



Model Pencegahan Kecelakaan Lalu Lintas di Simpang Bawen Kabupaten Semarang

Muhammad Nur Karim Al Ismariy^{1*}, Luthfi Eka Wispriyanti², Ridho Sadillah Ahmad³

^{1,3}Fakultas Hukum, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman, Semarang, Indonesia

²Universitas Islam Negeri Salatiga, Indonesia

*Penulis Korespondensi: karismalismariy07@email.com

Abstract. *This study examines the recurring traffic accidents at the Bawen intersection in Semarang Regency, particularly involving heavy vehicles descending from the toll exit. The research aims to analyze the underlying causes and formulate an effective accident prevention model. Using a qualitative empirical juridical approach, data were collected through field observations, interviews, and document analysis. The findings reveal that accidents are caused by a systemic interaction of factors, including inadequate road geometry, vehicle technical failures (especially brake malfunction), driver fatigue and limited competence, suboptimal traffic management, and weak preventive law enforcement. These interrelated factors create a high-risk traffic environment, particularly at signalized intersections at the end of steep descents. The study proposes an integrated prevention model combining infrastructure improvement, vehicle supervision, driver capacity enhancement, technology-based traffic management, and preventive law enforcement. This model emphasizes a holistic and sustainable approach to traffic safety. The implications highlight the need for coordinated policies among stakeholders to reduce accident rates and improve overall road safety in the region.*

Keywords: Accident Prevention; Integrated Model; Traffic Safety; Transportation System; Vehicle Failure.

Abstrak. Penelitian ini mengkaji kecelakaan lalu lintas yang berulang di kawasan Simpang Bawen Kabupaten Semarang, khususnya yang melibatkan kendaraan berat dari jalur turunan exit tol. Penelitian bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab kecelakaan serta merumuskan model pencegahan yang efektif. Penelitian ini menggunakan metode yuridis empiris dengan pendekatan kualitatif melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecelakaan disebabkan oleh interaksi sistemik antara faktor infrastruktur jalan yang tidak sesuai, kegagalan teknis kendaraan terutama rem blong, faktor manusia seperti kelelahan dan kurangnya kompetensi pengemudi, manajemen lalu lintas yang belum optimal, serta lemahnya penegakan hukum preventif. Kombinasi faktor tersebut menciptakan risiko tinggi terutama pada persimpangan bersinyal di ujung turunan. Penelitian ini menghasilkan model pencegahan terpadu yang mengintegrasikan aspek infrastruktur, kendaraan, manusia, teknologi, dan penegakan hukum. Model ini menekankan pendekatan menyeluruh dan berkelanjutan dalam meningkatkan keselamatan lalu lintas. Implikasi penelitian menunjukkan pentingnya sinergi kebijakan antar pemangku kepentingan untuk menekan angka kecelakaan.

Kata Kunci: Kegagalan Kendaraan; Keselamatan Lalu Lintas; Model Terpadu; Pencegahan Kecelakaan; Sistem Transportasi.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi salah satu permasalahan transportasi terbesar di dunia dan menjadi isu serius dalam sistem keselamatan jalan global. *World Health Organization* (WHO) dalam *Global Status Report on Road Safety 2023* menyebutkan bahwa kecelakaan lalu lintas menyebabkan sekitar 1,19 juta kematian setiap tahun dan menjadi penyebab utama kematian pada kelompok usia 5–29 tahun secara global (Organization, 2023). Selain menimbulkan korban jiwa, kecelakaan lalu lintas juga menyebabkan kerugian ekonomi yang besar, terutama di negara berkembang dengan tingkat mobilitas transportasi yang tinggi.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keselamatan lalu lintas tidak hanya berkaitan dengan perilaku pengguna jalan, tetapi juga dipengaruhi oleh kualitas infrastruktur jalan, kondisi kendaraan, sistem transportasi, serta manajemen lalu lintas secara menyeluruh.

Dalam konteks regional, permasalahan kecelakaan lalu lintas di Indonesia masih menunjukkan tren yang tinggi, khususnya pada jalur nasional dengan karakteristik geometrik ekstrem seperti jalan menurun panjang, tikungan tajam, dan persimpangan padat kendaraan. Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor geometrik jalan, kegagalan teknis kendaraan, serta rendahnya manajemen keselamatan transportasi memiliki pengaruh signifikan terhadap tingginya angka kecelakaan lalu lintas. Penelitian Eleonora, Lita, dan Setiadji menegaskan bahwa kondisi geometrik jalan dan pengaturan lalu lintas menjadi faktor dominan yang mempengaruhi tingkat keselamatan di kawasan Simpang Bawen Kabupaten Semarang (Eleonora, Lita, & Setiadji, 2022). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa kendaraan berat dengan muatan berlebih memiliki risiko tinggi mengalami kegagalan pengereman, terutama ketika melintasi jalur menurun Panjang (Permatasari, Budiharjo, & Purwantoro, 2023).

Fenomena tersebut terlihat secara nyata pada kawasan Simpang Bawen Kabupaten Semarang, khususnya di turunan Exit Tol Bawen yang dalam kurun waktu tahun 2023 sampai dengan tahun 2026 menunjukkan kecenderungan kecelakaan yang berulang dan mengkhawatirkan. Kawasan ini dikenal sebagai salah satu titik rawan kecelakaan lalu lintas di Jawa Tengah karena memiliki karakteristik jalan berupa turunan curam sepanjang kurang lebih dua kilometer yang berakhir langsung pada persimpangan bersinyal (*traffic light*). Kondisi tersebut menyebabkan kendaraan, terutama kendaraan berat, harus melakukan pengereman secara maksimal ketika memasuki area persimpangan. Berdasarkan berbagai laporan media dan hasil observasi lapangan, sebagian besar kecelakaan di kawasan ini melibatkan kendaraan angkutan barang yang mengalami kegagalan pengereman atau rem blong saat melintasi jalur turunan (Khairina, 2025).

Peristiwa kecelakaan yang terjadi pada tahun 2025 menjadi salah satu contoh nyata bagaimana tingginya risiko di kawasan tersebut. Sebuah kendaraan truk yang mengalami kegagalan pengereman menabrak sejumlah kendaraan di depannya, sehingga melibatkan banyak korban dan menyebabkan kemacetan panjang pada jalur utama. Kejadian serupa juga pernah terjadi pada tahun 2023, ketika sebuah truk tronton mengalami rem blong di kawasan Exit Tol Bawen dan menabrak belasan kendaraan yang sedang berhenti di lampu lalu lintas. Peristiwa tersebut mengakibatkan sejumlah korban meninggal dunia serta puluhan korban luka-luka, sehingga menimbulkan kerugian material dan gangguan lalu lintas yang cukup besar.

Pola kecelakaan yang berulang dengan karakteristik yang hampir sama tersebut memperlihatkan bahwa terdapat persoalan mendasar dalam sistem keselamatan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen yang hingga kini belum tertangani secara efektif.

