



JURNAL TEKNIK SIPIL NUSANTARA
Volume 1, Issu 1, 12 - 23

<https://ejournal.ansproject.co.id/index.php/jtsn>

e-ISSN : xxxx-xxxx

doi : xxxx-xxxx

Analisis Kebutuhan *Road Safety Barrier* Berbasis Identifikasi Keselamatan

An An Anisarida¹
Universitas Winaya Mukti, Bandung,
Indonesia

Syapril Janizar²
Universitas Winaya Mukti,
Bandung, Indonesia

Felix Setiwan³
Universitas Winaya Mukti,
Bandung, Indonesia

Tarisa Octaviena⁴
Institut Teknologi Nasional,
Bandung, Indonesia

Febrian⁵
Universitas Winaya Mukti,
Bandung, Indonesia

*Corresponding author:

An An Anisarida, Universitas
Winaya Mukti, Indonesia.

✉ anananisarida@gmail.com;

Article Info:

Article History:

Received, Juni 2026

Revised, Month date, 2026

Accepted: Month date, 2026

Keywords:

Austroads

Audit Keselamatan Jalan

barrier

Jalan

Abstrak

Latar Belakang: Kecelakaan kendaraan keluar jalur berpotensi menimbulkan tingkat keparahan tinggi ketika kendaraan berinteraksi dengan objek tetap, lereng curam, saluran, pilar, atau hambatan lain di tepi jalan. Road safety barrier diperlukan untuk melindungi pengguna jalan dari bahaya yang tidak dapat dihilangkan, tetapi pemasangannya harus dibenarkan melalui evaluasi risiko dan hasil audit keselamatan jalan

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menyusun kerangka analisis kebutuhan road safety barrier berdasarkan identifikasi bahaya sisi jalan, konsep clear zone, evaluasi risiko kendaraan keluar jalur, dan Pedoman Audit Keselamatan Jalan Bina Marga 2024

Metode: Penelitian menggunakan studi literatur terarah melalui analisis isi dan sintesis naratif terhadap pedoman Austroads, Pedoman Audit Keselamatan Jalan, artikel ilmiah, serta regulasi teknis jalan di Indonesia.

Hasil: Hasil kajian menunjukkan bahwa kebutuhan barrier dipengaruhi oleh jenis dan posisi bahaya, peluang kendaraan keluar jalur, kecepatan rencana, volume lalu lintas, kondisi geometrik, ketersediaan ruang defleksi, jarak pandang, terminal treatment, dan kelayakan alternatif non-barrier..

Kesimpulan: Road safety barrier layak diprioritaskan apabila bahaya berada dekat dengan lajur lalu lintas, berpotensi menimbulkan kecelakaan berat, tidak dapat dihilangkan atau direlokasi secara rasional, serta dapat dipasang tanpa mengganggu jarak pandang dan fungsi keselamatan jalan.

Abstract

Background: Run-off-road crashes may lead to severe consequences when errant vehicles interact with fixed objects, steep slopes, drainage structures, bridge piers, or other roadside hazards. Road safety barriers are required to shield road users from hazards

that cannot be removed; however, their installation must be justified through risk evaluation and road safety audit findings

Objective: *This study develops an analytical framework for determining road safety barrier needs based on roadside hazard identification, the clear zone concept, run-off-road risk evaluation, and the 2024 Bina Marga Road Safety Audit Guidelines.*

Method: *A directed literature review was conducted using content analysis and narrative synthesis of Austroads guidelines, road safety audit guidelines, scientific articles, and Indonesian road technical regulations.*

Results: *The findings indicate that barrier needs are influenced by hazard type and location, the likelihood of errant vehicle events, design speed, traffic volume, geometric condition, available deflection space, sight distance, terminal treatment, and the feasibility of non-barrier treatments.*

Conclusion: *Road safety barriers should be prioritized when hazards are located close to traffic lanes, may cause severe crashes, cannot be removed or relocated rationally, and can be installed without compromising sight distance and road safety functions.*

To cite this article: Anisarida, A.A., Janizar, S., Setiawan, F & Octaviena, T (2026). Analisis Kebutuhan *Road Safety Barrier* Berbasis Identifikasi Keselamatan Austroads Guide. JTSN: *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 1 (1), xx-xx. <https://doi.org/xxxx>

PENDAHULUAN

Keselamatan jalan merupakan aspek penting dalam penyelenggaraan infrastruktur transportasi yang tidak hanya ditentukan oleh kualitas perkerasan, kapasitas ruas, dan pengaturan lalu lintas, tetapi juga oleh kondisi ruang tepi jalan. Kendaraan dapat keluar dari jalur lalu lintas akibat berbagai faktor, seperti kesalahan pengemudi, kelelahan, gangguan lingkungan, ketidakkonsistenan geometrik, kondisi permukaan jalan, keterbatasan jarak pandang, maupun konflik lalu lintas. Pada ruas jalan yang memiliki objek berbahaya di sisi jalan, seperti pohon besar, tiang kaku, saluran terbuka, struktur drainase, lereng curam, pilar jembatan, atau bangunan yang berdekatan dengan lajur lalu lintas, kejadian kendaraan keluar jalur berpotensi berkembang menjadi kecelakaan dengan tingkat keparahan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi bahaya tepi jalan melalui pendekatan berbasis risiko, salah satunya dengan mempertimbangkan kebutuhan pemasangan *road safety barrier* sebagai perangkat pengaman yang berfungsi melindungi kendaraan dari benturan langsung dengan bahaya yang lebih berat [1]

