

Kelayakan Ekonomi Pada Penanganan Blackarea Di Ruas Jalan Jatinangor - Bts. Kota Sumedang Segmen Jalan Cadas Pangeran, Kabupaten Sumedang

Sherly Aulia Hardianti*, Herman

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung

*Koresponden email: sherly.aulia96@gmail.com

Diterima: 27 Januari 2026

Disetujui: 06 Februari 2026

Abstract

Cadas Pangeran Road, built in 1809, has challenging geographical conditions with sharp curves, steep ascents and descents, as well as slopes varying from flat to steep. The road is divided into Upper and Lower segments. In the Upper segment, a landslide occurred due to excavation errors, leading to the widening being shifted to the Lower segment using a 12-meter cantilever construction to support heavy vehicle traffic. Currently, the road's condition has deteriorated by about 20%, with surface defects, cracks, deformation, asphalt peeling, and a 5 cm cantilever structural shift that endangers road users. The high accident rate is influenced by reckless drivers, unfit vehicle conditions, and slippery road surfaces, making this segment categorized as a black area. Based on IRSMS and IRMS data, this study selected the segment to determine handling alternatives. Two options were proposed: geometric widening and the construction of a cantilever bridge (50-year service life). The analysis shows both are feasible, but Alternative 2 was chosen with a BCR of 2.53, NPV of Rp229.4 billion, and EIRR of 13.53%, higher than Alternative 1.

Keywords: *cadas pangeran, road safety, blackarea, economic analysis*

Abstrak

Jalan Cadas Pangeran, dibangun sejak 1809, memiliki kondisi geografis menantang dengan tikungan tajam, tanjakan dan turunan curam, serta lereng bervariasi. Jalan ini terbagi menjadi segmen Atas dan Bawah. Pada segmen Atas terjadi longsor akibat kesalahan pengerukan, sehingga pelebaran dialihkan ke segmen Bawah menggunakan konstruksi kantilever selebar 12 meter untuk mendukung lalu lintas kendaraan besar. Saat ini, kondisi jalan menurun sekitar 20% dengan cacat permukaan, retakan, deformasi, pengelupasan aspal, serta pergeseran struktur kantilever 5 cm yang membahayakan pengguna jalan. Tingginya angka kecelakaan dipengaruhi faktor pengemudi yang tidak hati-hati, kondisi kendaraan tidak layak, dan permukaan jalan licin, sehingga jalan ini dikategorikan sebagai *blackarea*. Berdasarkan data *Integrated Road Safety Management System* (IRSMS) dan *Integrated Road Management System* IRMS, penelitian memilih segmen ini untuk menentukan penanganan. Dua alternatif diajukan: pelebaran geometrik dan pembangunan jembatan kantilever (umur layanan 50 tahun). Analisis menunjukkan keduanya layak, namun Alternatif 2 dipilih dengan *Benefit Cost Ratio* (BCR) 2,53, *Net Present Value* (NPV) Rp229,4 miliar, dan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) 13,53%, lebih tinggi dibanding Alternatif 1.

Kata Kunci: *cadas pangeran, keselamatan jalan, blackarea, analisis ekonomi*

1. Pendahuluan

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk setiap tahun, kebutuhan transportasi juga semakin meningkat. Hal ini secara tidak langsung menimbulkan risiko permasalahan transportasi yang lebih besar, salah satunya adalah kecelakaan lalu lintas. Tingginya pelanggaran lalu lintas, perilaku pengguna jalan yang kurang hati-hati, serta kepemilikan kendaraan pribadi yang terus bertambah menjadi pemicu utama terjadinya kecelakaan. Selama ini kecelakaan sering dipandang dari paradigma *blaming the victims*, yaitu menempatkan kelalaian manusia sebagai penyebab utama tanpa menelusuri faktor lain yang lebih mendasar. Penyebab kecelakaan lalu lintas secara global selalu terkait dengan tiga faktor utama, yaitu manusia, kendaraan, dan lingkungan [1]. Selain itu, kelengkapan fasilitas jalan juga berperan penting dalam meningkatkan keselamatan, di mana banyak kecelakaan sebenarnya dapat dihindari jika fasilitas jalan mampu memenuhi kebutuhan seluruh pengguna.

Kabupaten Sumedang memiliki kondisi geografis berupa pegunungan dengan kontur jalan menanjak, menurun, dan berkelok. Salah satu ruas yang menonjol adalah Segmen Jalan Cadas Pangeran sepanjang 1,7 km pada Ruas Nasional Jatinangor–Batas Kota Sumedang. Jalan ini menghubungkan pergerakan Bandung–

Cirebon dan melewati Kecamatan Pamulihan serta Kecamatan Sumedang Selatan. Dibangun sejak 1809, jalan ini memiliki tikungan tajam, tanjakan dan turunan curam, serta sisi jalan yang berbatasan dengan jurang dan tebing cadas. Pada segmen atas pernah terjadi longsor akibat kesalahan pengerukan, sehingga pelebaran dialihkan ke segmen bawah dengan sistem konstruksi road cantilever selebar 12 meter. Namun, saat ini kondisi jalan menunjukkan kerusakan sekitar 20% berupa retakan, deformasi, pengelupasan aspal, serta pergeseran struktur kantilever sejauh 5 cm yang berpotensi membahayakan lalu lintas.

Kecelakaan di segmen ini dipengaruhi berbagai faktor, mulai dari perilaku pengemudi, kondisi kendaraan, lalu lintas, hingga karakteristik geometrik jalan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis data kecelakaan di lokasi rawan kecelakaan Jalan Cadas Pangeran, serta merumuskan solusi peningkatan keselamatan lalu lintas di masa mendatang.

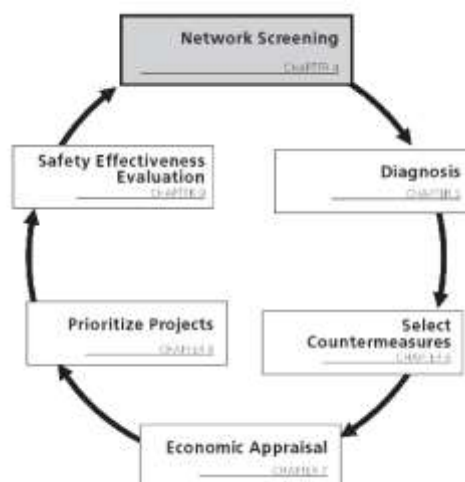
2. Tinjauan Pustaka

2.1. Jalan Berkeselamatan

Kondisi dimana terhindarnya individu atau seorang pengguna jalan dari resiko kecelakaan yang disebabkan faktor manusia, kendaraan dan geometrik jalan [2]. Jalan yang berkeselamatan digambarkan sebagai jalan yang dirancang dan dikelola dengan baik. Berdasarkan *Austrroads* (2021), jalan tersebut harus mampu: menyediakan lingkungan berkecepatan aman, memperingatkan pengemudi terhadap elemen jalan di bawah standar, memberikan informasi kondisi jalan, membimbing pengemudi pada segmen jalan khusus, mengendalikan jalur di percabangan, serta memaafkan kesalahan atau perilaku pengemudi yang salah [3].