Karakteristik kecelakaan yang terjadi menunjukkan adanya kesamaan pola, dimana kendaraan berat melaju dari jalur menurun dengan kecepatan tertentu, kemudian mengalami kegagalan fungsi rem, dan akhirnya menabrak kendaraan lain yang sedang berhenti di persimpangan. Pola ini memperlihatkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara kondisi jalan, kendaraan, serta perilaku pengemudi dalam menentukan tingkat risiko kecelakaan. Pola kecelakaan yang berulang tersebut menunjukkan bahwa persoalan keselamatan lalu lintas di kawasan Bawen tidak hanya dipengaruhi faktor teknis kendaraan, tetapi juga berkaitan dengan karakteristik kawasan sebagai jalur transportasi utama.

Posisi strategis kawasan Bawen sebagai penghubung utama antara wilayah utara dan selatan Jawa Tengah turut memperbesar kompleksitas permasalahan tersebut. Jalur ini menjadi bagian dari koridor transportasi yang vital bagi distribusi barang dan mobilitas masyarakat. Tingginya volume kendaraan yang melintas, khususnya kendaraan angkutan barang, menjadikan kawasan ini memiliki beban lalu lintas yang sangat tinggi sepanjang waktu (Handayani, Mahmudah, & Primasari, 2019). Tekanan terhadap infrastruktur jalan menjadi semakin besar ketika kondisi geometrik jalan tidak sepenuhnya mampu mengakomodasi arus kendaraan yang ada. Jalur menurun yang berakhir pada persimpangan bersinyal menciptakan situasi yang menuntut kemampuan pengereman optimal dari kendaraan, terutama kendaraan berat. Ketidaksesuaian antara karakteristik jalan dan kondisi kendaraan berpotensi memicu kecelakaan yang sulit dihindari (Purwantoro, Permatasari, & Budiharjo, 2023).

Permasalahan tidak berhenti pada aspek infrastruktur, melainkan juga berkaitan erat dengan kondisi kendaraan yang digunakan. Banyak kasus menunjukkan bahwa kendaraan yang terlibat kecelakaan tidak berada dalam kondisi laik jalan, khususnya terkait sistem pengereman. Praktik muatan berlebih yang masih terjadi dalam dunia transportasi turut memperburuk kondisi tersebut, karena beban kendaraan yang melebihi kapasitas akan memperbesar risiko kegagalan teknis (Hidayat, 2025). Aspek manusia juga memegang peranan penting dalam menjelaskan tingginya angka kecelakaan di kawasan ini. Pengemudi kendaraan berat seringkali menghadapi tekanan kerja yang tinggi serta durasi kerja yang panjang, sehingga berpotensi mengalami kelelahan. Kemampuan pengemudi dalam mengantisipasi kondisi jalan ekstrem seperti turunan panjang menjadi faktor yang menentukan, terutama dalam situasi darurat ketika sistem pengereman tidak berfungsi dengan baik.

Kondisi tersebut semakin kompleks ketika dikaitkan dengan manajemen lalu lintas yang belum sepenuhnya adaptif terhadap karakteristik kawasan. Tingginya kepadatan kendaraan, terutama pada jam-jam tertentu, tidak diimbangi dengan rekayasa lalu lintas yang memadai. Pengaturan arus kendaraan yang belum optimal menyebabkan meningkatnya potensi konflik di titik simpang (Rani, Yulizar Sukma, 2023).

Persoalan lain yang turut mempengaruhi adalah aspek penegakan hukum. Peran Polres Semarang selama ini lebih banyak berfokus pada penanganan setelah kecelakaan terjadi. Pendekatan yang bersifat represif tersebut belum diimbangi dengan langkah preventif yang kuat, seperti pengawasan kendaraan secara berkala maupun edukasi kepada pengemudi. Dampak dari kecelakaan lalu lintas di kawasan Bawen tidak hanya dirasakan oleh korban secara langsung, tetapi juga berdampak luas terhadap masyarakat. Kemacetan yang terjadi akibat kecelakaan menghambat mobilitas serta distribusi barang, sehingga berimplikasi pada efisiensi ekonomi. Selain itu, kecelakaan juga menimbulkan persoalan hukum yang kompleks terkait pertanggungjawaban para pihak yang terlibat.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji aspek keselamatan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknis jalan dan geometrik simpang. Kajian yang mengintegrasikan faktor kendaraan, perilaku pengemudi, manajemen lalu lintas, serta efektivitas penegakan hukum dalam satu model pencegahan terpadu masih relatif terbatas. Padahal, karakteristik kecelakaan di kawasan Simpang Bawen menunjukkan adanya keterkaitan yang kompleks antar faktor tersebut (Eleonora et al., 2022).

Kendati demikian, pendekatan yang digunakan dalam penelitian tersebut masih berfokus pada aspek teknik sipil dan belum sepenuhnya mengintegrasikan faktor lain seperti perilaku pengemudi, kondisi kendaraan, serta efektivitas penegakan hukum. Hal ini menunjukkan bahwa kajian yang ada masih bersifat parsial dan belum mampu memberikan solusi yang komprehensif terhadap permasalahan yang terjadi. Kesenjangan tersebut memperlihatkan bahwa persoalan kecelakaan di kawasan Bawen tidak dapat dipahami hanya dari satu sudut pandang. Kompleksitas faktor yang terlibat menuntut adanya pendekatan yang lebih menyeluruh, sehingga mampu mengidentifikasi secara lebih mendalam penyebab kecelakaan sekaligus merumuskan langkah pencegahan yang efektif.

Kondisi ini pada akhirnya mengarah pada kebutuhan untuk memahami secara lebih komprehensif faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan di kawasan tersebut, serta bagaimana upaya pencegahan yang selama ini dilakukan belum mampu memberikan hasil yang optimal. Pemahaman yang utuh terhadap kedua aspek tersebut menjadi kunci dalam merumuskan solusi yang tepat dan berkelanjutan.

Urgensi penelitian semakin menguat mengingat kawasan Bawen merupakan bagian penting dalam sistem transportasi regional yang mendukung pertumbuhan ekonomi. Apabila permasalahan kecelakaan tidak segera ditangani dengan pendekatan yang tepat, maka risiko yang ditimbulkan tidak hanya berdampak pada keselamatan pengguna jalan, tetapi juga pada keberlanjutan pembangunan daerah.

Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas aspek teknis jalan dan geometrik simpang, namun belum mengintegrasikan faktor kendaraan, perilaku pengemudi, manajemen lalu lintas, dan penegakan hukum dalam satu model pencegahan yang komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk merumuskan model pencegahan kecelakaan lalu lintas terpadu yang sesuai dengan kondisi empiris di kawasan Simpang Bawen Kabupaten Semarang. Mengaca beberapa permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengintegrasikan berbagai faktor penyebab kecelakaan lalu lintas. Pendekatan tersebut diharapkan tidak hanya mampu menjelaskan faktor penyebab secara mendalam, tetapi juga dapat merumuskan model pencegahan yang efektif dan aplikatif sesuai kondisi empiris di lapangan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen Kabupaten Semarang yang meliputi aspek infrastruktur jalan, kondisi kendaraan, perilaku pengemudi, manajemen lalu lintas, serta penegakan hukum. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk merumuskan model pencegahan kecelakaan lalu lintas terpadu yang efektif, aplikatif, dan berkelanjutan sebagai upaya meningkatkan keselamatan lalu lintas serta mendukung pembangunan daerah di Kabupaten Semarang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Lalu Lintas

Keselamatan lalu lintas pada dasarnya merupakan suatu kondisi yang dihasilkan dari pengelolaan sistem transportasi secara terpadu, dimana risiko kecelakaan dapat ditekan seminimal mungkin melalui interaksi yang seimbang antara manusia, kendaraan, dan infrastruktur jalan. Pendekatan modern tidak lagi menempatkan kesalahan semata-mata pada individu pengguna jalan, melainkan memandang kecelakaan sebagai bentuk kegagalan sistem secara keseluruhan. Perspektif ini sejalan dengan konsep yang dikembangkan oleh World Health Organization yang menegaskan bahwa kecelakaan lalu lintas merupakan persoalan sistemik (Karimuna, 2025).

Pendekatan sistem tersebut menempatkan setiap komponen dalam posisi yang saling bergantung. Manusia sebagai pengemudi memiliki keterbatasan dalam hal persepsi, reaksi, serta ketahanan fisik, sehingga tidak dapat sepenuhnya diandalkan sebagai penentu utama keselamatan. Kendaraan memiliki potensi kegagalan teknis, khususnya apabila tidak memenuhi standar kelayakan jalan. Sementara itu, infrastruktur jalan memiliki peran strategis dalam menentukan tingkat risiko yang dihadapi pengguna jalan, terutama pada kawasan dengan karakteristik khusus seperti jalur menurun (Azizah & Supriyatno, 2023).

Kebijakan publik dalam bidang transportasi menjadi faktor penting dalam menjaga keseimbangan sistem tersebut. Kebijakan yang tidak adaptif terhadap kondisi lapangan berpotensi menciptakan celah yang justru meningkatkan risiko kecelakaan. Dalam konteks kawasan Bawen, yang memiliki jalur menurun panjang dan volume kendaraan tinggi, pendekatan sistem menjadi sangat relevan untuk memahami bahwa kecelakaan yang terjadi merupakan hasil interaksi berbagai komponen yang tidak bekerja secara optimal.

Penyebab Kecelakaan

Kecelakaan lalu lintas pada umumnya disebabkan oleh kombinasi berbagai faktor yang saling berkaitan, meliputi faktor manusia, kendaraan, dan jalan. Namun demikian, dalam perkembangan kajian keselamatan transportasi, faktor tersebut tidak lagi dipandang secara terpisah, melainkan sebagai bagian dari suatu sistem yang kompleks. Penelitian yang dilakukan oleh Lita, Eleonora Jade Marsha, Bagus Hario Setiadji, dan Bambang Haryadi menunjukkan bahwa aspek geometrik jalan dan manajemen lalu lintas memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat keselamatan di kawasan simpang Bawen (Eleonora et al., 2022).

Faktor manusia atau human error seringkali menjadi penyebab dominan dalam kecelakaan lalu lintas. Kelelahan pengemudi, kurangnya konsentrasi, serta rendahnya disiplin dalam berkendara merupakan kondisi yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan, terutama pada jalur dengan karakteristik ekstrem seperti turunan panjang. Dalam praktiknya, pengemudi kendaraan berat seringkali dihadapkan pada tekanan kerja yang tinggi dan durasi kerja yang panjang, sehingga mempengaruhi kemampuan dalam mengambil keputusan secara cepat dan tepat (Permatasari et al., 2023).

Selain itu, faktor kendaraan juga memiliki kontribusi yang signifikan, khususnya terkait dengan kondisi teknis kendaraan. Kegagalan sistem pengereman atau rem blong menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan yang melibatkan kendaraan berat. Kondisi ini umumnya diperparah oleh kurangnya perawatan kendaraan serta praktik muatan berlebih yang meningkatkan beban kerja sistem pengereman.

Kendaraan yang tidak memenuhi standar kelayakan jalan memiliki potensi kecelakaan yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan yang terawat dengan baik (Kurnia, 2025). Faktor jalan turut memperbesar risiko kecelakaan, terutama apabila kondisi geometrik jalan tidak sesuai dengan karakteristik kendaraan yang melintas. Jalur menurun panjang yang berakhir pada persimpangan bersinyal, seperti yang terdapat di kawasan Bawen, menciptakan situasi yang sangat rentan terhadap kecelakaan beruntun. Ketika kendaraan dengan kecepatan tinggi dipaksa berhenti secara tiba-tiba akibat lampu lalu lintas, maka risiko tabrakan menjadi sulit dihindari, khususnya bagi kendaraan berat (Valdiansyah, Isma, Prastica, & Wijanarko, 2024).

Perkembangan kajian juga menunjukkan bahwa faktor manajemen lalu lintas dan penegakan hukum memiliki pengaruh yang tidak kalah penting. Pengaturan arus kendaraan yang belum optimal serta lemahnya pengawasan terhadap kendaraan berat dapat memperbesar potensi kecelakaan. Oleh karena itu, kecelakaan lalu lintas harus dipahami sebagai fenomena multifaktor yang bersifat sistemik dan tidak dapat dijelaskan hanya dari satu variabel saja.

Pencegahan Terpadu

Upaya pencegahan kecelakaan lalu lintas memerlukan pendekatan yang tidak parsial, melainkan terpadu dengan mengintegrasikan berbagai faktor penyebab dalam satu kerangka kebijakan yang komprehensif. Pendekatan ini didasarkan pada pemahaman bahwa kecelakaan merupakan hasil interaksi berbagai komponen dalam sistem lalu lintas, sehingga penanganannya juga harus dilakukan secara menyeluruh. Pencegahan dari aspek infrastruktur dapat dilakukan melalui rekayasa jalan yang lebih adaptif terhadap kondisi lapangan, seperti penyesuaian geometrik jalan, pemasangan rambu peringatan, serta penyediaan fasilitas keselamatan tambahan. Dalam konteks jalur menurun, pembangunan jalur penyelamat atau runaway truck ramp menjadi salah satu solusi yang efektif dalam mengantisipasi kendaraan yang mengalami kegagalan pengereman (Ujang Kusnaedi & Zainuddin, 2023).

Dari sisi kendaraan, pengawasan terhadap kelayakan operasional menjadi langkah penting dalam mencegah kecelakaan. Uji kelayakan kendaraan serta pengendalian terhadap praktik muatan berlebih harus dilakukan secara konsisten untuk memastikan bahwa kendaraan yang beroperasi berada dalam kondisi aman. Sementara itu, dari aspek manusia, peningkatan kompetensi pengemudi melalui pelatihan dan sertifikasi menjadi faktor kunci dalam menghadapi kondisi jalan yang berisiko tinggi. Penegakan hukum dalam konteks pencegahan tidak hanya berfungsi sebagai sarana penindakan, tetapi juga sebagai instrumen preventif melalui pengawasan dan edukasi.