Road safety barrier atau pagar keselamatan jalan merupakan salah satu perangkat keselamatan pasif yang digunakan untuk mengurangi tingkat keparahan kecelakaan ketika kendaraan keluar dari jalur lalu lintas dan berpotensi menabrak objek berbahaya di sisi jalan. Fungsi utama sistem ini adalah menahan, mengarahkan kembali, atau membatasi pergerakan kendaraan menyimpang agar tidak mengalami benturan langsung dengan bahaya yang memiliki konsekuensi lebih berat, seperti lereng curam, jurang, pilar jembatan, struktur kaku, atau objek tetap lainnya. *Road safety barrier* tidak hanya berfungsi sebagai pembatas fisik, tetapi juga sebagai sistem penahan kendaraan yang dirancang untuk mengurangi energi benturan secara bertahap. Dengan mekanisme tersebut, kendaraan yang menabrak barrier diharapkan dapat tetap tertahan, bergerak sepanjang barrier, atau kembali ke jalur lalu lintas tanpa menimbulkan konsekuensi kecelakaan yang lebih berat[2]. Namun demikian,

pemasangan *barrier* tidak dapat dijadikan solusi tunggal untuk seluruh permasalahan keselamatan tepi jalan, karena *barrier* juga merupakan objek fisik yang dapat ditabrak dan berpotensi menimbulkan risiko baru apabila tidak dirancang serta ditempatkan secara tepat. Oleh sebab itu, kebutuhan pemasangan *road safety barrier* harus ditentukan melalui analisis berbasis risiko dengan mempertimbangkan tingkat bahaya objek yang dilindungi, peluang kendaraan keluar jalur, kecepatan operasional, kondisi geometrik, ketersediaan ruang defleksi, serta alternatif penanganan lain yang lebih aman. Prinsip utama dalam perencanaan *barrier* adalah bahwa konsekuensi benturan dengan *barrier* harus lebih rendah dibandingkan konsekuensi benturan langsung dengan bahaya yang dilindungi [1]

Austrroads Guide to Road Design Part 6 menempatkan *road safety barrier* sebagai salah satu alternatif penanganan setelah proses identifikasi dan mitigasi bahaya tepi jalan dilakukan. Sebelum memutuskan pemasangan *barrier*, perencana perlu mempertimbangkan alternatif yang lebih mendasar, seperti memperbaiki alinemen, meningkatkan delineasi, memperbaiki permukaan jalan, menghilangkan objek berbahaya, memindahkan objek ke luar area berisiko, atau memodifikasi objek agar lebih aman [1]. Dengan demikian, kebutuhan *barrier* harus dianalisis sebagai bagian dari manajemen risiko keselamatan jalan, bukan hanya sebagai kelengkapan fisik jalan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tipe objek tepi jalan, kinerja guardrail, karakteristik *barrier*, tikungan horizontal, desain geometrik, dan tipe kecelakaan berpengaruh terhadap tingkat keparahan kecelakaan kendaraan keluar jalur [3], [4]. Namun, sebagian besar kajian tersebut masih berfokus pada evaluasi empiris kecelakaan atau performa *barrier* tertentu. Kajian yang menyusun kerangka kebutuhan *road safety barrier* dengan mengintegrasikan identifikasi bahaya, *clear zone*, evaluasi risiko, pertimbangan ruang defleksi, dan konteks regulasi Indonesia masih relatif terbatas.

Kebutuhan *barrier* di Indonesia berkaitan dengan pemenuhan aspek keselamatan jalan, persyaratan teknis jalan, pengelolaan ruang jalan, serta pelaksanaan Audit Keselamatan Jalan (AKJ). Peraturan Menteri PUPR Nomor 5 Tahun 2023 mengatur persyaratan teknis jalan dan perencanaan teknis jalan, sedangkan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 mengatur bagian-bagian jalan dan penyelenggaraan jalan [5] [6]. Selain itu, Pedoman Audit Keselamatan Jalan Bina Marga 2024 menempatkan pemeriksaan bahaya sisi jalan sebagai bagian penting dalam audit, termasuk tiang listrik atau telepon, tiang rambu, pilar jembatan, box culvert, pohon, jurang atau tebing, serta kebutuhan pagar keselamatan atau pagar pengaman pada objek yang berdekatan dengan lajur lalu lintas [5]. Dengan demikian, analisis kebutuhan *road safety barrier* dalam penelitian ini tidak hanya mengacu pada prinsip teknis internasional, tetapi juga dihubungkan dengan daftar periksa audit keselamatan jalan yang berlaku di Indonesia.