2.2. Manajemen Lokasi Kecelakaan

Suatu manajemen lokasi rawan kecelakaan merupakan upaya komprehensif dalam rangka mengurangi jumlah kecelakaan pada lokasi rawan kecelakaan. Tujuan dari manajemen lokasi rawan kecelakaan adalah mengurangi jumlah dan keparahan tingkat kecelakaan dalam batasan ketersediaan sumberdaya, ilmu pengetahuan, teknologi, dan parundangan yang berlaku [3]. Skema tindakan penanganan akan mempertimbangkan jenis kecelakaan tertentu yang telah diidentifikasi dalam tahap diagnosis permasalahan. Dalam Skema tindakan penanganan harus mempertimbangkan dapat memberikan pengurangan kecelakaan yang dapat mengakibatkan kematian atau cedera serius, serta biaya penanganan perbaikan dapat diperkirakan [4].



Gambar 1. Tahapan Manajemen Lokasi Rawan Kecelakaan
 Sumber : HSM, 2010

2.3. Kecelakaan Lalu lintas

Kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa yang terjadi di jalan secara tiba-tiba dan tidak disengaja, melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain, yang dapat menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi. Untuk menurunkan tingginya angka kecelakaan, langkah penanganan ke depan perlu dilakukan secara menyeluruh melalui pembinaan, pencegahan, pengaturan, serta penegakan hukum.

Berdasarkan (UU No. 22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, 2009), penggolongan kecelakaan lalu lintas digolongkan menjadi beberapa kondisi [5]. Adapun kondisi antara lain, sebagai berikut:

1. Kecelakaan lalu lintas ringan merupakan kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan kendaraan dan/atau barang.

2. Kecelakaan lalu lintas sedang merupakan kecelakaan yang mengakibatkan luka ringan dan kerusakan kendaraan dan/atau barang.
3. Kecelakaan lalu lintas berat merupakan kecelakaan yang mengakibatkan korban meninggal dunia atau luka berat.

Berdasarkan (PP No. 43 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, 1993), korban kecelakaan lalu lintas yang dimaksud antara lain, sebagai berikut:

1. Korban mati adalah korban yang dipastikan mati sebagai akibat kecelakaan lalu lintas dalam jangka waktu paling lama 30 (tiga puluh) hari setelah kecelakaan tersebut.
2. Korban luka berat adalah korban yang karena luka-lukanya menderita cacat tetap atau harus dirawat dalam jangka waktu lebih dari 30 (tiga puluh) hari sejak terjadi kecelakaan. Yang dimaksud dengan cacat tetap adalah bila sesuatu anggota badan hilang atau tidak dapat digunakan sama sekali dan tidak dapat sembuh atau pulih untuk selamanya.
3. Korban luka ringan adalah korban yang tidak termasuk dalam pengertian korban mati dan luka berat.

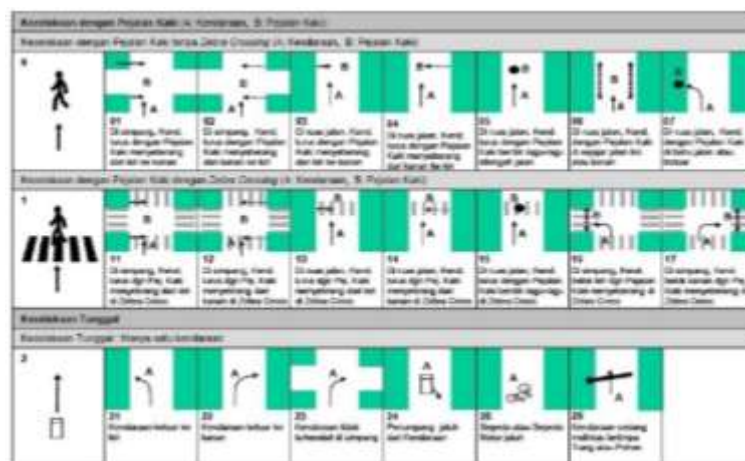
2.4. Lokasi Daerah Rawan Kecelakaan

Untuk daerah rawan kecelakaan dapat diidentifikasi dari kejadian kecelakaan dengan mengelompokkan kejadian kecelakaan tersebut :

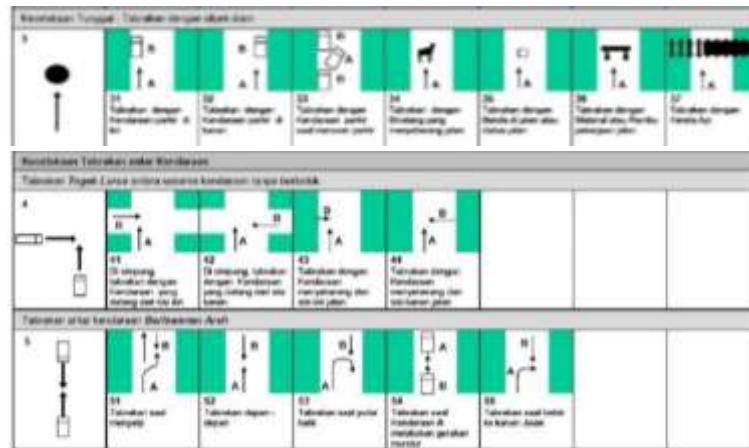
1. *Blackarea*, adalah wilayah dimana jaringan jalan mengalami frekuensi kecelakaan, atau kematian, atau kriteria kecelakaan lain, per tahun yang lebih besar dari jumlah minimal yang ditentukan, black area dilakukan pada suatu lokasi sering terjadi kecelakaan pada suatu titik berbeda.
2. *Black link/black section*, adalah panjang jalan yang mengalami tingkat kecelakaan, atau kematian, atau kecelakaan dengan kriteria lain per kilometer per tahun, atau per kilometer kendaraan yang lebih besar dari pada jumlah minimal yang telah ditentukan. Black link/black section dilakukan apabila pada suatu ruas jalan terjadi kecelakaan pada titik-titik yang berbeda, biasanya disebabkan oleh geometric jalan, alinyemen atau radius putar jalan yang salah.
3. *Blackspot* adalah lokasi jaringan jalan dimana frekuensi kecelakaan atau jumlah kecelakaan lalulintas dengan korban mati, atau kriteria kecelakaan lainnya, per tahun lebih besar dari pada jumlah minimal yang ditentukan. *Blackspot* dilakukan apabila disuatu lokasi sudah terjadi 5 kali kecelakaan pada titik yang sama dalam kurun tahun.