Menurut Soerjono Soekanto, efektivitas penegakan hukum sangat dipengaruhi oleh kesadaran masyarakat serta konsistensi aparat dalam menjalankan aturan. Tanpa pendekatan preventif yang kuat, penegakan hukum cenderung bersifat reaktif dan tidak mampu memberikan dampak jangka Panjang (Wahyono & Pinandito, 2022).

Penelitian sebelumnya oleh Lita dkk. telah memberikan kontribusi dalam memahami aspek teknis keselamatan lalu lintas di kawasan Bawen, namun belum mengintegrasikan seluruh faktor dalam satu model yang utuh (Eleonora et al., 2022). Oleh karena itu, pengembangan model pencegahan kecelakaan lalu lintas berbasis pendekatan terpadu menjadi sangat penting. Model ini diharapkan mampu tidak hanya menjelaskan faktor penyebab kecelakaan, tetapi juga memberikan solusi yang aplikatif dan berkelanjutan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yuridis empiris dengan pendekatan kualitatif yang bersifat deskriptif analitis. Desain penelitian ini dipilih untuk mengkaji tidak hanya hukum sebagai norma yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan, tetapi juga implementasi dan realitas empiris keselamatan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen Kabupaten Semarang. Penelitian berfokus pada fenomena kecelakaan lalu lintas yang terjadi secara berulang dengan menganalisis keterkaitan antara aspek hukum, infrastruktur jalan, kondisi kendaraan, perilaku pengemudi, serta manajemen lalu lintas. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor penyebab kecelakaan dan model pencegahannya berdasarkan kondisi empiris di lapangan (Jaya, 2020). Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi terkait kecelakaan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen (Sulung & Muspawi, 2024).

Narasumber dalam penelitian ini berjumlah delapan orang yang terdiri atas pengguna jalan dan masyarakat yang sering melintasi kawasan Simpang Bawen. Penentuan narasumber dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu memilih informan yang dianggap memiliki pengetahuan dan pengalaman terkait kondisi lalu lintas serta karakteristik kecelakaan di lokasi penelitian. Data sekunder diperoleh dari peraturan perundang-undangan, buku, jurnal ilmiah, serta dokumen lain yang relevan dengan keselamatan lalu lintas dan transportasi. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi sumber dan triangulasi metode sehingga hasil penelitian memiliki tingkat validitas yang lebih kuat (Ahmad et al., 2024).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas di Simpang Bawen

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan studi dokumentasi selama periode Januari hingga Maret 2026 di kawasan Simpang Bawen, ditemukan bahwa kecelakaan lalu lintas di lokasi ini memiliki pola yang berulang dan cenderung melibatkan kendaraan berat, khususnya truk dan kendaraan angkutan barang. Pola kecelakaan yang dominan berupa kecelakaan beruntun yang terjadi pada jalur turunan menuju persimpangan yang dikendalikan oleh lampu lalu lintas. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa kecelakaan yang terjadi bukan sekadar peristiwa insidental, melainkan mencerminkan adanya permasalahan yang bersifat sistemik dan berulang dalam sistem lalu lintas di kawasan tersebut (Saputra & Brilianti, 2025).

Temuan tersebut juga diperkuat oleh hasil wawancara dengan beberapa pengguna jalan yang sering melintasi kawasan Simpang Bawen. Tegar Ardiansyah, mahasiswa UIN Salatiga, menyatakan bahwa kondisi lalu lintas di kawasan tersebut cukup berbahaya terutama ketika kendaraan berat melintas pada jam padat. Menurutnya, “kalau sudah ramai dan banyak truk turun dari atas, kendaraan di bawah sering berhenti mendadak karena lampu merah, jadi memang kelihatan rawan sekali.” Pendapat serupa disampaikan oleh Bagus, warga Ambarawa, yang menyebut bahwa kecelakaan di kawasan Bawen sering terjadi dengan pola yang hampir sama, terutama melibatkan kendaraan besar dari arah turunan. Kondisi tersebut selanjutnya mengarahkan perhatian pada faktor infrastruktur jalan sebagai salah satu determinan utama dalam membentuk risiko kecelakaan.

Secara geografis, Simpang Bawen terletak pada ujung jalur menurun panjang dari arah Semarang menuju Salatiga atau Solo, yang secara alamiah menyebabkan kendaraan mengalami percepatan akibat gaya gravitasi. Situasi ini menjadi semakin kompleks dengan keberadaan lampu lalu lintas di ujung turunan yang menuntut kendaraan untuk berhenti dalam waktu relatif singkat (Dinda & Ellytrina, 2023). Ketidaksesuaian antara karakteristik geometrik jalan dengan kebutuhan teknis pengereman kendaraan, khususnya kendaraan berat, menjadi salah satu pemicu utama terjadinya kecelakaan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lita dkk. yang menegaskan bahwa aspek geometrik jalan memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat keselamatan lalu lintas (Eleonora et al., 2022).

Hasil wawancara dengan pengguna jalan menunjukkan bahwa kondisi geometrik jalan memang menjadi salah satu faktor yang paling dirasakan secara langsung oleh masyarakat. Anna, warga Tenganan, menyampaikan bahwa posisi lampu lalu lintas yang berada tepat di ujung turunan membuat kendaraan harus mengurangi kecepatan secara tiba-tiba. Menurutnya, kondisi tersebut sangat berbahaya terutama bagi kendaraan berat yang membawa muatan besar. Hal serupa juga diungkapkan oleh Sabil, warga Gunung Pati, yang menilai bahwa jalur turunan di kawasan Bawen terasa cukup ekstrem, khususnya ketika kondisi jalan ramai dan cuaca hujan.

Keterkaitan antara kondisi jalan dan kecelakaan kemudian diperkuat oleh faktor kendaraan, terutama terkait dengan kegagalan sistem pengereman atau rem blong. Berdasarkan data kejadian yang terdokumentasi, sebagian besar kecelakaan beruntun di kawasan ini diawali oleh kendaraan berat yang tidak mampu mengendalikan laju kendaraan saat melintasi turunan. Kondisi tersebut umumnya disebabkan oleh kombinasi antara beban muatan yang melebihi kapasitas serta kurang optimalnya perawatan kendaraan (Al., 2024). Dalam konteks ini, aspek teknis kendaraan menjadi faktor risiko yang sangat krusial, terutama ketika beroperasi pada jalur dengan karakteristik ekstrem seperti di Simpang Bawen.

Hubungan antara faktor kendaraan dan kecelakaan tidak dapat dipisahkan dari faktor manusia sebagai pengendali utama kendaraan. Pengemudi memiliki peran penting dalam menentukan tingkat keselamatan berkendara, terutama pada kondisi jalan yang menantang. Kurangnya pemahaman terhadap teknik berkendara di jalur menurun, seperti pemanfaatan engine brake dan pengaturan transmisi, serta kondisi kelelahan akibat durasi kerja yang panjang, menjadi faktor yang turut mempengaruhi kemampuan pengemudi dalam mengendalikan kendaraan.

