan tabrakan karena pengendalian risiko yang bersifat pencegahan (palang pintu, perangkat peringatan, dan petugas penjaga perlintasan bersertifikat) serta pengendalian risiko yang bersifat pemulihan (prosedur tanggap darurat) memutus rangkaian kecelakaan. Penilaian HIRARC mengidentifikasi tiga risiko ekstrem dan lima risiko tinggi di Jalan Pahlawan. Risiko ekstrem meliputi tindakan menerobos, ketiadaan palang selebar jalan, dan ketergantungan pada sukarelawan yang tidak bersertifikat. Sebaliknya, pengendalian yang telah tersedia di Jalan KH. Agus Salim berhubungan dengan tingkat risiko sisa yang rendah.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini hanya mengkaji dua perlintasan pada satu koridor kereta api, sehingga generalisasi temuan ke perlintasan dengan karakteristik lalu lintas, geometri, dan kelembagaan yang berbeda menjadi terbatas. Data tabrakan berasal dari catatan PT KAI dan media daring serta hanya mencakup enam kejadian. Karena itu, analisis penyebab sebagian bergantung pada uraian sekunder, bukan laporan investigasi lengkap. Perilaku pengguna jalan diamati hanya selama dua jam sibuk. Kuesioner mengukur persepsi secara deskriptif melalui skala Guttman dengan 50 responden. Penilaian HIRARC bersifat semikuantitatif dan bergantung pada pertimbangan peneliti mengenai probabilitas dan tingkat keparahan. Risiko juga belum dinormalisasi berdasarkan paparan lalu lintas, seperti jumlah kesempatan kendaraan dan kereta berpapasan di perlintasan.

Rekomendasi

Pemerintah Kota Bekasi perlu segera memasang palang otomatis yang menutup seluruh lebar jalan dan menugaskan penjaga perlintasan bersertifikat di Jalan Pahlawan. Pemerintah kota juga perlu memperbaiki gradien jalan pendekat, menyingkirkan penghalang pandangan, dan memasang rambu serta marka sesuai standar. Kedisiplinan pengguna jalan perlu diperkuat melalui kampanye keselamatan dan penegakan hukum yang konsisten. Direktorat Jenderal Perkeretaapian perlu meningkatkan pengawasan atas pelaksanaan kewajiban berdasarkan PM 94/2018, dengan pembangunan perlintasan tidak sebidang sebagai solusi jangka panjang. Penelitian berikutnya perlu mencakup lebih banyak perlintasan dan menggunakan model risiko kuantitatif yang memperhitungkan paparan.

Kontribusi Penulis

Penulis bertanggung jawab atas perumusan konsep penelitian, kajian pustaka, pengembangan metode dan instrumen, observasi lapangan, survei lalu lintas, wawancara, penyebaran kuesioner, analisis ORLIO dan HIRARC, penafsiran temuan, serta penyusunan dan revisi naskah. Penulis lainnya berkontribusi dalam pembimbingan, arahan metodologis, telaah kritis naskah, dan persetujuan versi akhir untuk publikasi.

REFERENSI

Andika, A. (2025). *Faktor Penghambat Penegakan Hukum Pidana Terhadap Pelanggaran Perlintasan Palang Pintu Kereta Api (Studi di Wilayah Hukum Polres Metro Tangerang Kota)*. https://digilib.unila.ac.id/89303/3

KNKT. (2021). *Tabrakan antara Mobil Daihatsu Sigra B 1778 FZI dengan KA 69f Argo Parahyangan di Perlintasan Sebidang Jpl Nomor 101 Km 36+431, Jalan Bosi, Desa Wanasari, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat*.

Larue, G. S., & Naweed, A. (2020). Understanding Why Drivers Cross the Line at Activated Railway Crossings. *Transportation Research Record*, *2674*(8), 1–11.

https://doi.org/10.1177/0361198120912238

Morlok, E. K. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi* (Y. Sianipar (Ed.)). Erlangga.

Oktaria, Dhina Setyo., Darmawan, Arief., Handoko, H., & Budiarto, Balla Wahyu. (2022). *Pembelajaran Tentang Tugas dan Wewenang Bagi Penjaga Perlintasan Sebidang dengan Jalan Raya.* https://doi.org/10.54259/pakmas.v2i2.1264

Pemerintah Pusat. (2007). *Undang-undang (UU) Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian*. *1*.

Pemerintah Pusat. (2009). *Undang-undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*.

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 94 Tahun 2018 Tentang Peningkatan Keselamatan Perlintasan Sebidang Antara Jalur Kereta Api Dengan Jalan*. *94*, 2018.

Priyanto, S., Marsusiadi, E. N., Churniawan, E., & Nurhadi, M. (2023). *Sosialisasi Keselamatan Terhadap Sukarelawan Penjaga Pintu Perlintasan Sebidang Kereta Api Tanpa Palang Pintu di Wilayah Daerah Operasi VII Madiun*.

Pujindasiwi, N., Leliana, A., & Muhardono. (2023). *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perilaku Masyarakat Terhadap Early Warning System Saat Melintas Di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu. Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, *28*(2), 47–53. https://doi.org/10.36728/jtsa.v28i2.2593

Read, G. J. M., Cox, J. A., Hulme, A., Naweed, A., & Salmon, P. M. (2021). What factors influence risk at rail level crossings? A systematic review and synthesis of findings using systems thinking. *Safety Science*, *138*, 105207. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105207

Restuputri, D. P., Febriansyah, A. M., & Masudin, I. (2022). Risk Behavior Analysis in Indonesian Logistic Train Level Crossing. *Logistics*, *6*(2). https://doi.org/10.3390/logistics6020030

Satmiko, H. (2018). *Keselamatan Transportasi*. Rajawali Pers.

Se, C., Champahom, T., Laphrom, W., Jomnonkwao, S., & Ratanavaraha, V. (2023). Analysis of factors influencing crash injury severities at highway–rail grade crossings accommodating for unobserved heterogeneity. *Frontiers in Built Environment*, *Volume 9-2023*. https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1255762

Tanne, Y. A., Safira, H., Zai, O. T. R., Meilani, R., & Kurnia, S. A. (2024). *Evaluasi Perlintasan Sebidang atau Level Crossing (Studi Kasus: Bandung Raya). Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, *8*(1), 32–41. https://doi.org/10.37367/jpi.v8i1.313

Wirawan, W. A., Rachman, N. F., Atmaja, D. S., Rozaq, F., & Arifianto, T. (2021). *Pelatihan Simulasi Kondisi Darurat pada Pintu Perlintasan Sebidang Kereta Api di JPL 01 Madiun. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Semangat Nyata Untuk Mengabdi (JKPM Senyum)*, *1*(2), 73–78. https://doi.org/10.52920/jkpmsenyum.v1i2.45

Yanti, Ramadha, L., Wahyoni, D., Thressia, M., (2021). *Persepsi Masyarakat Terhadap Keselamatan Jalur Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Syekh Burhanuddin Kota Pariaman)*. *Journal of Applied Engineering Scienties*, *4*(1), 36–45. https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/