2.5. Diagram Kecelakaan

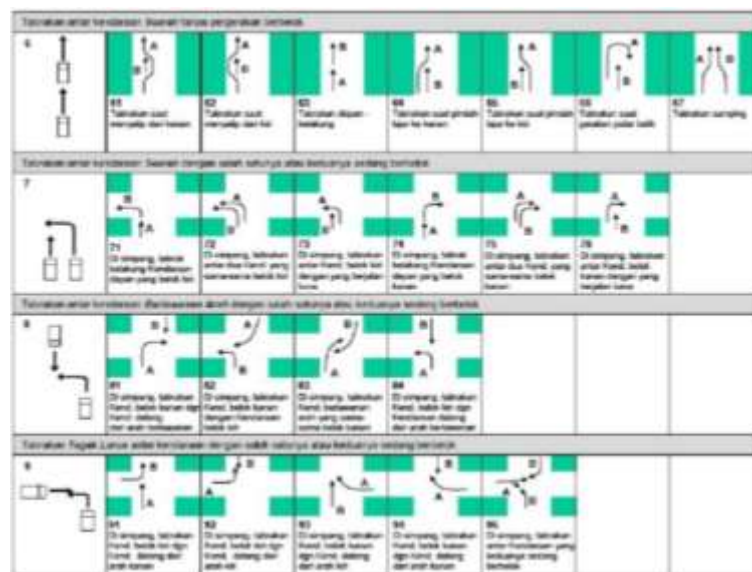
Diagram kecelakaan adalah representasi visual yang menggambarkan pola, distribusi, dan hubungan dari data kecelakaan lalu lintas dalam suatu area atau lokasi tertentu. Diagram ini sering digunakan dalam analisis lokasi rawan kecelakaan untuk memudahkan pemahaman tentang frekuensi, jenis tabrakan, lokasi kejadian, serta faktor-faktor penyebab kecelakaan.



Gambar 2. Diagram Kecelakaan – 1
 Sumber : Modul 3 - Data Kecelakaan Lalu Lintas, (2016)



Gambar 2. Diagram Kecelakaan – 2
Sumber : Modul 3 - Data Kecelakaan Lalu Lintas, (2016)



Gambar 3. Diagram Kecelakaan – 3
Sumber : Modul 3 - Data Kecelakaan Lalu Lintas, (2016)

2.6.Zero Accident pada Keselamatan Jalan Raya

Pendekatan *Zero Accident* merupakan suatu bentuk penanganan atau skenario dan konsep perbaikan peluang kecelakaan dengan memperhatikan seluruh kejadian yang ada [6]. Prinsip utamanya adalah keselamatan bukan hanya tanggung jawab pengguna jalan, tetapi juga perancang infrastruktur, pembuat kebijakan, dan pelaksana transportasi. Terjadinya kecelakaan seringkali dipandang dengan paradigma *blaming the victims*, yaitu menjadikan kelalaian manusia baik pengemudi, penumpang, atau pejalan kaki sebagai penyebab kecelakaan daripada mencari penyebab sebenarnya [7].

Dalam keselamatan lalu lintas dan angkutan jalan adalah suatu keadaan terhindarnya setiap orang dari risiko kecelakaan selama berlalu lintas yang disebabkan oleh manusia, kendaraan, jalan, dan/atau lingkungan [8]. Upaya untuk mewujudkan nol kecelakaan mencakup rekayasa jalan yang lebih aman, pemisahan jalur kendaraan, penerapan teknologi keselamatan aktif dan pasif, peningkatan pendidikan serta kesadaran masyarakat, hingga penegakan hukum yang konsisten. Studi menunjukkan bahwa negara-negara yang mengadopsi *Vision Zero* berhasil menurunkan kecelakaan fatal lebih dari 50% dalam dua dekade [5]. Meskipun implementasinya masih lemah dari sisi regulasi, pengawasan, dan sinergi lintas sektor. Oleh karena itu, untuk mencapai target *Zero Accident* diperlukan pendekatan sistemik melalui integrasi infrastruktur aman, perilaku disiplin, dan manajemen transportasi adaptif. Dengan kolaborasi pemerintah, masyarakat, akademisi, dan swasta, *Zero Accident* bukan hanya idealisme, tetapi tujuan realistis menuju sistem transportasi yang selamat dan berkelanjutan.

2.7. Biaya Kecelakaan

Biaya kecelakaan lalu lintas adalah biaya yang ditimbulkan akibat terjadinya suatu kecelakaan lalu lintas, biaya tersebut meliputi, biaya perawatan korban, biaya kerugian harta benda, biaya penanganan kecelakaan lalu lintas, dan biaya kerugian produktivitas korban [8]. Dalam pelaksanaannya jenis penanganan paling ekonomis dan efisien untuk dijadikan prioritas penanganan sehingga efektifitas dan kelayakan penanganan dapat tepat sasaran [1]. Biaya kecelakaan diperlukan untuk mengestimasi manfaat pengurangan kecelakaan/fatalitas/korban luka berat.

Pendekatan yang dipakai untuk menentukan biaya satuan pada pedoman ini adalah *The Gross Output (Human Capital) Approach*, metode ini menghitung biaya kecelakaan lalu lintas dalam 2 kategori, yaitu:

1. Biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya sumber daya pada saat kecelakaan terjadi (terkait dengan kerusakan kendaraan, medis, dan biaya lainnya);
2. Biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya produktivitas pada masa yang akan datang.

Tahun dasar perhitungan biaya-biaya yang adalah tahun 2003 (T_0). Untuk mengestimasi biaya satuan pada tahun perhitungan tertentu, biaya-biaya satuan yang didasarkan pada pendekatan ini dapat digunakan dalam perhitungan biaya kecelakaan dalam periode 10 tahun kedepan. Perhitungan biaya kecelakaan pada suatu ruas jalan, persimpangan atau wilayah dilakukan berdasarkan klasifikasi kecelakaan, sedangkan perhitungan biaya korban kecelakaan pada suatu ruas jalan, persimpangan atau suatu wilayah dilakukan berdasarkan kategori korban kecelakaan.

1. Estimasi Biaya Satuan Korban Kecelakaan Lalu Lintas $BSKO_j$

Biaya satuan korban kecelakaan lalu lintas untuk tahun tertentu (T_n) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BSKO_j(T_n) = BSKO_j(T_0) \times (1 + g)^t$$

Dengan:

$BSKO_j(T_n)$ = Biaya satuan korban kecelakaan lalu lintas pada Tahun n untuk setiap kategori korban, dalam rupiah/korban

$BSKO_j(T_0)$ = Biaya satuan korban kecelakaan lalu lintas pada Tahun 2003 untuk setiap kategori korban, dalam rupiah/korban

g = Tingkat inflasi biaya satuan kecelakaan, dalam % (nilai default, $g = 11\%$)

T_n = Tahun perhitungan biaya korban

T_0 = Tahun dasar perhitungan biaya korban (Tahun 2003)

t = Selisih tahun perhitungan ($T_n - T_0$)

j = Kategori korban

2. Estimasi Biaya Satuan Kecelakaan Lalu Lintas ($BSKE_i$)

Biaya satuan kecelakaan lalu lintas untuk tahun tertentu (T_n) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BSKE_i(T_n) = BSKE_i(T_0) \times (1 + g)^t$$

Dengan:

$BSKE_i(T_n)$ = Biaya satuan kecelakaan lalu lintas pada Tahun n untuk setiap kelas kecelakaan, dalam rupiah/kecelakaan

$BSKE_i(T_0)$ = Biaya satuan kecelakaan lalu lintas pada Tahun 2003 untuk setiap kelas kecelakaan, dalam rupiah/kecelakaan

g = Tingkat inflasi biaya satuan kecelakaan, dalam % (nilai default, $g = 11\%$)

T_n = Tahun perhitungan biaya kecelakaan

T_0 = Tahun dasar perhitungan biaya kecelakaan (Tahun 2003)

t = Selisih tahun perhitungan ($T_n - T_0$)

i = Kelas kecelakaan

3. Besaran Biaya Korban Kecelakaan Lalu Lintas ($BBKO$)

Besaran biaya korban kecelakaan lalu lintas dihitung pada tahun tertentu (T_n) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BBKO (T_n) = \sum_{j=1}^m (JKO_j \times BSKO_j(T_n))$$

Dengan:

BBKO = Besaran biaya korban kecelakaan lalu lintas disuatu ruas jalan atau persimpangan atau wilayah, dalam rupiah/tahun

JKO_j = Jumlah korban kecelakaan lalu lintas untuk setiap kategori korban, dalam korban/tahun.