Dalam situasi darurat, keterbatasan respons pengemudi seringkali menjadi faktor yang memperbesar dampak kecelakaan (Dendy, Fathurochman, & Riyanto, 2024). Kondisi tersebut juga diperkuat oleh hasil wawancara dengan beberapa pengguna jalan. Siti, warga Langensari, menyatakan bahwa sebagian pengemudi kendaraan berat terlihat tetap memaksakan perjalanan meskipun kondisi kendaraan maupun pengemudi sudah tampak tidak optimal. Sementara itu, Nova, warga Boja, berpendapat bahwa masih terdapat pengemudi yang kurang memahami teknik berkendara aman pada jalur menurun, terutama dalam penggunaan engine brake dan pengaturan transmisi kendaraan. Menurutnya, kondisi tersebut dapat memperbesar risiko ketika kendaraan mengalami gangguan pengereman di jalur turunan menuju Simpang Bawen.

Selanjutnya, faktor manajemen lalu lintas turut memperkuat kompleksitas permasalahan. Kepadatan arus kendaraan di kawasan simpang menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan saat lampu merah, sehingga menciptakan titik konflik yang tinggi. Ketika kendaraan dari arah turunan mengalami kegagalan pengereman, kondisi tersebut secara langsung meningkatkan potensi terjadinya tabrakan beruntun. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan lalu lintas yang belum adaptif terhadap karakteristik jalan dan volume kendaraan menjadi salah satu kelemahan dalam sistem pengelolaan lalu lintas di kawasan tersebut.

Kondisi tersebut semakin diperparah oleh belum optimalnya aspek penegakan hukum, khususnya dalam pengawasan terhadap kendaraan berat. Pengendalian terhadap kelayakan kendaraan, termasuk uji KIR dan pembatasan muatan, masih belum berjalan secara maksimal. Pendekatan penegakan hukum yang cenderung bersifat represif menunjukkan bahwa upaya preventif belum menjadi prioritas utama. Padahal, penguatan aspek preventif sangat diperlukan untuk mengurangi potensi kecelakaan sejak dini (Amrullah, 2025).

Beberapa informan juga menyoroti pentingnya pengawasan dan penegakan hukum yang lebih preventif. Yusuf, mahasiswa UNDARIS, menyatakan bahwa pengawasan terhadap kendaraan berat masih belum optimal, khususnya terkait muatan kendaraan dan kondisi kelayakan teknis kendaraan sebelum melintas di kawasan Bawen. Pendapat serupa disampaikan oleh Elvanna, tenaga kependidikan UNDARIS, yang menilai bahwa upaya pencegahan kecelakaan seharusnya tidak hanya dilakukan setelah kecelakaan terjadi, tetapi juga melalui pemeriksaan kendaraan secara berkala dan edukasi keselamatan lalu lintas kepada pengemudi kendaraan berat. Konsistensi faktor-faktor tersebut tercermin dari berbagai peristiwa kecelakaan yang terjadi secara berulang. Pada tahun 2023, tercatat kecelakaan besar yang melibatkan truk tronton yang menabrak belasan kendaraan yang sedang berhenti di lampu lalu lintas.

Peristiwa serupa kembali terjadi pada tahun 2024 akibat kendaraan boks yang mengalami kegagalan pengereman. Bahkan pada Juli 2025, kecelakaan beruntun yang melibatkan sekitar delapan kendaraan, terdiri dari truk, mobil pribadi, dan sepeda motor, mengakibatkan sedikitnya tujuh orang mengalami luka-luka. Rangkaian kejadian tersebut menunjukkan bahwa pola kecelakaan di kawasan ini bersifat berulang dan belum tertangani secara efektif (Sumantri, 2017).

Tabel 1. Faktor Penyebab Kecelakaan di Simpang Bawen.

No	Faktor	Indikator Temuan
1	Infrastruktur	Jalan menurun tajam, minim fasilitas keselamatan
2	Kendaraan	Rem blong, overloading
3	Manusia	Kelelahan, kurang disiplin
4	Manajemen Lalin	Kepadatan tinggi, rekayasa belum optimal
5	Penegakan Hukum	Dominan represif, preventif lemah

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2026.

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, kecelakaan di Simpang Bawen merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang saling berkaitan. Tidak adanya dominasi tunggal dari satu faktor tertentu menegaskan bahwa permasalahan ini bersifat kompleks dan memerlukan pendekatan yang komprehensif. Untuk memperkuat analisis empiris, penyajian data visual berupa dokumentasi kecelakaan menjadi penting sebagai bukti pendukung yang menggambarkan kondisi nyata di lapangan. Dokumentasi tersebut dapat memperlihatkan bagaimana kendaraan berat kehilangan kendali di jalur turunan dan menabrak kendaraan lain yang sedang berhenti di persimpangan (Ferdian, 2026).



Gambar 1. Kecelakaan Beruntun di Exit Tol Bawen Tahun 2026.

Sumber: KompasTV (2026).

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa kecelakaan yang terjadi di kawasan Exit Tol Bawen memiliki karakteristik yang konsisten dengan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan peneliti. Kendaraan berat yang mengalami kehilangan kendali pada jalur turunan berpotensi menimbulkan tabrakan beruntun terhadap kendaraan yang sedang berhenti di persimpangan. Dokumentasi tersebut memperkuat temuan bahwa faktor geometrik jalan, kondisi kendaraan, serta kepadatan lalu lintas pada area simpang merupakan faktor yang saling berkaitan dalam membentuk risiko kecelakaan di kawasan Simpang Bawen.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini tidak hanya menguatkan temuan penelitian sebelumnya yang menekankan faktor geometrik jalan, tetapi juga menunjukkan bahwa faktor kendaraan, manusia, manajemen lalu lintas, dan penegakan hukum memiliki kontribusi yang sama pentingnya dalam membentuk risiko kecelakaan. Interaksi antar faktor tersebut membentuk suatu sistem risiko yang kompleks dan berulang, sehingga tidak dapat diselesaikan melalui pendekatan sektoral.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat ditegaskan bahwa kecelakaan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen merupakan akibat dari kegagalan sistem keselamatan lalu lintas secara menyeluruh. Faktor infrastruktur dan kendaraan berperan sebagai pemicu utama, sementara faktor manusia dan manajemen lalu lintas memperbesar dampak yang ditimbulkan, serta lemahnya penegakan hukum preventif memungkinkan risiko tersebut terus berulang.

