

## Evaluasi dan redesain geometrik jalan pada Jalan Raya Denpasar-Gilimanuk Segmen Ruas Antosari - Batas Kota Tabanan (KM 34+100-KM 34+422)

I Made Agus Ariawan<sup>1,\*</sup>, Putu Cinthya Pratiwi Kardita<sup>1</sup>, I Putu Chandra Wibawa<sup>2</sup>, Putu Kwintaryana Winaya<sup>1</sup>, I Putu Mahendi Krisna Massudana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali, Indonesia

\*Corresponding authors: [agusariawan17@unud.ac.id](mailto:agusariawan17@unud.ac.id)

Submitted: 4 April 2026, Revised: 9 June 2026, Accepted: 20 June 2026

**ABSTRACT:** Traffic accidents often occur due to a mismatch between road geometry and vehicle operating conditions, particularly on high-risk road sections. This study aims to evaluate road geometric conditions and design improvements for the Denpasar-Gilimanuk Highway, specifically at accident-prone locations, namely the Antosari-Tabanan City Border road segment (KM 34+100–KM 34+422). The research methodology began with data collection, including an inventory of road geometry, traffic data, and accident records. The evaluation and design of road geometry were conducted in accordance with Road Geometric Design Guidelines No. 13/P/BM/2021. The existing road geometry consists of a compound curve with radius (R) of 30 m and 120 m, without a connecting straight section, with a lane width of 6.7 m. The maximum grade (g) is 7%, with vertical curve lengths of 60 m and 80 m. These values do not meet minimum standards, thus potentially increasing the risk of accidents. The geometric redesign was carried out with two alternatives: either making it a single curve with an adjusted curve radius (R) of 130 m or 110 m and a vertical alignment gradient of 4.86% or 6.54%, with curve lengths of 150 m or 90 m, based on considerations of stopping sight distance, headlight glare, leading sight distance, and driving comfort. The design also includes widening the pavement at the curve by 1.25 m, improving roadside drainage, and installing traffic signs and road markings. This research contributes to providing a comprehensive approach in handling accident-prone locations through the integration of geometric aspects and road equipment.

**KEYWORDS:** black spot; highway; road geometric; traffic accidents.

**ABSTRAK:** Kecelakaan lalu lintas sering terjadi akibat ketidaksesuaian geometrik jalan dengan kondisi operasional kendaraan, terutama pada ruas jalan dengan tingkat risiko tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi geometrik jalan dan merancang perbaikannya pada ruas jalan Raya Denpasar-Gilimanuk, khususnya di lokasi rawan kecelakaan, segmen ruas Jalan Antosari – Batas Kota Tabanan (KM 34+100 – KM 34+422). Metode penelitian diawali dengan pengumpulan data berupa inventarisasi geometrik jalan, lalu lintas dan catatan kecelakaan. Evaluasi dan perancangan geometrik jalan dilakukan sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021. Geometrik jalan eksisting, merupakan tikungan gabungan dengan radius (R) 30 m dan 120 m tanpa dihubungkan bagian lurus dengan lebar lajur 6.7 m. Kelandaian (g) maksimum 7% dengan panjang lengkung vertikal 60 m dan 80 m. Nilai tersebut belum memenuhi standar minimum sehingga berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan. Redesain geometrik dilakukan dengan 2 alternatif yaitu menjadikannya tikungan tunggal dengan penyesuaian radius (R) lengkung 130 m atau 110 m dengan kelandaian alinyemen vertikal 4.86% atau 6.54% dengan panjang lengkung 150 m atau 90 m berdasarkan pertimbangan jarak pandang henti, silau sorotan lampu, jarak pandang mendahului dan kenyamanan dalam mengemudi. Dirancang juga pelebaran perkerasan pada tikungan sebesar 1.25 m, perbaikan drainase samping dan pemasangan rambu dan marka jalan. Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan pendekatan komprehensif dalam penanganan lokasi rawan kecelakaan melalui integrasi aspek geometrik dan perlengkapan jalan.