Kebaruan artikel ini terletak pada penyusunan kerangka konseptual analisis kebutuhan *road safety barrier* berbasis identifikasi bahaya tepi jalan dan evaluasi risiko kendaraan keluar jalur. Artikel ini bertujuan merumuskan parameter, tahapan, dan matriks keputusan yang dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu lokasi membutuhkan *barrier*, membutuhkan perlakuan non-*barrier*, atau cukup dipantau melalui pemeliharaan keselamatan jalan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur terarah dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. Metode ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menyusun sintesis konseptual mengenai kebutuhan *road safety barrier* berdasarkan pedoman teknis, hasil penelitian terdahulu, regulasi yang relevan, dan daftar periksa audit keselamatan jalan. Sumber utama yang digunakan adalah *Austroads Guide to Road Design Part 6: Roadside Design, Safety and Barriers*, yang membahas desain tepi jalan, identifikasi bahaya, *clear zone*, penilaian risiko, dan proses desain *road safety barrier* [1]. Sumber pembandingan nasional yang digunakan adalah Pedoman Audit Keselamatan Jalan Bina Marga 2024, terutama bagian pemeriksaan lokasi bahaya sisi jalan, jarak pandang, bangunan pelengkap jalan, perlengkapan jalan, dan terminal pagar keselamatan [5].

Analisis dilakukan melalui *content analysis* dan *sintesis naratif*. *Content analysis* digunakan untuk mengidentifikasi konsep utama, parameter teknis, dan faktor risiko yang memengaruhi kebutuhan *barrier*. Sintesis naratif digunakan untuk menghubungkan temuan antar-sumber dan menyusunnya menjadi kerangka evaluasi. Tahapan analisis meliputi: (1) identifikasi bahaya tepi jalan; (2) penilaian peluang kendaraan keluar jalur; (3) evaluasi tingkat keparahan apabila terjadi benturan; (4) pemeriksaan kelayakan alternatif non-*barrier*; (5) penentuan kebutuhan *barrier*; dan (6) pemilihan jenis *barrier* berdasarkan kondisi lokasi.

Selain sintesis naratif, penelitian ini menambahkan simulasi perhitungan konseptual untuk menunjukkan tahapan penentuan kebutuhan *barrier*. Simulasi dilakukan dengan menyusun skenario ruas jalan, menghitung skor risiko, memeriksa posisi bahaya terhadap *clear zone*, mengevaluasi jarak bebas *barrier* terhadap bahaya, menghitung *working width*, memperkirakan panjang kebutuhan *barrier*, serta menguji hasil keputusan terhadap kriteria audit keselamatan jalan. Angka dalam simulasi digunakan sebagai contoh penerapan metode dan perlu diganti dengan data lapangan pada studi kasus sebenarnya.

Keluaran penelitian berupa matriks parameter kebutuhan *barrier*, tabel integrasi Pedoman Audit Keselamatan Jalan, tabel alternatif penanganan bahaya, serta kerangka keputusan yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi awal pada jalan perkotaan, jalan antarwilayah, maupun ruas dengan riwayat kendaraan keluar jalur. Kerangka ini bersifat konseptual dan perlu dikalibrasi lebih lanjut apabila diterapkan pada studi kasus lapangan dengan data geometrik, volume lalu lintas, kecepatan operasional, hasil audit, dan data kecelakaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Dasar *Road Safety Barrier*

Road safety barrier merupakan sistem perlindungan tepi jalan yang digunakan untuk mengurangi konsekuensi kecelakaan ketika kendaraan menyimpang dari jalur lalu lintas dan berpotensi menabrak bahaya yang lebih berat. Fungsi utama *barrier* adalah menahan, mengarahkan kembali, atau mengurangi energi benturan kendaraan sehingga kendaraan tidak langsung berinteraksi dengan objek berbahaya seperti pohon besar, tiang kaku, lereng terjal, jurang, saluran dalam, pilar jembatan, atau struktur tetap lainnya [1], [3].

Austroads membedakan *road safety barrier* ke dalam tiga kelompok umum, yaitu *flexible barrier*, *semi-rigid barrier*, dan *rigid barrier* [1]. *Flexible barrier*, seperti *wire rope safety barrier*, umumnya memiliki defleksi yang lebih besar sehingga memerlukan ruang kerja yang

memadai di belakang sistem. Semi-rigid barrier, seperti W-beam guardrail, memiliki defleksi sedang dan sering digunakan pada berbagai kondisi tepi jalan. Rigid barrier, seperti concrete barrier, memiliki defleksi kecil, tetapi benturan dengan sistem ini dapat menghasilkan tingkat kekakuan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pemilihan jenis barrier harus mempertimbangkan ruang tersedia, kecepatan kendaraan, jenis bahaya, pemeliharaan, biaya siklus hidup, dan pengguna jalan rentan.