BSKO_j (T_n) = Biaya satuan korban kecelakaan lalu lintas pada Tahun n untuk setiap kategori korban, dalam rupiah/korban

j = kategori korban

4. Besaran Biaya Kecelakaan Lalu Lintas (BBKE)

Besaran biaya kecelakaan lalu lintas dihitung pada tahun tertentu (T_n) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BBKE (T_n) = \sum_{i=1}^m (JKE_i \times BSKE_i(T_n))$$

Dengan:

BBKE = Besaran biaya kecelakaan lalu lintas disuatu ruas jalan atau persimpangan atau wilayah, dalam rupiah/tahun

JKE_i = Jumlah kecelakaan lalu lintas untuk setiap kelas kecelakaan, dalam kecelakaan/tahun.

BSKE_i (T_n) = Biaya satuan kecelakaan lalu lintas pada Tahun n untuk setiap kelas kecelakaan, dalam rupiah/kecelakaan

i = kelas kecelakaan

2.8. Biaya Penanganan

Penanganan lokasi rawan kecelakaan diperlukan perencanaan yang matang agar waktu pelaksanaan penanganan pada lokasi rawan kecelakaan dapat selesai dengan biaya yang efisien. Biaya untuk pemasangan perlengkapan jalan adalah dengan biaya yang dikeluarkan pemerintah terhadap pengadaan dan pemasangan prasarana perlengkapan jalan. Biaya ini dihitung berdasarkan harga satuan dasar tenaga dan bahan. Perhitungan biaya perlengkapan jalan dihitung sesuai dengan PM No. 75 Tahun 2013 tentang Standar Biaya Tahun di Lingkungan Kementerian Perhubungan [4].

2.9. Manfaat Penanganan

Manfaat penanganan dapat dihitung atas seluruh manfaat, baik dalam bentuk uang maupun bukan uang yang selanjutnya dinilai dengan uang kemudian dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan, yang dihitung rata-rata dalam satu tahun. Identifikasi manfaat yang diterima adalah manfaat pemasangan fasilitas perlengkapan jalan yang dapat memberikan informasi yang jelas dan mudah dimengerti oleh pengguna jalan, serta mengurangi jumlah korban kecelakaan, sehingga dapat mengurangi jumlah kerugian korban akibat kecelakaan lalu lintas.

Nilai manfaat kecelakaan dapat dihitung menggunakan biaya kecelakaan dari jenis kecelakaan tertentu. Besaran nilai manfaat dari tindakan penanganan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$B_n = (BBKO (T_n) + BBKE(T_n))$$

Dengan:

B_n = Besaran nilai manfaat dari tindakan penanganan kecelakaan dalam n tahun periode, dalam rupiah/tahun

BBKO (T_n) = Besaran biaya korban kecelakaan lalu lintas disuatu ruas jalan atau persimpangan atau wilayah, dalam rupiah/tahun

BBKE (T_n) = Besaran biaya kecelakaan lalu lintas disuatu ruas jalan atau persimpangan atau wilayah, dalam rupiah/tahun

2.10. *Benefit-Cost Ratio (BCR)*

Benefit cost ratio ini merupakan rasio nilai present manfaat dari suatu tindakan penanganan terhadap biaya tindakan penanganan tersebut. Metode ini digunakan untuk menentukan tindakan penanganan terbaik.

$$BCR = \frac{PV(Bn - Op)}{PV(Bp)}$$

Dengan:

PV = *Present Value*

Bn = Besaran nilai manfaat dari tindakan penanganan kecelakaan dalam n tahun periode, dalam rupiah/tahun.

Op = Besaran biaya operasional dan pemeliharaan, dalam rupiah/tahun.

Bp = Besaran biaya tindakan penanganan kecelakaan lalu lintas disuatu ruas jalan atau persimpangan atau wilayah, dalam rupiah/tahun.

2.11. *Net Present Value (NPV)*

Net present value (NPV) adalah perbedaan antara nilai moneter diskonto (*present value*) dari semua manfaat dan biaya tindakan penanganan. Penilaian dengan NPV positif dapat dianggap bermanfaat secara ekonomi. Oleh karena itu, NPV positif menunjukkan peningkatan efisiensi ekonomi. Metode NPV ini digunakan untuk menunjukkan perbedaan antara biaya tindakan penanganan yang dikeluarkan dan manfaat yang akan didapat. Metode NPV digunakan untuk dua fungsi berikut :

1. Menentukan rekomendasi penanganan yang diperkirakan dapat mengurangi jumlah kecelakaan.
2. Mengevaluasi apakah rekomendasi penanganan sudah layak secara ekonomi dimana $NPV > nol$ cukup untuk menunjukkan tindakan penanganan yang direkomendasi layak.

Berikut persamaan untuk perhitungan *Net present value*:

$$NVP = PV_{benefit} - PV_{Cost}$$

Dengan:

$PV_{benefit}$ = *Present Value* dari nilai manfaat dari tindakan penanganan kecelakaan dalam n tahun periode, dalam rupiah/tahun.

PV_{Cost} = *Present Value* dari biaya tindakan penanganan kecelakaan lalu lintas disuatu ruas jalan atau persimpangan atau wilayah, dalam rupiah/tahun.

Kelebihan dari metode NPV dibandingkan dengan metode BCR adalah bahwa metode ini memberikan perbandingan alternatif yang konsisten dan sederhana dan tidak terpengaruh oleh interpretasi atau kesalahan dalam memutuskan apa itu biaya atau manfaat dari tindakan penanganan. Selain itu, metode NPV berlaku jika ada batasan anggaran.

2.12. *Economic Internal Rate Return (EIRR)*

Economic internal rate of return (EIRR) merupakan tingkat pengembalian berdasarkan pada penentuan nilai tingkat bunga (*discount rate*), dimana semua keuntungan masa depan yang dinilai sekarang dengan *discount rate* tertentu adalah sama dengan biaya kapital atau *present value* dari total biaya.

$$EIRR = i_1 + (i_2 - i_1) \left\{ \frac{(NPV)}{(NPV_1) - (NPV_2)} \right\}$$

Dengan:

EIRR = *economic internal rate of return*

i_1 = tingkat bunga yang menghasilkan NPV negatif terkecil

i_2 = tingkat bunga yang menghasilkan NPV positif terkecil

NPV_1 = nilai sekarang dengan menggunakan i_1

NPV_2 = nilai sekarang dengan menggunakan i_2

3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini berbentuk studi kasus atau penelitian yang mengukur seberapa layak suatu kebijakan yang akan diambil dengan mendasarkan pada ilmu pengetahuan yang diperoleh dari tinjauan

pustaka yang digunakan untuk menghitung dan mengevaluasi suatu kebijakan yang akan diambil dari sisi kelayakan ekonomi. Adapun rangkaian analisis yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Analisis data kecelakaan lalu lintas menggunakan data IRSMS (*Integrated Road Safety Management System*) milik Korlantas Polri tahun 2016 – 2019 serta data kecelakaan Polres Kabupaten Sumedang tahun 2020 - 2021.
- b. Melakukan diagnosis permasalahan keselamatan jalan berdasarkan data kecelakaan yang terjadi.
- c. Analisis penentuan skenario penanganan lokasi rawan kecelakaan berdasarkan data penyebab kecelakaan.
- d. Analisis kelayakan ekonomi meliputi indikator BCR, NPV dan EIRR sehingga didapat pemilihan penanganan yang paling efektif.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi lokasi rawan kecelakaan berdasarkan data IRSMS (*Integrated Road Safety Management System*) dan data kecelakaan Polres Kabupaten Sumedang sehingga dari data tersebut dilakukan pemetaan lokasi rawan kecelakaan. Adapun lokasi rawan kecelakaan sebagai berikut.