**KATA KUNCI:** black spot; jalan raya, geometrik jalan, kecelakaan lalu lintas.

© The Author(s) 2026. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

### 1. PENDAHULUAN

Dampak langsung yang ditimbulkan dari kecelakaan lalu lintas sangat merugikan bagi pengguna jalan. Kecelakaan memiliki dampak terhadap pengguna jalan seperti kerusakan properti, biaya medis yang tinggi, pertanggungjawaban hukum, kemacetan lalu lintas, kehilangan produktivitas dalam pekerjaan

dan keluarga, kerugian pajak, hilangnya nyawa, penurunan kualitas hidup, gangguan mental dan penderitaan bagi korban dan keluarga (Ariawan et al., 2025; Dai et al., 2025). Jumlah kecelakaan yang terjadi di Provinsi Bali pada tahun 2023 sebanyak 7,467 kejadian dengan rincian 274 orang meninggal dunia, 62 orang mengalami luka berat, dan 5,901 orang mengalami luka ringan. Total kerugian material

mencapai IDR 9,193,471,000. Jumlah kecelakaan ini meningkat dibandingkan tahun 2022 yang hanya 3,620 kejadian (BPS, 2023b, 2024).

Penyebab kecelakaan oleh faktor geometrik umumnya diakibatkan oleh desain atau karakteristik fisik jalan yang kurang optimal, sehingga membahayakan bagi pengendara (Jima & Sipos, 2022; Karlaftis & Golias, 2002; Palupi et al., 2024). Salah satunya disebabkan oleh parameter alinyemen horizontal dan vertikal yang belum terpenuhi. Tikungan tajam tanpa superelevasi yang memadai dapat menyebabkan kendaraan tergelincir atau keluar dari lajur jalannya, sedangkan turunan curam tanpa rambu peringatan meningkatkan risiko sulitnya mengatur kecepatan kendaraan. Topografi lokasi jalan signifikan mempengaruhi desain alinyemen vertikal (Sahara et al., 2022). Jalan akses untuk operasional harus memenuhi standar jalan yang sesuai dengan lebar, kemiringan, visibilitas, dan konstruksi yang memadai untuk mengakomodasi lalu lintas truk yang diperkirakan (Sahara et al., 2022). Selain itu, lebar jalur yang terlalu sempit atau bahu jalan yang kurang memadai menyulitkan kendaraan untuk manuver terutama dalam kondisi darurat.

Radius tikungan, transisi bagian lurus menuju lengkung, dan lebar jalan serta kemiringan melintang jalan yang tidak sesuai berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan (Ma et al., 2020; Wahyudi et al., 2025). Superelevasi yang tidak memadai di tikungan dapat membuat kendaraan kehilangan keseimbangan, sementara kemiringan melintang yang buruk dapat menyebabkan genangan air sehingga mengurangi traksi kendaraan (Himes et al., 2019). Tikungan tajam setelah turunan curam atau perubahan elevasi tiba-tiba juga dapat membatasi jarak pandang dan visibilitas pengemudi serta meningkatkan potensi kecelakaan (Shalkamy & El-Basyouny, 2020). Visibilitas adalah salah satu kriteria penting dalam merancang geometrik jalan untuk menghindari kecelakaan (Bassan, 2016; Yang et al., 2021). Demikian pula jarak pandang lampu kendaraan adalah visibilitas yang dapat dilihat di malam hari dan hal ini mempengaruhi pertimbangan keselamatan (Sahara et al., 2022). Selain itu, vegetasi yang menutupi pandangan di persimpangan atau tikungan buta dapat menghambat visibilitas.

Segmen ruas Antosari-Batas Kota Tabanan merupakan bagian dari ruas Jalan Raya Denpasar-Gilimanuk memiliki panjang jalan 17.41 km (BPS, 2023a). Namun, kemacetan lalu lintas sering terjadi pada segmen ini apabila terjadi kecelakaan lalu lintas, sehingga menyebabkan antrian kendaraan yang panjang, serta lamanya waktu perjalanan barang dan orang (Yasa, 2024). Segmen Ruas Antosari-Batas Kota Tabanan pada KM 34+100 hingga KM 34+422 merupakan *black spot* pada Jalan Raya Denpasar-Gilimanuk memiliki klasifikasi kelas medan jalan perbukitan. Lokasi ini berada di Kecamatan Selemadeg Timur merupakan salah satu lokasi rawan kecelakaan