Sintesis Literatur tentang Barrier dan Bahaya Tepi Jalan

Tabel 1. Sintesis Literatur Terkait Road Safety Barrier dan Keselamatan Tepi Jalan

Sumber	Fokus Kajian	Temuan Utama	Relevansi terhadap Kebutuhan Barrier
Austroads [1]	Desain tepi jalan dan barrier	Barrier digunakan untuk melindungi kendaraan dari bahaya yang tidak dapat dihilangkan.	Menjadi dasar tahapan penentuan kebutuhan, posisi, tipe, panjang, dan terminal barrier.
De Albuquerque dan Awadalla [3]	Tabrakan objek tetap dan barrier	Benturan dengan objek tetap dapat meningkatkan peluang cedera fatal pada kecelakaan kendaraan keluar jalur.	Menegaskan pentingnya perlindungan terhadap pohon, tiang, dan objek kaku.
Jalayer dan Zhou [7]	Risiko fitur tepi jalan	Objek tepi jalan perlu dinilai berdasarkan paparan dan konsekuensi kecelakaan.	Mendukung penggunaan pendekatan risiko sebelum pemasangan barrier.
Molan et al.[4]	Barrier, dimensi, dan tikungan	Karakteristik barrier dan kondisi tikungan memengaruhi tingkat keparahan kecelakaan.	Menunjukkan bahwa barrier harus dipilih sesuai kondisi geometrik dan ruang kerja.
Khan et al. [8], [9]	Hazard, clear zone, dan guardrail	Jenis hazard, desain konsisten, dan pilihan guardrail/clear zone berpengaruh terhadap keselamatan.	Mendukung matriks keputusan antara perlakuan non-barrier dan pemasangan barrier.
Cheng et al. [10], [11]	Clear zone dan simulasi kecelakaan	Lebar area pemulihan dipengaruhi oleh kecepatan, kondisi jalan, dan lintasan kendaraan keluar jalur.	Menegaskan kebutuhan pemeriksaan clear zone sebelum barrier dipilih.

Parameter Analisis Kebutuhan Road Safety Barrier

Kebutuhan road safety barrier tidak cukup ditentukan hanya dari keberadaan objek di tepi jalan. Suatu objek dapat menjadi prioritas penanganan apabila berada dalam lintasan potensial kendaraan keluar jalur, memiliki tingkat kekakuan tinggi, sulit dilewati kendaraan, berada pada sisi luar tikungan, berdekatan dengan lajur lalu lintas, atau termasuk objek yang dalam daftar periksa AKJ dinilai dapat membahayakan pengguna jalan. Pedoman AKJ Bina Marga 2024 menekankan bahwa objek seperti tiang listrik atau telepon, tiang rambu, pilar jembatan, box culvert, pohon berdiameter lebih dari 10 cm, serta jurang atau tebing yang berdekatan dengan lajur lalu lintas perlu diperiksa posisi dan pengamannya [5]. Selain itu, kebutuhan barrier juga harus mempertimbangkan apakah tersedia ruang yang cukup untuk

defleksi dinamis, allowance kendaraan, ruang kerja barrier, terminal treatment, crash cushion, dan jarak pandang [1], [5].

Prinsip hierarki penanganan bahaya menunjukkan bahwa barrier bukan pilihan pertama. Alternatif yang lebih diutamakan adalah menghilangkan bahaya, memindahkan bahaya, mengubah bentuk bahaya agar lebih aman, memperbaiki geometrik, memperbaiki drainase, atau meningkatkan delineasi. Barrier menjadi pilihan ketika bahaya tidak dapat dihilangkan atau dipindahkan dan risiko benturan langsung dengan bahaya lebih besar daripada risiko benturan dengan barrier [1], [12].

Tabel 2. Parameter Penilaian Kebutuhan *Road Safety Barrier*

Parameter	Indikator Evaluasi	Implikasi terhadap Kebutuhan Barrier
Jenis bahaya	Pohon besar, tiang kaku, struktur tetap, saluran dalam, jurang, pilar jembatan	Semakin kaku dan berbahaya objek, semakin tinggi kebutuhan perlindungan.
Offset bahaya	Jarak bahaya terhadap tepi lajur atau bahu jalan	Bahaya yang berada dekat lintasan kendaraan keluar jalur lebih perlu dievaluasi.
Kecepatan rencana/operasional	Kecepatan tinggi atau perubahan kecepatan mendadak	Kecepatan tinggi meningkatkan energi benturan dan kebutuhan perlindungan.
Volume lalu lintas	LHRT, komposisi kendaraan berat, intensitas kendaraan	Volume tinggi meningkatkan paparan terhadap bahaya.
Geometrik jalan	Tikungan, turunan, lebar bahu, superelevasi, median	Geometrik berisiko meningkatkan peluang kendaraan keluar jalur.
Kondisi lereng	Lereng curam, permukaan tidak rata, beda tinggi besar	Lereng berbahaya dapat memerlukan barrier atau perbaikan geometri.
Ruang kerja <i>barrier</i>	Defleksi dinamis, working width, terminal, run-out area	Barrier hanya layak bila ruang fisik untuk kinerja sistem tersedia.
Pengguna jalan rentan	Pejalan kaki, pesepeda, sepeda motor, area sekolah/permukiman	Kebutuhan barrier perlu mempertimbangkan risiko terhadap pengguna jalan dan lingkungan sekitar.
Riwayat kecelakaan	Data run-off-road crash, near miss, lokasi rawan	Riwayat kecelakaan memperkuat prioritas penanganan.
Alternatif non-barrier	Relokasi, modifikasi objek, perbaikan bahu, peningkatan delineasi	Barrier dipilih jika alternatif lain tidak efektif atau tidak layak.

