

ABSTRAK

Perlintasan sebidang kereta api masih menjadi isu keselamatan yang krusial di Indonesia, dengan 1.499 kecelakaan tercatat selama periode 2020–2024, di mana 81 persen di antaranya terjadi pada perlintasan tanpa penjaga. Statistik ini menunjukkan tingginya kerentanan perlintasan yang tidak dilengkapi perlindungan aktif serta belum didukung oleh manajemen risiko yang sistematis. Sebagian besar kecelakaan terjadi akibat interaksi tidak aman antara pengguna jalan dan kereta api, yang dipicu oleh perilaku berisiko, keterbatasan infrastruktur, serta lemahnya pengendalian operasional. Meskipun berbagai inisiatif keselamatan telah diterapkan, Indonesia masih belum memiliki kerangka kerja berbasis risiko yang terstruktur untuk mengidentifikasi bahaya secara sistematis dan memprioritaskan intervensi keselamatan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan strategi berbasis risiko untuk meningkatkan keselamatan perlintasan sebidang di Daerah Operasi 1 Jakarta melalui identifikasi bahaya utama, penilaian tingkat risiko, serta perumusan langkah mitigasi yang praktis dan selaras dengan prinsip pengambilan keputusan keselamatan yang diakui secara luas.

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran yang menggabungkan analisis kuantitatif data kecelakaan perlintasan tahun 2024 dengan wawasan kualitatif dari wawancara terstruktur bersama para pemangku kepentingan keselamatan perkeretaapian. Kerangka Plan Do Check Act diterapkan sebagai alat untuk menyusun tahapan penelitian yang meliputi perencanaan, pengumpulan data, analisis, dan evaluasi. Identifikasi bahaya dilakukan menggunakan analisis Fishbone untuk menangkap faktor perilaku, infrastruktur, lingkungan, dan prosedural yang berkontribusi terhadap kecelakaan. Penilaian risiko dilakukan dengan matriks risiko semi kuantitatif lima kali lima berdasarkan parameter likelihood dan severity. Kategori risiko yang dihasilkan kemudian dievaluasi melalui pendekatan tolerabilitas risiko dan diintegrasikan dalam proses pengambilan keputusan keselamatan yang terstruktur guna mendukung prioritas langkah mitigasi berdasarkan hierarchy of controls.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku tidak aman pengguna jalan seperti menerobos sinyal peringatan aktif, salah menilai kecepatan kereta, dan kurangnya perhatian tergolong sebagai risiko ekstrem dan menjadi faktor dominan penyebab kecelakaan. Faktor infrastruktur dan lingkungan seperti permukaan perlintasan yang tidak rata, pencahayaan yang buruk, jarak pandang terbatas, serta kemacetan lalu lintas dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang karena memperparah bahaya perilaku. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan keselamatan yang efektif memerlukan kombinasi terintegrasi antara langkah rekayasa teknis seperti pemisahan sebidang, peningkatan sistem palang, dan teknologi peringatan pintar serta tindakan administratif seperti penegakan hukum, kampanye kesadaran yang terarah, dan penguatan tata kelola. Kerangka yang diusulkan memberikan dasar yang terstruktur untuk memprioritaskan intervensi keselamatan dan menyelaraskan praktik keselamatan perlintasan di Indonesia dengan standar keselamatan perkeretaapian internasional.

Keywords: perlintasan sebidang perkeretaapian, penilaian risiko, analisis fishbone, matriks risiko

ABSTRACT

Railway level crossings remain a critical safety concern in Indonesia, with 1,499 accidents recorded between 2020 and 2024, 81% of which occurred at unguarded crossings. These statistics demonstrate the persistent vulnerability of crossings lacking active protection and systematic risk management. Most accidents result from unsafe interactions between road users and trains, driven by risky behaviour, inadequate infrastructure, and weak operational control. Although several safety initiatives have been introduced, Indonesia still lacks a structured, risk-based framework capable of systematically identifying hazards and prioritising safety interventions. This study aims to develop a risk-based strategy for improving safety at railway level crossings in Operational Area (DAOP) 1 Jakarta by identifying key hazards, assessing associated risk levels, and formulating practicable mitigation measures aligned with recognised safety decision-making principles.

The research adopts a mixed-methods approach, combining quantitative analysis of level crossing accident data from 2024 with qualitative insights obtained through structured interviews with railway safety stakeholders. The Plan–Do–Check–Act (PDCA) framework is applied solely as a research structuring tool to guide planning, data collection, analysis, and evaluation stages. Hazard identification is conducted using Fishbone analysis to capture behavioural, infrastructural, environmental, and procedural contributors to accidents. Risk assessment is performed using a 5×5 semi-quantitative risk matrix based on likelihood and severity parameters. The resulting risk categories are evaluated through a risk tolerability decision approach and embedded within a structured safety decision-making process, supporting the prioritisation of mitigation measures using the hierarchy of controls.

The findings indicate that unsafe road-user behaviours, including violating active warning signals, misjudging train speed, and inattentiveness, constitute Extreme risks and dominate accident causation. Infrastructure and environmental factors, such as uneven crossing surfaces, poor lighting, limited visibility, and traffic congestion, are classified as High to Moderate risks because they intensify behavioural hazards. The study concludes that effective safety improvement requires an integrated combination of engineering measures, including grade separation, upgraded barrier systems, and smart warning technologies, alongside administrative actions such as enforcement, targeted awareness campaigns, and governance enhancement. The proposed framework provides a structured basis for prioritising safety interventions and aligning Indonesia's level crossing safety practices with international railway safety standards.

Keywords: railway level crossings, risk assessment, fishbone analysis, risk matrix