Model Pencegahan Kecelakaan Lalu Lintas di Simpang Bawen

Berdasarkan hasil analisis terhadap faktor penyebab kecelakaan sebagaimana telah diuraikan pada sub bab sebelumnya, dapat dipahami bahwa permasalahan kecelakaan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen tidak dapat diselesaikan melalui pendekatan yang bersifat parsial. Kompleksitas faktor penyebab yang melibatkan aspek infrastruktur, kendaraan, manusia, manajemen lalu lintas, serta penegakan hukum menunjukkan bahwa diperlukan suatu model pencegahan yang bersifat terpadu dan sistematis. Model ini dirancang tidak hanya untuk merespons permasalahan yang telah terjadi, tetapi juga untuk mengantisipasi potensi risiko yang dapat muncul di masa mendatang.

Kebutuhan akan model terpadu tersebut semakin relevan apabila dikaitkan dengan fakta empiris bahwa kecelakaan di kawasan ini terjadi secara berulang dengan pola yang relatif sama, khususnya yang melibatkan kendaraan berat akibat kegagalan sistem pengereman. Kondisi ini menunjukkan bahwa pendekatan yang selama ini dilakukan belum mampu menyentuh akar permasalahan secara menyeluruh. Kebutuhan terhadap model pencegahan yang lebih terpadu juga tercermin dari hasil wawancara dengan pengguna jalan. Sebagian besar informan menilai bahwa penanganan kecelakaan di kawasan Simpang Bawen selama ini masih bersifat sementara dan belum menyentuh faktor utama penyebab kecelakaan. Informan berpendapat bahwa perbaikan infrastruktur jalan, pengawasan kendaraan berat, serta pengaturan lalu lintas berbasis teknologi perlu dilakukan secara bersamaan agar risiko kecelakaan dapat ditekan secara lebih efektif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, perumusan model pencegahan kecelakaan dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan sistem keselamatan lalu lintas (*traffic safety system approach*) yang menekankan integrasi antar komponen dalam satu kerangka kebijakan yang utuh (Permatasari et al., 2023).

Dalam konteks aspek infrastruktur, rekayasa jalan menjadi langkah awal yang paling fundamental. Penyesuaian geometrik jalan, termasuk rekonstruksi elevasi atau peninggian pada titik-titik tertentu di jalur turunan, merupakan upaya untuk mengurangi laju kendaraan secara alami sebelum memasuki kawasan persimpangan. Selain itu, penambahan fasilitas keselamatan seperti rambu peringatan, marka jalan yang lebih jelas, serta sistem peringatan dini berbasis teknologi dapat meningkatkan kewaspadaan pengemudi.

Upaya ini sejalan dengan rekomendasi berbagai kajian transportasi yang menekankan pentingnya kesesuaian antara karakteristik jalan dan perilaku kendaraan. Selanjutnya, pembangunan jalur penyelamat atau *runaway truck ramp* menjadi solusi yang sangat strategis dalam mengantisipasi kendaraan yang mengalami rem blong. Jalur ini dirancang sebagai ruang khusus yang memungkinkan kendaraan kehilangan energi kinetik secara bertahap hingga berhenti dengan aman. Dalam berbagai praktik internasional, fasilitas ini terbukti efektif dalam menurunkan angka kecelakaan fatal pada jalur menurun. Dalam konteks Simpang Bawen, keberadaan jalur penyelamat tidak hanya berfungsi sebagai solusi teknis, tetapi juga sebagai bentuk perlindungan hukum terhadap pengguna jalan lainnya dari risiko kecelakaan yang ditimbulkan oleh kendaraan berat (Effendi & Siregar, 2024).

Keterkaitan antara aspek teknis dan aspek hukum kemudian menjadi semakin penting ketika membahas penegakan hukum sebagai bagian dari model pencegahan. Penegakan hukum tidak lagi dapat dipahami semata-mata sebagai tindakan represif setelah terjadinya pelanggaran, melainkan harus diarahkan pada pendekatan preventif yang mampu mencegah terjadinya kecelakaan sejak awal. Pengawasan terhadap uji kelayakan kendaraan (uji KIR), pembatasan muatan kendaraan, serta penindakan terhadap pelanggaran teknis kendaraan harus dilakukan secara konsisten dan berkelanjutan (Bagus Tejo Purnomo, 2023). Dalam perspektif hukum, langkah ini merupakan implementasi dari prinsip perlindungan hukum preventif yang bertujuan untuk meminimalisir potensi kerugian sebelum terjadi.

Di samping itu, penguatan manajemen lalu lintas berbasis teknologi menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari model pencegahan. Penggunaan CCTV, sistem pemantauan lalu lintas secara real-time, serta pengaturan waktu operasional kendaraan berat merupakan bentuk intervensi yang dapat mengurangi kepadatan dan potensi konflik di jalan (Vernandhie, 2022).

Dalam konteks ini, teknologi berperan sebagai instrumen pengendalian yang mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan lalu lintas secara keseluruhan. Seiring dengan itu, peningkatan kompetensi pengemudi menjadi faktor yang tidak kalah penting. Pelatihan berkendara pada jalur ekstrem, sertifikasi pengemudi kendaraan berat, serta pengaturan jam kerja yang lebih manusiawi merupakan langkah-langkah yang dapat meningkatkan kemampuan pengemudi dalam menghadapi kondisi jalan yang berisiko tinggi. Dalam perspektif hukum ketenagakerjaan dan keselamatan transportasi, hal ini juga berkaitan dengan perlindungan terhadap pengemudi sebagai subjek hukum yang memiliki hak atas keselamatan kerja.

Integrasi seluruh aspek tersebut kemudian dirumuskan dalam suatu model pencegahan kecelakaan lalu lintas terpadu yang menggabungkan pendekatan teknis, manajerial, dan yuridis dalam satu kerangka yang sistematis.

Tabel 2. Model Pencegahan Kecelakaan Terpadu di Simpang Bawen.

No	Komponen	Bentuk Intervensi
1	Infrastruktur	Rekonstruksi jalan, rambu, jalur penyelamat
2	Kendaraan	Pengawasan uji KIR, pembatasan muatan
3	Manusia	Pelatihan dan sertifikasi pengemudi
4	Hukum	Penegakan preventif
5	Teknologi	CCTV, smart traffic system

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2026.

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, model yang diusulkan tidak hanya mengintegrasikan berbagai komponen, tetapi juga menempatkan masing-masing komponen dalam hubungan yang saling melengkapi. Pendekatan ini berbeda dengan pendekatan sebelumnya yang cenderung sektoral, sehingga diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Untuk memperkuat implementasi model pencegahan kecelakaan tersebut, penelitian ini juga menawarkan bentuk rekayasa lalu lintas berbasis pengurangan titik konflik kendaraan pada kawasan Simpang Bawen. Rekayasa ini dilakukan melalui penghilangan traffic light pada area turunan exit tol serta pengalihan pola pergerakan kendaraan menjadi sistem arus bebas terbatas (*limited free flow*). Model tersebut dirancang dengan mempertimbangkan kondisi geografis kawasan Bawen yang memiliki jalur turunan panjang, tingginya volume kendaraan berat, serta keberadaan jalan Tol Jogja–Bawen yang berada tepat di atas kawasan simpang utama. Dalam desain ini, kendaraan yang keluar dari exit tol diarahkan langsung menuju jalur utama arah Semarang melalui jalur lengkung khusus tanpa berhenti di persimpangan, sedangkan kendaraan dari arah Solo yang akan masuk tol dialihkan melalui jalur putar balik di sekitar kawasan Jembatan Tuntang untuk mengurangi crossing kendaraan pada simpang utama.