Sumber: Austroads, 2010

Analisis Kebutuhan Barrier Pedoman Audit Keselamatan Jalan 2024

Pedoman ini memberikan dasar operasional untuk mengaitkan kebutuhan barrier dengan proses pemeriksaan keselamatan jalan. Kegiatan audit tidak hanya menilai pemenuhan standar teknis, tetapi juga menilai dampak setiap elemen jalan terhadap keselamatan pengguna. Kebutuhan *road safety barrier* perlu dilakukan sebagai bagian dari tindak lanjut temuan audit, terutama apabila terdapat objek atau kondisi sisi jalan yang berdekatan dengan lajur lalu lintas dan berpotensi meningkatkan tingkat keparahan kecelakaan [5].

AKJ terdapat daftar periksa yang menunjukkan bahwa objek sisi jalan perlu dievaluasi melalui dua pertanyaan utama, yaitu apakah posisi objek berdekatan dengan lajur lalu lintas

dan apakah objek tersebut telah dilengkapi pengaman yang sesuai. Pendekatan ini sejalan dengan analisis kebutuhan barrier berbasis risiko karena keputusan pemasangan tidak hanya dipengaruhi jenis objek, tetapi juga kedekatan terhadap lintasan kendaraan, potensi konsekuensi benturan, jarak pandang, dan keamanan terminal sistem barrier. Integrasi parameter AKJ ke dalam kerangka analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Kebutuhan Road Safety Barrier Pedoman AKJ

Aspek	Fokus Pemeriksaan	Implikasi terhadap Analisis Kebutuhan Barrier
Bahaya sisi jalan	Memeriksa posisi tiang listrik/telepon, tiang rambu, pilar jembatan, box culvert, pohon berdiameter >10 cm, jurang, dan tebing yang berdekatan dengan lajur lalu lintas.	Objek tersebut menjadi indikator awal kebutuhan perlindungan apabila berada dalam area risiko dan berpotensi menimbulkan kecelakaan berat.
Pengaman objek tetap	Memeriksa apakah objek yang membahayakan telah dilengkapi pagar keselamatan, pagar pengaman, patok pengaman, atau perlakuan lain yang aman bagi lalu lintas.	Ketiadaan pengaman pada objek kaku menjadi dasar untuk menilai prioritas barrier atau alternatif mitigasi non-barrier.
Jarak pandang	Memeriksa apakah objek, termasuk pagar pengaman jalan, rambu, lanskap, fasilitas parkir, atau pembatas jembatan, mengganggu jarak pandang pengemudi.	Barrier harus ditempatkan tanpa mengurangi jarak pandang minimum, terutama pada tikungan, persimpangan, jembatan, dan area dengan perubahan alinyemen.
Bangunan pelengkap dan penghubung jalan	Memeriksa keterhubungan atau overlapping antara dinding jembatan dan guardrail agar sesuai arah pergerakan lalu lintas dan mampu mencegah kecelakaan fatal.	Desain barrier perlu memperhatikan transisi ke struktur jembatan, kontinuitas perlindungan, dan risiko snagging pada sambungan sistem.
Perlengkapan jalan	Memeriksa kebutuhan pengaman pada APILL, rambu, lampu penerangan, dan perlengkapan jalan lain agar tidak menjadi objek berbahaya.	Perlengkapan jalan yang kaku dan dekat lajur perlu direlokasi, dimodifikasi, diberi patok pengaman, atau dilindungi barrier jika risiko tetap tinggi.
Terminal dan crash cushion	Memeriksa apakah ujung pagar keselamatan yang terbuka dan dekat lajur lalu lintas telah dilengkapi crash cushion atau perlakuan terminal yang aman.	Kebutuhan barrier harus selalu diikuti evaluasi terminal treatment, karena ujung barrier yang tidak aman dapat menjadi bahaya baru.
Tahap audit	AKJ dilakukan pada tahap perencanaan teknis awal, perencanaan teknis akhir, konstruksi, pra pembukaan, dan pasca pembukaan jalan.	Kebutuhan barrier perlu dievaluasi sejak desain awal dan diverifikasi kembali pada tahap konstruksi serta saat jalan mulai beroperasi.

Kebutuhan barrier dalam pedoman AKJ dapat dirumuskan sebagai temuan keselamatan apabila suatu objek atau kondisi sisi jalan memiliki kedekatan dengan lajur lalu lintas, tidak terlindungi, berpotensi mengganggu jarak pandang, atau memiliki terminal yang tidak aman. Temuan ini perlu diterjemahkan ke dalam rekomendasi teknis berupa eliminasi bahaya,

relokasi, modifikasi, pemasangan patok pengaman, pemasangan road safety barrier, atau penyediaan crash cushion sesuai tingkat risiko lokasi.

Tahapan Analisis Kebutuhan Barrier

Tahapan pertama adalah pengumpulan data lokasi. Data yang diperlukan meliputi geometri jalan, kecepatan rencana atau kecepatan operasional, volume dan komposisi lalu lintas, kondisi bahu dan lereng, lokasi bahaya, dimensi bahaya, offset terhadap lajur, data kecelakaan, kondisi drainase, jarak pandang, utilitas, dan akses pemeliharaan. Austroads menekankan bahwa desain barrier memerlukan informasi rinci mengenai posisi dan ukuran bahaya, topografi, batasan lokasi, lalu lintas, desain kendaraan, kecepatan, sudut benturan, kondisi tanah, serta kebutuhan akses [1].