Gambar 4. Lokasi Penelitian
 Sumber : Hasil Analisis (2025)

4.1. Diagnosis Permasalahan Keselamatan pada Lokasi Rawan Kecelakaan

Diagnosis *blackspot* lalu lintas bertujuan mengidentifikasi penyebab utama kecelakaan melalui analisis data frekuensi, jenis, pola, serta faktor lingkungan seperti geometri, kondisi permukaan, rambu, dan perilaku pengguna jalan. Salah satu aspek penting adalah lebar jalan yang memengaruhi keselamatan, kapasitas, dan kenyamanan. lebar minimum lajur jalan nasional 3,5 m dengan bahu 1,5–2,5 m [9]. Namun, masih banyak ruas hanya 2,5–3,0 m sehingga berisiko menimbulkan kecelakaan, khususnya saat berpapasan atau mendahului. Konsistensi penerapan standar geometrik mutlak diperlukan demi transportasi yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

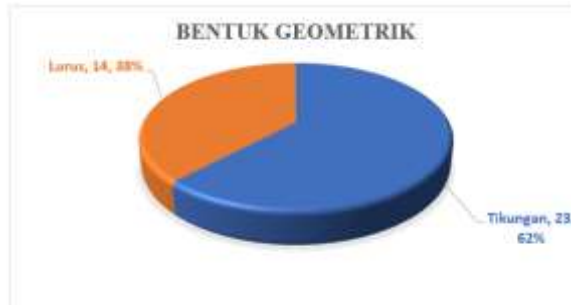
Diagnosis lokasi rawan kecelakaan tidak hanya mengandalkan data, tetapi juga survei lapangan dan observasi perilaku lalu lintas untuk mengungkap faktor non-teknis, seperti pelanggaran aturan atau kelemahan fasilitas keselamatan [10]. Hasil diagnosis digunakan merancang intervensi berupa rekayasa lalu lintas, perbaikan prasarana, edukasi, hingga penegakan hukum guna menekan angka kecelakaan. Pada segmen rawan Cadas Pangeran, wilayah dibagi menjadi beberapa sub-segmen agar penyebab dan solusi dapat dianalisis lebih detail. Selain itu, proporsi kejadian kecelakaan dihitung untuk mengetahui dominasi letak kejadian, sehingga strategi penanganan lebih tepat sasaran dan efektif meningkatkan keselamatan [11].



Gambar 5. Proporsi Jenis Kendaraan yang mengalami Kecelakaan
Sumber : Hasil Analisis (2025)



Gambar 6. Proporsi Penyebab Kecelakaan Pada Kejadian Kecelakaan
Sumber : Hasil Analisis (2025)



Gambar 7. Proporsi Bentuk Geometrik Pada Kejadian Kecelakaan
Sumber : Hasil Analisis (2025)

Data menunjukkan sepeda motor menjadi penyumbang terbesar kecelakaan dengan 46%, disusul truk 35% dan mobil 19%. Faktor dominan lainnya berasal dari pengguna jalan dan kondisi jalan sebesar 46%. Jika ditinjau dari aspek geometrik, kecelakaan paling banyak terjadi di tikungan dengan proporsi 62%, sehingga lokasi ini menjadi titik rawan utama yang perlu mendapat prioritas penanganan untuk penyebab utama sepeda motor dan penyebab lainnya. Sehingga tercipta *zero accident* pada potensi kecelakaan pada segmen cadas pangeran.

Tabel 1. Rekapitulasi Permasalahan Keselamatan Pada Sub Segmen Cadas Pangeran

Titik	Sub Segmen	Tahun	Tanggal	Tingkat Kecelakaan	Kemiringan Jalan	Bentuk GeometriK	Tipe Kecelakaan	Definisi Tipe Kecelakaan	Penyebab Kecelakaan	Jenis ranmor yang Kecelakaan
1	C	2016	11/02/2016	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
2	C	2016	13/03/2016	Ringan	Datar	Tikungan	51	Tabrak saat menyalip	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
3	B	2016	29/04/2016	Ringan	Datar	Tikungan	51	Tabrak saat menyalip	Pengguna jalan dan Jalan	Truk
4	G	2016	31/05/2016	Ringan	Datar	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
5	F	2016	21/12/2016	berat	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
6	D	2017	30/01/2017	berat	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
7	A	2017	02/02/2017	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	51	Tabrak saat menyalip	Pengguna jalan	Motor
8	E	2017	19/02/2017	Ringan	Datar	Lurus	31	tabrak dengan kendaraan parkir kiri	Pengguna jalan	Motor
9	D	2017	28/04/2017	berat	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
10	D	2017	31/10/2017	Ringan	Menanjak/ Menurun	Lurus	51	Tabrak saat menyalip	Pengguna jalan	Truk
11	B	2018	04/02/2018	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	63	Tabrak depan belakang	Pengguna jalan dan Jalan	Truk
12	A	2018	02/04/2018	Fatal	Datar	Lurus	51	Tabrak saat menyalip	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Truk
13	D	2018	10/05/2018	Fatal	Datar	Lurus	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Truk
14	D	2018	27/06/2018	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	24	Penumpang Jatuh dari kendaraan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
15	A	2018	30/06/2018	Ringan	Datar	Lurus	51	Tabrak saat menyalip	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Motor
16	A	2018	01/08/2018	Ringan	Datar	Lurus	64	Tabrak saat pindah Jalur kanan	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Motor
17	D	2018	22/08/2018	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	61	tabrak saat menyalip kanan	Pengguna jalan dan Jalan	Truk