Selain itu, model ini juga dilengkapi dengan jalur penyelamat kendaraan berat sebelum area persimpangan guna mengantisipasi potensi rem blong pada kendaraan bertonase besar. Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini menawarkan desain rekayasa lalu lintas yang mengintegrasikan pengurangan titik konflik kendaraan, pengaturan arus lalu lintas berbasis keselamatan, serta penyediaan fasilitas keselamatan bagi kendaraan berat. Adapun model yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Model Rekayasa Lalu Lintas Simpang Bawen.

Sumber: Hasil Desain Peneliti, 2026.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara rekayasa infrastruktur, pengaturan arus kendaraan, dan fasilitas keselamatan yang dirancang untuk mengurangi risiko kecelakaan pada kawasan Simpang Bawen. Model ini menempatkan pengurangan titik konflik kendaraan sebagai strategi utama dalam mencegah terjadinya kecelakaan beruntun akibat kegagalan pengereman kendaraan berat. Berdasarkan gambar rekayasa lalu lintas tersebut, dapat dipahami bahwa model pencegahan kecelakaan yang diusulkan dalam penelitian ini tidak hanya berorientasi pada penanganan pasca kecelakaan, tetapi juga menitikberatkan pada upaya preventif melalui pengurangan titik konflik kendaraan dan pengaturan arus lalu lintas yang lebih terstruktur. Penghilangan traffic light pada area turunan exit tol serta penerapan jalur langsung menuju arah Semarang bertujuan untuk menjaga kontinuitas pergerakan kendaraan sehingga risiko pengereman mendadak dapat diminimalisir. Di sisi lain, pengalihan kendaraan dari arah Solo menuju akses tol melalui putar balik di kawasan Jembatan Tuntang dilakukan untuk mengurangi perpotongan arus kendaraan pada simpang utama yang selama ini menjadi titik rawan kecelakaan.

Model rekayasa tersebut juga menunjukkan bahwa pendekatan keselamatan lalu lintas tidak dapat hanya bertumpu pada penegakan hukum semata, melainkan harus didukung melalui pembenahan sistem infrastruktur dan manajemen lalu lintas secara menyeluruh. Dalam konteks Simpang Bawen, keberadaan jalan menurun dengan volume kendaraan berat yang tinggi memerlukan desain lalu lintas yang mampu menyesuaikan karakteristik geografis kawasan. Oleh karena itu, penerapan jalur lengkung langsung (direct slip lane), jalur penyelamat kendaraan berat, serta pemisahan arus kendaraan menjadi bagian penting dalam menciptakan sistem lalu lintas yang lebih aman dan terkendali.

Secara teoritis, model rekayasa lalu lintas ini memperkuat konsep keselamatan lalu lintas berbasis sistem (*traffic safety system approach*) yang menekankan integrasi antara aspek teknis, manajerial, dan yuridis. Sementara itu, secara praktis, model ini dapat menjadi rekomendasi kebijakan bagi pemerintah daerah, Kementerian Perhubungan, serta pengelola jalan tol dalam melakukan penataan ulang kawasan Simpang Bawen sebagai kawasan strategis transportasi. Implementasi model tersebut diharapkan mampu mengurangi frekuensi kecelakaan lalu lintas, meminimalisir korban jiwa, serta meningkatkan efektivitas dan keselamatan mobilitas kendaraan di kawasan Simpang Bawen secara berkelanjutan.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kecelakaan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen disebabkan oleh keterkaitan berbagai faktor, yaitu kondisi infrastruktur jalan yang memiliki jalur turunan panjang, tingginya volume kendaraan berat, kondisi kendaraan yang tidak sepenuhnya laik jalan, perilaku pengemudi yang kurang siap menghadapi medan ekstrem, serta sistem manajemen lalu lintas dan penegakan hukum yang belum optimal. Keberadaan traffic light tepat pada area turunan exit tol juga menjadi salah satu faktor yang meningkatkan risiko kecelakaan karena menyebabkan kendaraan melakukan perlambatan dan penghentian mendadak pada kawasan dengan tingkat kecepatan kendaraan yang masih tinggi. Dengan demikian, kecelakaan di Simpang Bawen tidak hanya disebabkan oleh faktor manusia semata, tetapi juga dipengaruhi oleh sistem keselamatan lalu lintas yang belum terintegrasi secara menyeluruh. Selain itu, penelitian ini menghasilkan model pencegahan kecelakaan lalu lintas terpadu berbasis rekayasa lalu lintas dan sistem keselamatan jalan sebagaimana digambarkan dalam desain model rekayasa Simpang Exit Tol Bawen.

Model tersebut diwujudkan melalui penghilangan traffic light pada kawasan turunan exit tol, pembangunan jalur langsung (*direct slip lane*) dari exit tol menuju arah Semarang, pengalihan kendaraan dari arah Solo menuju akses tol melalui jalur putar balik di sekitar Jembatan Tuntang, serta penyediaan jalur penyelamat kendaraan berat sebelum area persimpangan. Model ini juga diperkuat dengan pengawasan kendaraan berat, penggunaan teknologi pengawasan lalu lintas berbasis CCTV dan smart traffic system, serta penegakan hukum preventif. Model yang dihasilkan bertujuan mengurangi titik konflik kendaraan, meminimalisir risiko rem blong pada jalur turunan, serta menciptakan sistem lalu lintas yang lebih aman, teratur, dan berkelanjutan di kawasan Simpang Bawen.