Tahapan kedua dilakukan identifikasi bahaya dan penentuan tingkat risiko. Bahaya tepi jalan dapat dikategorikan menjadi objek tetap, lereng berbahaya, saluran dan struktur drainase, badan air, median sempit, objek pada tikungan, atau area dengan konsekuensi tinggi seperti sekolah, fasilitas publik, dan bangunan di bawah lereng. Setiap bahaya dinilai berdasarkan kemungkinan tertabrak dan tingkat keparahan konsekuensinya.

Tahapan ketiga dilakukan evaluasi alternatif penanganan. Apabila terdapat bahaya dapat dihilangkan atau dipindahkan dengan biaya dan dampak yang rasional, maka *barrier* tidak menjadi prioritas. Apabila bahaya tidak dapat dipindahkan, maka modifikasi objek atau perubahan geometri dapat dipertimbangkan. *Barrier* dipilih apabila risiko sisa tetap tinggi dan sistem *barrier* dapat dipasang dengan memenuhi persyaratan posisi lateral, ruang defleksi, panjang kebutuhan, terminal treatment, transisi, dan jarak pandang.

Tahapan keempat adalah pemilihan tipe barrier. Pemilihan tipe barrier harus mempertimbangkan tingkat *containment*, defleksi, *working width*, kondisi tanah, kemiringan lereng, pemeliharaan, ketersediaan suku cadang, kompatibilitas dengan sistem eksisting, dan keselamatan pengguna jalan rentan. Pada lokasi dengan ruang terbatas, *rigid barrier* mungkin lebih sesuai karena defleksinya kecil, tetapi perlu mempertimbangkan tingkat keparahan benturan. Pada lokasi dengan ruang memadai, *flexible* atau *semi-rigid barrier* dapat menjadi pilihan karena kemampuan menyerap energi yang lebih baik.

Tabel 4. Alternatif Penanganan Sebelum Pemasangan Barrier

Kondisi Bahaya	Alternatif Non-Barrier	Keputusan Awal
Objek berada dekat lajur tetapi dapat dipindahkan	Relokasi objek ke luar area berisiko	Barrier tidak menjadi prioritas utama.
Tiang atau perlengkapan jalan kaku	Mengganti dengan struktur <i>frangible</i> atau memindahkan posisi	Barrier dipertimbangkan jika penggantian tidak memungkinkan.
Saluran terbuka atau kepala gorong-gorong berbahaya	Menutup, melandaikan, atau membuat ujung saluran lebih mudah dilintasi	Barrier digunakan bila modifikasi tidak layak.
Lereng curam atau jurang	Melandaikan lereng, memperlebar bahu, atau memperbaiki permukaan	Barrier diprioritaskan jika risiko terguling atau jatuh tetap tinggi.
Bahaya konsekuensi tinggi di luar badan jalan	Pengaturan ulang tata letak, pembatas akses, atau proteksi lokasi	Barrier dipertimbangkan untuk melindungi kendaraan dan pihak di luar jalan.
Median sempit dengan risiko tabrakan berlawanan arah	Pemisahan arah, peningkatan <i>delineasi</i> , atau median barrier	Barrier diprioritaskan jika risiko <i>head-on</i> tinggi.

Klasifikasi Tipe Barrier dan Implikasi Pemilihan

Secara umum, *barrier* dapat dikelompokkan menjadi *flexible*, *semi-rigid*, dan *rigid*. Perbedaan utama ketiga tipe tersebut terletak pada besar defleksi, mekanisme penyerapan energi, kebutuhan ruang kerja, tingkat kekakuan, biaya pemeliharaan, serta kesesuaian lokasi. Pemilihan tipe yang tidak sesuai dapat mengurangi efektivitas sistem dan bahkan meningkatkan risiko cedera. Oleh sebab itu, *barrier* harus dipilih sebagai sistem, bukan sebagai elemen tunggal. Sistem tersebut mencakup pagar utama, terminal, transisi, fondasi, sambungan, delineasi, dan ruang bebas operasi.

Tabel 5. Karakteristik Umum Tipe Road Safety Barrier

Tipe Barrier	Karakteristik	Kelebihan	Keterbatasan
<i>Flexible barrier</i>	Defleksi besar, menyerap energi melalui kabel/struktur fleksibel	Dapat menurunkan tingkat keparahan benturan pada ruang memadai	Membutuhkan ruang defleksi dan pemeliharaan ketegangan sistem.
<i>Semi-rigid barrier</i>	Defleksi sedang, umum digunakan pada tepi jalan	Relatif adaptif untuk berbagai lokasi dan mudah dikenal dalam pemeliharaan	Tetap memerlukan ruang kerja dan terminal yang aman.
<i>Rigid barrier</i>	Defleksi kecil, biasanya berbasis beton atau sistem kaku	Cocok pada ruang sangat terbatas atau median sempit	Benturan dapat lebih keras; perlu desain transisi dan terminal yang baik.