Titik	Sub Segmen	Tahun	Tanggal	Tingkat Kecelakaan	Kemiringan Jalan	Bentuk GeometriK	Tipe Kecelakaan	Definisi Tipe Kecelakaan	Penyebab Kecelakaan	Jenis rarmor yang Kecelakaan
18	D	2018	28/11/2018	Fatal	Datar	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
19	D	2019	04/01/2019	Ringan	Menanjak/ Menurun	Lurus	61	tabrak saat menyalip kanan	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Mobil
20	E	2019	03/02/2019	Ringan	Menanjak/ Menurun	Lurus	22	Kendaraan Keluar ke kanan	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Motor
21	F	2019	15/03/2019	Fatal	Datar	Lurus	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan	Truk
22	A	2019	02/04/2019	berat	Datar	Lurus	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Truk
23	C	2019	16/05/2019	Ringan	Datar	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Truk
24	F	2019	07/08/2019	Ringan	Datar	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Truk
25	F	2019	30/10/2019	Ringan	Datar	Lurus	62	Tabrak saat menyalip kiri	Pengguna jalan dan Pelengkap Jalan	Motor
26	F	2019	05/11/2019	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Mobil
27	D	2019	24/12/2019	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrak Depan - depan	Pengguna jalan dan Jalan	Motor
28	E	2020	13/03/2020	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	51	Tabrakan saat menyalip	Pengguna jalan dan Geometrik Jalan (pengguna motor mendahului truk di tanjakan dan tikungan)	Mobil
29	F	2020	28/07/2020	Berat	Menanjak/ Menurun	Lurus	62	Tabrakan saat menyalip dari kiri	Pengguna jalan	Truk
30	A	2020	07/11/2020	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	13	Di ruas jalan, pejalan kaki menyeberang dari kiri ke kanan	Pengguna jalan dan Jalan	Mobil
31	C	2020	31/12/2020	Ringan	Datar	Lurus	63	Tabrakan depan - belakang	Pengguna jalan	Truk
32	F	2021	22/04/2021	Ringan	Datar	Tikungan	51	Tabrakan saat menyalip	Pengguna jalan dan Jalan	Mobil
33	F	2021	02/09/2021	Berat	Menanjak/ Menurun	Tikungan	62	Tabrakan saat menyalip dari kiri	Pengguna jalan dan Jalan Menikung	Motor
34	F	2021	07/10/2021	Berat	Datar	Lurus	62	Tabrakan saat menyalip dari kiri	Pengguna jalan	Motor
35	D	2021	29/10/2021	Berat	Datar	Tikungan	51	Tabrakan saat menyalip	Pengguna jalan, Jalnn Menikung	Mobil
36	C	2021	26/11/2021	Ringan	Datar	Tikungan	51	Tabrakan saat menyalip	Pengguna jalan, Jalan menikung	Mobil
37	B	2021	18/03/2022	Ringan	Menanjak/ Menurun	Tikungan	52	Tabrakan depan - depan	Pengguna jalan Hilang Kendali	Truk

Sumber : Hasil Analisis (2025)

4.2. Skenario Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan

Penanganan lokasi rawan kecelakaan perlu dirancang secara komprehensif dengan mempertimbangkan risiko dan kondisi lokal. Salah satu langkah utama adalah optimalisasi pemasangan rambu lalu lintas yang ditempatkan secara strategis, mudah dipahami, dan mampu memberi peringatan dini kepada pengendara [12]. Rambu peringatan seperti tikungan tajam, batas kecepatan, jalan menurun, atau licin harus dipasang pada jarak pandang yang cukup agar pengemudi memiliki waktu merespons. Teknologi reflektif maupun *solar-powered* flashing sign juga penting untuk meningkatkan visibilitas, terutama pada malam hari atau saat cuaca buruk.

Selain itu, upaya pendukung meliputi penambahan marka jalan yang jelas, pemasangan cermin tikungan (*convex mirror*), serta elemen penenang lalu lintas seperti *speed hump* atau *rumble strip* di titik-titik kritis. Tindakan ini tidak hanya bersifat korektif, tetapi juga preventif dengan mendorong perubahan perilaku pengemudi melalui peringatan visual dan kontrol kecepatan alami.

Pada segmen Jalan Cadas Pangeran, penanganan difokuskan pada penambahan lajur khusus sepeda motor selebar 2,00 meter di sisi kanan dan kiri dengan memanfaatkan badan jalan yang ada, serta pemasangan rambu tambahan di lokasi rawan kecelakaan. Kedua skenario ini perlu diuji untuk menentukan efektivitasnya, namun diharapkan mampu menurunkan angka kecelakaan sekaligus meningkatkan keselamatan lalu lintas di segmen tersebut.

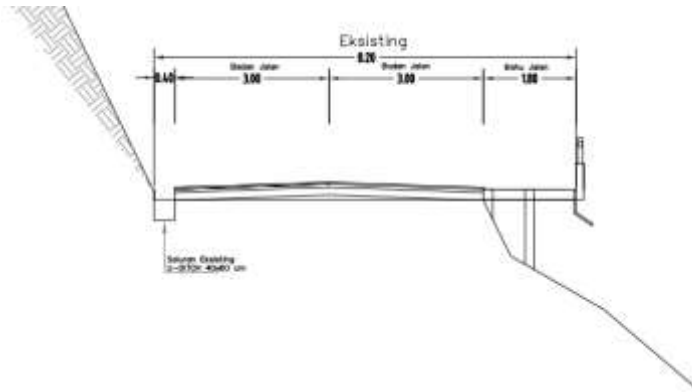
Tabel 2. Rencana Penanganan Segmen Cadas Pangeran dengan Pelebaran Jalan

Skenario	Rencana Pelebaran	badan jalan	Lajur Motor	Bahu jalan	Barier	Drainase	ROW (m)	Lebar Struktur Cantilever
	Total 2 Arah						m	m
Eksisting	-	6.00	-	1.80	-	0.40	8.20	1.80
Alternatif 1	7.00	7.00	4.00	2.60	1.20	0.40	15.20	8.80
Alternatif 2	4.40	7.00	4.00	-	1.20	0.40	12.60	6.20

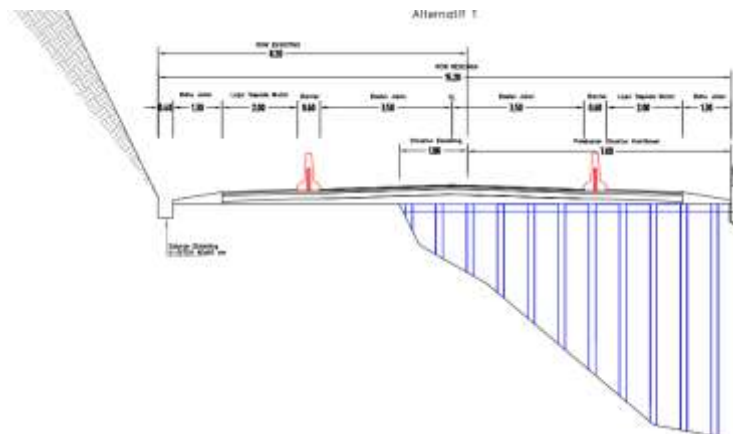
Sumber : Hasil Analisis (2025)