Saran

Pemerintah daerah bersama instansi terkait perlu segera melakukan evaluasi dan pembenahan sistem lalu lintas di kawasan Simpang Bawen melalui penerapan rekayasa lalu lintas tanpa traffic light pada area turunan exit tol, pembangunan jalur langsung menuju arah Semarang, pengalihan arus kendaraan menuju akses tol melalui jalur putar balik yang lebih aman di sekitar Jembatan Tuntang, serta penyediaan jalur penyelamat kendaraan berat sebelum area persimpangan. Selain itu, pengawasan terhadap kendaraan berat, optimalisasi uji KIR, penggunaan teknologi pengawasan lalu lintas berbasis CCTV, dan peningkatan kompetensi pengemudi kendaraan berat perlu dilakukan secara berkelanjutan agar model pencegahan kecelakaan yang diusulkan dapat diterapkan secara efektif dalam menekan angka kecelakaan lalu lintas di kawasan Simpang Bawen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Fachrurrazy, M., S, S. Y. H., Amalia, M., Fauzi, E., Gaol, S. L., ... Takdir. (2024). *Buku Ajar Metode Penelitian Hukum & Penulisan Hukum*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Al., A. B. et. (2024). Analisis Pengaruh Beban, Tata Cara Pemuatan Dan Kecepatan Terhadap Kinerja Pengereman. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 7(1), 157. Retrieved from <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.21831/jpvo.v7i1.79384>.
- Amrullah, A. A. (2025). Analisa Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalulintas Di Tol Semarang - Solo Berdasarkan Data Lalu Lintas Terbaru 2024 Diketahui Ada Peningkatan Menjadi Dibandingkan Ruas Tol Lainnya. *Quantum Wellness: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(1), 23. Retrieved from <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.62383/quwell.v2i1.2280>.
- Azizah, A. N., & Supriyatno, D. (2023). Penentuan Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Di Jalan Tol Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(3), 319. Retrieved from <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.26740/mitrans.v1n3.p315-325>
- Bagus Tejo Purnomo, M. F. (2023). Penegakan Hukum Terhadap Pelanggar Lalu Lintas Melalui Sistem E-Tle (Elektronik Traffic Law Enforcement) Menurut Pasal 23 Peraturan Pemerintah Nomor 80 Tahun 2012 Tentang Tata Cara Pemeriksaan Kendaraan Bermotor Di Jalan Dan Penindakan Pelanggaran Lalu Li. *Mizan: Jurnal Ilmu Hukum*, 12(2), 150–155. <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.32503/mizan.v12i2.4846>
- Dendy, Y. W., Fathurochman, R. A., & Riyanto, B. (2024). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan Raya Ungaran-Bawen). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(2), 348.
- Dinda, A. Z., & Ellytrina, F. N. (2023). Analisis Pengaruh Geometrik Jalan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(2), 125.
- Effendi, K., & Siregar, M. R. (2024). Mapping of Latest Methods and Trends in K3 Emergency Response on Toll Roads: Literature Review. *Radinka Journal Of Health Science*, 2(1), 198.

- Eleonora, B. H., Lita, J. M., & Setiadji, B. H. (2022). Analisis Keselamatan Lalu Lintas Di Area Simpang Bawen. *Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 30(1), 24. Retrieved from <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.32497/wahanats.v30i1.6367>
- Ferdian, A. M. N. and A. (2026). Kejadian Lagi, Kecelakaan Beruntun Di Exit Tol Bawen Akibat Rem Blong. Retrieved from Kompas.Com website: <https://otomotif.kompas.com/read/2026/03/04/134100415/kejadian-lagi-kecelakaan-beruntun-di-exit-tol-bawen-akibat-rem-blong>.
- Handayani, D., Mahmudah, A. M., & Primasari, R. A. (2019). Analisis Variabel Pemilihan Jalan Tol Segmen Bawen-Salatiga. *Matriks Teknik Sipil*, 7(3), 335.
- Hidayat, I. J. (2025). Analisis Efisiensi Penyimpangan Rem Dan Rem Utama Pada Kendaraan Muatan Melalui Sistem Axel Load Breaker. *Jurnal Teknik Otomotif Kajian Keilmuan Dan Keguruan*, 9(2), 176. Retrieved from <https://doi.org/DOI:http://dx.doi.org/10.17977/um074v9i22025p171-178>.
- Jaya, I. M. L. M. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Anak Hebat Indonesia.
- Karimuna, S. R. (2025). Description Of Knowledge And Practices Of Road Safety Among Ride-Hailing Motorcycle Drivers In Kendari City, 2025. *Jurnal Kesehatan Dan Keselamatan Kerja*, 6(3), 298.
- Khairina. (2025). Kecelakaan Bawen, Truk Rem Blong Tabrak 9 Kendaraan dan Sebabkan Kemacetan. Retrieved April 13, 2026, from Kompas.com website: <https://www.kompas.com/jawa-tengah/read/2025/07/05/173000088/kecelakaan-bawen-truk-rem-blong-tabrak-9-kendaraan-dan-sebabkan>
- Kurnia, R. (2025). Jurnal Teoretis dan Terapan Dampak Beban Sumbu Kendaraan Berlebih (Over Dimension Over Loading) Terhadap Penurunan Umur Layan Perkerasan Jalan Dan Peningkatan Kebutuhan Biaya Pemeliharaan Jalan Tol. *Jurnal Teoretis Dan Terapan Bidang*, 32(2), 221–232. <https://doi.org/10.5614/jts.2025.32.2.10>
- Organization, W. H. (2023). *Global Status Report on Road Safety 2023*. Geneva.
- Permatasari, R. I., Budiharjo, A., & Purwantoro, A. B. (2023). Analisis lokasi rawan kecelakaan rem blong. *Jurnal Transportasi*, 23(3), 157–167.
- Purwantoro, A. B., Permatasari, R. I., & Budiharjo, A. (2023). Analisis Lokasi Rawan Kecelakaan Rem Blong. *Jurnal Transportasi*, 23(3), 159.
- Rani, Yulizar Sukma, S. (2023). Analisis Faktor-Faktor Kelelahan Kerja Pada Pengemudi Transportasi Darat. *Zahra: Journal Of Health And Medical Research*, 3(2), 273–279.
- Saputra, F., & Brilianti, D. F. (2025). Analisis Faktor Kecelakaan Kendaraan Keluar Jalur pada Ruas Tol Semarang - Batang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(2), 117–122. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.30595/civeng.v6i2.26562>
- Sulung, U., & Muspawi, M. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian: Primer, Sekunder, dan Tersier. *Jurnal Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 5(3), 110–116.
- Sumantri, I. M. A. S. (2017). Faktor Yang Mempengaruhi Keselamatan Berkendara Mobil Diruas Jalan Tol Semarang-Bawen Pripinsi Jawa Tengah. *Jurnal Saintek Maritim*, 16(2), 131. Retrieved from <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.33556/jstm.v0i2.146>.

- Ujang Kusnaedi, Y. A., & Zainuddin, Z. (2023). Manajemen Lalu lintas dalam Keselamatan Berkendara dengan Etika Perilaku dalam Berkendara demi Keselamatan Berkendara. *Jurnal Hukum Bisnis*, 12(3), 145–151. <https://doi.org/https://doi.org/10.47709/jhb.v12i03.2588>
- Valdiansyah, M., Isma, F., Prastica, D., & Wijanarko, D. (2024). KECELAKAAN LALU LINTAS DI LOKASI RAWAN KECELAKAAN. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tulungagung*, 4(2), 65–73. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.36563/daktilitas.v4i2.1370>
- Vernandhie, D. D. (2022). Teknologi Informasi Sebagai Alat Bukti Penyidikan Tindak Pidana Kecelakaan Lalu Lintas Di Polda Metro Jaya Resort Metro Tangerang Kota. *Jurnal Hukum Progresif*, 10(2), 147.
- Wahyono, D., & Pinandito, R. A. (2022). Implementasi Uu Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan (Studi Tentang Penertiban Lalu Lintas Di Wilayah Jawa Tengah). *Audi Et AP: Jurnal Penelitian Hukum*, 1(22), 73. Retrieved from <https://doi.org/https://doi.org/10.24967/jaeap.v1i01.1513>.