Penggunaan *rolling barrier* dapat dipertimbangkan sebagai alternatif perlakuan keselamatan pada ruas jalan yang memiliki risiko kendaraan keluar jalur, khususnya pada segmen tikungan dan ramp. Sistem ini bekerja dengan mengombinasikan fungsi penahan, penyerap energi, dan pengarah kendaraan melalui roller berbahan elastis yang berputar saat terjadi benturan, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kendaraan menabrak objek berbahaya secara langsung [13]. Sistem *rolling barrier* menggunakan elemen roller yang dilapisi cincin urethane untuk menyerap energi benturan dan membantu mengarahkan kembali kendaraan yang menabrak *barrier* agar tetap bergerak sejajar dengan arah jalan [14]

Matriks Keputusan Kebutuhan Road Safety Barrier

Berdasarkan sintesis literatur, kebutuhan *barrier* dapat dikelompokkan ke dalam empat tingkat keputusan. Tingkat pertama adalah tidak membutuhkan *barrier* karena tidak terdapat bahaya signifikan atau risiko rendah. Tingkat kedua adalah membutuhkan penanganan non-*barrier*, seperti relokasi objek atau modifikasi geometri. Tingkat ketiga adalah membutuhkan *barrier* bersyarat, yaitu ketika risiko sedang sampai tinggi tetapi masih harus dipastikan ketersediaan ruang kerja, jarak pandang, dan terminal. Tingkat keempat adalah membutuhkan *barrier* prioritas tinggi, yaitu ketika terdapat bahaya berat, peluang kendaraan keluar jalur besar, dan alternatif non-*barrier* tidak layak.

Tabel 6. Matriks Keputusan Kebutuhan Road Safety Barrier

Tingkat Kebutuhan	Kondisi Risiko	Indikator Lapangan	Rekomendasi
Rendah	Bahaya jauh dari lintasan kendaraan dan konsekuensi rendah	Objek frangible, lereng landai, tidak ada riwayat ROR	Pemantauan dan pemeliharaan rutin.
Sedang	Bahaya ada tetapi masih dapat dimitigasi tanpa barrier	Objek dapat dipindahkan, saluran dapat dimodifikasi, delineasi kurang	Lakukan relokasi, modifikasi, atau peningkatan keselamatan non-barrier.
Tinggi bersyarat	Bahaya sulit dihilangkan dan risiko benturan cukup tinggi	Objek kaku dekat lajur, tikungan, volume sedang-tinggi	Evaluasi desain barrier, working width, terminal, dan biaya siklus hidup.
Sangat tinggi	Bahaya berat, peluang keluar jalur tinggi, konsekuensi fatal	Jurang, pilar, lereng curam, median rawan head-on, riwayat ROR	Prioritaskan pemasangan road safety barrier sesuai standar desain.

Road Safety Barrier di Indonesia

Analisis kebutuhan barrier di Indonesia perlu disesuaikan dengan klasifikasi jalan, fungsi jalan, karakteristik lalu lintas campuran, keberadaan sepeda motor, keterbatasan ruang di kawasan perkotaan, dan hasil Audit Keselamatan Jalan. Pada jalan perkotaan, pemasangan barrier tidak selalu menjadi pilihan utama karena ruang tepi jalan juga digunakan oleh pejalan kaki, pesepeda, halte, akses properti, utilitas, dan drainase. Namun, Pedoman AKJ menunjukkan bahwa objek sisi jalan seperti tiang, pilar, box culvert, pohon besar, jurang, dan tebing yang dekat dengan lajur lalu lintas harus diperiksa posisi serta pengamannya. Dengan demikian, rekomendasi barrier perlu muncul dari kombinasi antara hasil audit, tingkat risiko, dan kelayakan alternatif penanganan [5]. Desain *road barrier* perlu mempertimbangkan aspek fungsional dan struktural agar mampu memberikan perlindungan bagi pengguna jalan. Desain secara struktural barrier beton bertulang dapat dirancang dengan dimensi tertentu dan tulangan yang disesuaikan terhadap beban rencana, sehingga sistem tersebut dapat mendukung keselamatan serta keandalan infrastruktur jalan [15]

Peraturan teknis jalan di Indonesia dapat digunakan sebagai kerangka dasar untuk memastikan fungsi dan keselamatan jalan, sedangkan pedoman seperti Austroads dapat digunakan sebagai referensi teknis tambahan dalam menganalisis hazard tepi jalan, clear zone, working width, panjang kebutuhan, dan tipe barrier. Integrasi dengan Pedoman AKJ membuat keputusan pemasangan barrier lebih operasional karena daftar periksa audit membantu mengidentifikasi objek berbahaya, memeriksa kebutuhan pengaman, menilai potensi gangguan jarak pandang, dan memastikan bahwa ujung pagar keselamatan dekat lajur dilengkapi terminal atau crash cushion yang aman [5].