4.3. Penambahan Lajur khusus Sepeda Motor

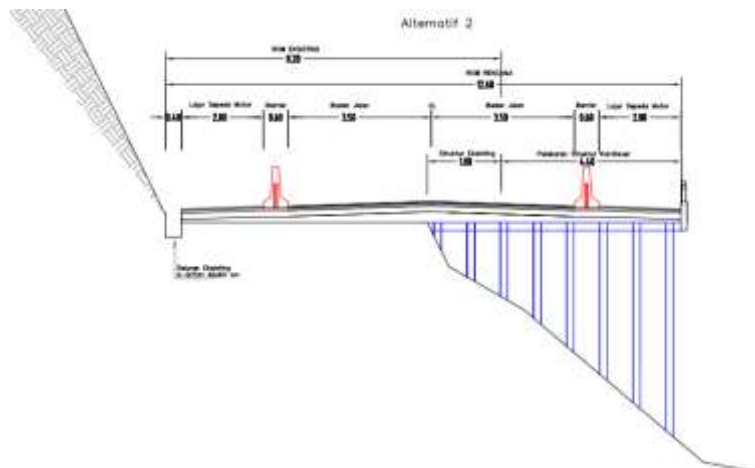
Penambahan lajur khusus sepeda motor merupakan strategi penting untuk meningkatkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas, baik di perkotaan maupun jalan antar kota. Sepeda motor memiliki karakteristik manuver berbeda dengan kendaraan roda empat sehingga rawan konflik pergerakan. Dengan adanya lajur khusus, pergerakan motor menjadi lebih tertib, terarah, dan terpisah dari kendaraan besar, sehingga mengurangi potensi kecelakaan [2]. Selain meningkatkan efisiensi perjalanan, lajur ini juga melindungi pengguna rentan. Desain teknis disesuaikan dengan lebar minimum kendaraan roda dua, dilengkapi marka pembatas, dan di segmen Cadas Pangeran menggunakan tipe terbuka tanpa median [1]. Adapun detail tipikal potongan melintang segmen cadas pangeran setelah penambahan lajur khusus sepeda motor adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Tipikal potongan melintang segmen Cadas Pangeran kondisi eksisting
 Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 6. Tipikal potongan melintang Segmen Cadas Pangeran Alternatif 1
 Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 7. Tipikal potongan melintang Segmen Cadas Pangeran Alternatif 2
 Sumber: Hasil Analisis (2025)

4.4. Analisis Biaya Kecelakaan

Pendekatan yang dipakai untuk menentukan biaya satuan pada pedoman ini adalah *The Gross Output (Human Capital) Approach* [8]. Metode ini menghitung biaya kecelakaan lalu lintas dalam 2 kategori, yaitu:

- Biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya sumber daya pada saat kecelakaan terjadi (terkait dengan kerusakan kendaraan, medis, dan biaya lainnya);
- Biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya produktivitas pada masa yang akan datang.

Adapun Rekapitulasi biaya yang muncul dari adanya kejadian pada lokasi kecelakaan berdasarkan data adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Biaya Kecelakaan Total pada segmen Cadas Pangeran

Tahun Dasar	Tahun	BBKE	BBKO	BBKETn	BBKOTn
2003	2016	61,609,000	125,286,000	239,245,008	486,520,638
2003	2017	73,983,000	486,070,000	318,899,355	2,095,176,047
2003	2018	722,858,000	489,205,000	3,458,578,788	2,340,645,101
2003	2019	315,691,000	497,121,000	1,676,601,543	2,640,157,101
2003	2020	51,762,000	250,128,000	305,141,789	1,474,527,749
2003	2021	96,204,000	250,128,000	629,515,964	1,636,725,801
2003	Total	1,322,107,000	2,097,938,000	6,627,982,446	10,673,752,438

Sumber : Hasil Analisis (2025)

4.5. Analisis Benefit

Analisis Manfaat penanganan dapat dihitung atas seluruh manfaat, baik dalam bentuk uang maupun bukan uang yang selanjutnya dinilai dengan uang kemudian dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan, yang dihitung rata-rata dalam satu tahun. Nilai penanganan kecelakaan dapat dihitung menggunakan biaya kecelakaan dari jenis kecelakaan tertentu. Sehingga dapat diartikan setelah dilakukan penanganan dan dianggap tertangani maka biaya kecelakaan (kerugian dan lainnya) dapat dianggap sebagai benefit atau manfaat dari penanganan tersebut. Pada analisis manfaat, kejadian berulang yang berdasarkan jumlah korban dan frekuensi yang sama pada kejadian kecelakaan yang akan menjadi manfaat berulang jika kecelakaan tangani dan sebaliknya jika tidak ditangani akan menjadi kerugian yang berulang. Penanganan kecelakaan dilakukan dengan konsep *zero accident* sehingga pengurangan kecelakaan berupa nol kecelakaan, yang artinya tidak terjadi perulangan kecelakaan pada segmen yang ditangani [13]. Nilai manfaat dihitung berdasarkan biaya kecelakaan dari jenis tertentu. Dengan umur rencana 50 tahun sesuai RSNI T-12-2004, manfaat berulang dapat diperoleh sepanjang umur layan konstruksi. Dari analisis diperoleh nilai *present value benefit* sebesar Rp. 376.453.770.000,00.

Tabel 4. Rekapitulasi Benefit Penanganan Berdasarkan Data Biaya Kecelakaan (Hasil Analisis, 2025)

Tahun dasar	Tahun Kecelakaan/ Penanganan	Tahun Proyeksi	n	Manfaat (Rp/tahun)		Present wort Benefit Rp
			x 1000	BBKE	BBKO	
a	b	c		d	e	i=fxg
2003		2025				
2003	2016	2026		679,317	1,381,437	
2003	2017	2027	0	905,490	5,949,087	6,854,576
2003	2018	2028	1	9,820,361	6,646,077	16,466,438
2003	2019	2029	2	4,760,578	7,496,517	10,275,033
2003	2020	2030	3	866,426	4,186,805	3,878,490
2003	2021	2031	4	1,787,461	4,647,354	4,521,966
		2032	5	1,153,150	2,345,007	2,250,756
		2033	6	1,537,080	10,098,650	6,854,576
		2034	7	16,670,188	11,281,800	15,076,394
		2035	8	8,081,141	12,725,434	10,275,033
		2036	9	1,470,769	7,107,155	3,878,490
		2037	10	3,034,237	7,888,942	4,521,966
		2038	11	1,957,486	3,980,679	2,250,756
		2039	12	2,609,213	17,142,587	6,854,576
		2040	13	28,297,856	19,150,999	15,076,394
		2041	14	13,717,839	21,601,585	10,275,033
		2042	15	2,496,649	12,064,485	3,878,490
		2043	16	5,150,657	13,391,579	4,521,966
		2044	17	3,322,858	6,757,253	2,250,756
		2045	18	4,429,172	29,099,760	6,854,576
		2046	19	48,035,970	32,509,063	15,076,394