KESIMPULAN

Analisis kebutuhan road safety barrier harus ditempatkan sebagai bagian dari manajemen risiko keselamatan tepi jalan dan tindak lanjut Audit Keselamatan Jalan. Barrier diperlukan ketika terdapat bahaya yang berada dalam area risiko, berdekatan dengan lajur lalu lintas, tidak dapat dihilangkan atau dipindahkan secara rasional, dan potensi benturan langsung dengan bahaya tersebut lebih berat dibandingkan konsekuensi benturan dengan barrier. Hasil

sintesis menunjukkan bahwa kebutuhan barrier dipengaruhi oleh jenis bahaya, offset bahaya, kecepatan, volume lalu lintas, clear zone, kondisi lereng, kelengkungan jalan, working width, defleksi sistem, jarak pandang, keamanan terminal, dan ketersediaan ruang. Integrasi Pedoman AKJ Bina Marga 2024 memperkuat bahwa objek seperti tiang, pilar, box culvert, pohon besar, jurang, dan tebing dekat lajur lalu lintas harus diperiksa posisi serta pengamannya sebelum rekomendasi barrier ditetapkan. Simulasi perhitungan pada skenario konseptual menunjukkan bahwa bahaya yang berada dalam clear zone dengan skor risiko sangat tinggi dan ruang kerja yang memenuhi dapat direkomendasikan untuk dilindungi menggunakan road safety barrier, dengan estimasi panjang awal yang ditentukan berdasarkan jarak lateral bahaya, sudut penyimpangan kendaraan, panjang objek, dan kebutuhan terminal. Dengan demikian, analisis kebutuhan barrier perlu dilakukan secara bertahap melalui identifikasi bahaya, penilaian risiko, evaluasi alternatif non-barrier, pemeriksaan ruang kerja, verifikasi daftar periksa AKJ, dan penentuan panjang kebutuhan barrier. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan data lapangan, data kecelakaan, kecepatan operasional, spesifikasi sistem barrier yang teruji, dan hasil audit keselamatan jalan agar menghasilkan rekomendasi desain yang lebih akurat dan aplikatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada institusi dan pihak-pihak yang telah mendukung penyusunan kajian ini. Apresiasi diberikan kepada semua pihak atas dukungan akademik dan lingkungan penelitian yang kondusif. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada para peneliti dan lembaga yang menghasilkan pedoman teknis serta publikasi ilmiah di bidang keselamatan jalan, yang menjadi dasar dalam penyusunan sintesis konseptual ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Graham. Nichols and Gary. Veith, *Guide to road design. Part 6 : Roadside design, safety and barriers*. Austroads, 2010.
- [2] Butans, K. A. Gross, A. Gridnevs, and E. Karzubova, "Road safety barriers, the need and influence on road traffic accidents," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2015. doi: 10.1088/1757-899X/96/1/012063.
- [3] F. D. B. De Albuquerque and D. M. M. Awadalla, "Roadside Fixed-Object Collisions, Barrier Performance, and Fatal Injuries in Single-Vehicle, Run-Off-Road Crashes," *Safety*, vol. 6, no. 2, Jun. 2020, doi: 10.3390/safety6020027.
- [4] A. M. Molan, M. Rezapour, and K. Ksaibati, "Modeling traffic barriers crash severity by considering the effect of traffic barrier dimensions," *Journal of Modern Transportation*, vol. 27, no. 2, pp. 141–151, Jun. 2019, doi: 10.1007/s40534-019-0186-1.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum, "Audit Keselamatan Jalan," Jakarta, 2024.
- [6] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan," Jakarta, 2006.

- [7] M. Jalayer and H. Zhou, "Evaluating the safety risk of roadside features for rural two-lane roads using reliability analysis," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 93, pp. 101–112, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.aap.2016.04.021.
- [8] S. Azmeri Khan, S. Yasmin, and M. Mazharul Haque, "Effects of design consistency measures and roadside hazard types on run-off-road crash severity: Application of random parameters hierarchical ordered probit model," *Anal. Methods Accid. Res.*, vol. 40, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.amar.2023.100300.
- [9] S. A. Khan, H. Bin Tahir, S. Yasmin, and S. M. M. Haque, "Clear zone or W-beam guardrail for rural highways? A Full Bayes before-after evaluation by employing the Poisson Gamma-Lindley model," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 222, Nov. 2025, doi: 10.1016/j.aap.2025.108218.
- [10] R. Cheng, Y. Pan, and T. Wang, "A Design Method for the Roadside Clear Zone Based on Accident Simulation Analysis," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/2605095.
- [11] G. Cheng, X. Liu, L. Xu, and L. Wang, "Empirical estimation of the width of highway roadside clear zone," *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 247–253, Apr. 2020, doi: 10.18280/ijssse.100212.
- [12] C. Jurewicz and R. Troutbeck, "A Safe System-based approach to selection of clear zones, safety barriers and other roadside treatments," 2012.
- [13] Mr. A. Raut, "Automotive Safety Rolling Barrier," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 9, no. VII, pp. 1684–1705, Jul. 2021, doi: 10.22214/ijraset.2021.36250.
- [14] A. Gurule, G. Dhonnar, H. Gadekar, S. Gadhawe, and D. Pawar, "Enhancing Road Safety Through Rolling Barrier Systems 1 Student, 2 Student, 3 Student 4 Student 5 Guide," 2025. [Online]. Available: www.jetir.org
- [15] A. Mufhidin and A. Maksun, "Desain Road Barrier untuk Persimpangan Jalan (Studi Kasus: Jalan Layang Jakarta, Bandung)," *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, vol. 1, no. 2, pp. 69–78, Nov. 2021, doi: 10.17509/jptb.v1i2.41009.