Tahun dasar	Tahun Kecelakaan/ Penanganan	Tahun Proyeksi	n	Manfaat (Rp/tahun)		Present wort Benefit Rp
				BBKE	BBKO	
				x 1000		
a	b	c	d	e	i=fxg	
		2047	20	23,286,207	36,668,965	10,275,033
		2048	21	4,238,094	20,479,617	3,878,490
		2049	22	8,743,305	22,732,375	4,521,966
		2050	23	5,640,594	11,470,522	2,250,756
		2051	24	7,518,575	49,397,212	6,854,576
		2052	25	81,541,669	55,184,548	15,076,394
		2053	26	39,528,632	62,246,035	10,275,033
		2054	27	7,194,218	34,764,411	3,878,490
		2055	28	14,841,872	38,588,496	4,521,966
		2056	29	9,574,979	19,471,357	2,250,756
		2057	30	12,762,877	83,852,396	6,854,576
		2058	31	138,418,018	93,676,471	15,076,394
		2059	32	67,100,355	105,663,435	10,275,033
		2060	33	12,212,277	59,013,029	3,878,490
		2061	34	25,194,265	65,504,462	4,521,966
		2062	35	16,253,649	33,052,876	2,250,756
		2063	36	21,665,146	142,340,507	6,854,576
		2064	37	234,966,345	159,017,000	15,076,394
		2065	38	113,903,704	179,365,023	10,275,033
		2066	39	20,730,495	100,175,366	3,878,490
		2067	40	42,767,586	111,194,656	4,521,966
		2068	41	27,590,775	56,107,677	2,250,756
		2069	42	36,776,861	241,624,818	6,854,576
		2070	43	398,858,355	269,933,378	15,076,394
		2071	44	193,352,985	304,474,405	10,275,033
		2072	45	35,190,279	170,048,956	3,878,490
		2073	46	72,598,520	188,754,341	4,521,966
		2074	47	46,835,692	95,243,495	2,250,756
		2075	48	62,429,189	410,161,199	6,854,576
		2076	49	677,067,125	458,215,338	15,076,394
		2077	50	328,219,149	516,849,170	10,275,033

4.6. Analisis Biaya Penanganan

Pengeluaran pemerintah untuk pengadaan serta pemasangan prasarana perlengkapan jalan termasuk dalam kategori biaya penanganan. Komponen biaya ini dihitung dengan mengacu pada harga satuan dasar tenaga kerja dan material yang digunakan [1]. Estimasi biaya perlengkapan jalan tidak dilakukan secara sembarangan, melainkan mengikuti pedoman resmi yang berlaku. Dalam hal ini, acuan yang digunakan adalah Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 75 Tahun 2013 mengenai Standar Biaya di lingkungan Kementerian Perhubungan [4]. Dengan adanya standar tersebut, proses perhitungan menjadi lebih terukur, transparan, serta dapat dipertanggungjawabkan secara administratif dan teknis. Adapun rekapitulasi perhitungan biaya penanganan sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Biaya Penanganan alternatif 1

Item	Item pekerjaan	Biaya	Total	Keterangan
		Rp. X 1000	Rp. X 1000	
Capex	Struktur Kantilever	206,736,093	220,338,185	Biaya Awal
	Pemasangan Rambu dan Pelengkap Jalan	13,602,091		
Maintenance	Pemasangan Rambu dan Pelengkap Jalan	13,602,091	13,602.09	Biaya Per- 5 Tahun

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 6. Rekapitulasi Biaya Penanganan alternatif 2

Item	Item pekerjaan	Biaya	Total	Keterangan
		Rp. X 1000	Rp. X 1000	
Capex	Struktur Kantilever	131,211,259	144,813,350	Biaya Awal
	Pemasangan Rambu dan Pelengkap Jalan	13,602,091		
Maintenance	Pemasangan Rambu dan Pelengkap Jalan	13,602,091	13,602.09	Biaya Per- 5 Tahun

Sumber: Hasil Analisis (2025)

4.7. Analisis Kelayakan Ekonomi

Penentuan skenario kelayakan dilakukan menggunakan indikator makro yaitu *Benefit-Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), dan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) dengan beberapa asumsi. Suku bunga acuan analisis ditetapkan 9,22%, yaitu nilai tertinggi antara *BI Rate* Juli 2025 sebesar 5,25% dan SBDK Bank Persero sebesar 8,69%–9,22%. Penanganan dilakukan menggunakan struktur jembatan dengan umur layan 50 tahun [14]. Biaya yang dihitung meliputi biaya kecelakaan dan korban lalu lintas, sedangkan manfaat berupa penghindaran kerugian berulang [15].

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Kelayakan Ekonomi

Skenario	BCR	NPV	EIRR
Alternatif 1	1.69	Rp. 153,892,571,000	11.39 %
Alternatif 2	2.56	Rp. 229,417,406,000	13.53 %

Sumber: Hasil Analisis (2025)

5. Kesimpulan

Analisis menggunakan data kecelakaan untuk mengestimasi pola kecelakaan dan biaya penanganan. Hasil menunjukkan kecelakaan dominan disebabkan sepeda motor (46%), faktor pengguna jalan (46%), serta lokasi tikungan (62%). Penanganan berbasis konsep *Zero Accident* dilakukan dengan menyediakan lajur khusus sepeda motor dan rambu peringatan. Dua alternatif diuji: Alternatif 1 pelebaran 7.00 m dengan bahu jalan, menghasilkan BCR 1.69, NPV Rp153,89 miliar, dan EIRR 11.39%. Alternatif 2 pelebaran 4.40 m tanpa bahu, menghasilkan BCR 2.53, NPV Rp229,41 miliar, dan EIRR 13.53%. Alternatif 2 dipilih sebagai skenario terbaik.

6. Referensi

- [1] Putra, R. H. B., *Upaya peningkatan keselamatan pada bundaran rawan kecelakaan di Kota Pekanbaru*, E-Jurnal Kajian Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945, Jakarta, 2017
- [2] Doecke, S. dan Woolley, J., *Further investigation into the effective use of clear zones and barriers in a safe system's context on rural roads*, Paper presented at the Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Perth, 2011.
- [3] Austroads., *Guide to Road Safety Part 2, Safe Roads*, Sydney: Austroads, 2021.
- [4] Kementerian Perhubungan., *PM No. 75 tahun 2013 Tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan*, 2013.
- [5] Anonim, Undang-Undang No.22 tahun 2009, *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia, 2009.
- [6] Austroads., *Australian national risk assessment model, AP-R451-14*, Sydney: Austroads, 2014.
- [7] Yuliansah, N., *Analisis kecelakaan lalu lintas ditinjau dari geometrik jalan dan fasilitas perlengkapan jalan pada lokasi rawan kecelakaan di Kabupaten Garut*, Tesis Program Magister, SAPPK, Institut Teknologi Bandung, 2019.
- [8] Kementrian Pekerjaan Umum., *Pd T-02-2005-B Pedoman Perhitungan Besaran Biaya Kecelakaan Lalu Lintas*, 2025.
- [9] Kementrian Pekerjaan Umum., *Pd T-14-2003-B Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, 2003.
- [10] Adhikaratma., H., Karina., Kinansyahputra., M. R., Septiawan., A., dan Siregar., M., L, *Identifikasi dan analisis efektivitas penanganan blackspot di Jalan Perkotaan (Studi kasus: Kota Depok)*, Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan, 2020
- [11] Sasmito, A. dan Estrila, P., *Analisis biaya dan manfaat dalam penanganan lokasi rawan kecelakaan pada Jalan Sultan Fatah KM 24 – KM 25 di Kabupaten Demak*, E-Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan, 2018.
- [12] OECD/ITF., *Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System*. Paris: International Transport Forum, 2020.
- [13] AASHTO, *Highway safety manual 1st ed*, AASHTO, Washington, D.C, 2010.
- [14] Kementrian Pekerjaan Umum., *RSNIT -12-2004 Perencanaan struktur beton untuk jembatan*, 2004.
- [15] Yunistra, G. G., Purba, H. H., dan Dwiatmoko, H., *Biaya penyebab dan manajemen risiko lokasi blackspot di ruas Tol Jati Lhur ITC – Padalarang Barat KM 84 – KM 120+500*, Jurnal Konstruksi, 2022.