(*blackspot*) dengan tipe kecelakaan yang menonjol tabrakan *head-on collision*, sedangkan tipe lainnya adalah tabrakan saat menyalip (Ramamahayana, 2020). Faktor utama yang menyebabkan kecelakaan di lokasi ini adalah perbedaan lebar jalur pada tikungan hanya memiliki lebar jalan 6.7 m lebih sempit dibandingkan daerah tangen yang memiliki lebar 7 m. Selain itu, tikungan dengan jari-jari kecil menyebabkan alinyemen horizontal yang tajam serta topografi medan perbukitan menyebabkan alinyemen vertikal curam. Oleh karena itu, evaluasi desain geometrik jalan sangat penting untuk memastikan infrastruktur transportasi yang aman, efisien, dan berkelanjutan sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Evaluasi kondisi eksisting geometrik jalan pada KM 34+100 hingga KM 34+422 Jalan Raya Denpasar-Gilimanuk perlu dilakukan untuk memastikan kesesuaiannya dengan persyaratan teknis jalan. Penilaian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aspek desain yang tidak memenuhi standar teknis dan berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan. Berdasarkan hasil investigasi, dilakukan perancangan ulang geometrik jalan sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13/P/BM/2021 (Bina Marga, 2021). Selain itu, analisis perbandingan antara kondisi eksisting dan rancangan ulang akan memberikan gambaran efektivitas perbaikan yang diusulkan. Hal ini diharapkan desain jalan yang lebih aman dan sesuai standar dapat diterapkan guna meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

## 2. METODE

Desain alinyemen horizontal yang terdiri dari serangkaian garis singgung, lengkung melingkar ditetapkan secara khusus oleh perpotongan garis singgung (titik sudut), dan jari-jari serta sudut lengkung melingkar (Casal et al., 2017). Alinyemen vertikal merupakan profil memanjang sepanjang garis tengah jalan, dapat berupa bagian datar, menaik ataupun menurun. Desain alinyemen vertikal tergantung pada kondisi kontur tanah atau elevasi tanah asli pada trase jalan (Balqis et al., 2023).

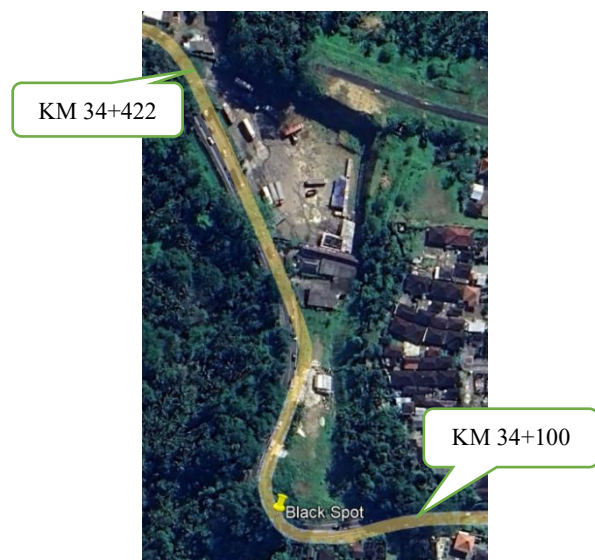
Desain alinyemen horizontal mengacu pada perencanaan dan konfigurasi tata letak horizontal jalan, yang terdiri dari segmen lurus (tangen), kurva melingkar, dan kurva transisi (spiral) untuk memastikan pergerakan kendaraan yang aman, efisien, dan nyaman. Proses desain ini melibatkan pemilihan jari-jari yang tepat untuk kurva, panjang transisi, dan tingkat superelevasi, dipandu oleh standar seperti metode Bina Marga Indonesia, yang menekankan keselamatan dan kepatuhan terhadap kendala medan. Pertimbangan utama meliputi meminimalkan kemonotonan pengemudi, mengoptimalkan jarak pandang, dan menyeimbangkan biaya konstruksi dengan keselamatan, terutama melalui metode seperti model *Spiral Circle Spiral* (SCS) untuk transisi yang mulus antara bagian lurus dan melengkung (Andito et

al., 2023; You et al., 2022). Model-model ini menyesuaikan parameter seperti jari-jari kurva dan panjang transisi untuk mengurangi risiko kecelakaan sekaligus menjaga efisiensi biaya (You et al., 2022).

Alinyemen vertikal didefinisikan sebagai proyeksi bidang vertikal yang berpotongan dengan garis tengah jalan (Yang et al., 2021) atau profil memanjang di sepanjang garis tengah jalan, yang terbentuk dari serangkaian segmen dengan kemiringan longitudinal dan kurva vertikal (Sahara et al., 2022). Desain ini terdiri dari segmen garis lurus (kemiringan) yang dihubungkan oleh kurva vertikal, yang dapat berupa cembung (puncak) atau cekung (lembah).

## 2.1 Lokasi Studi

Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 merupakan *black spot* pada ruas Jalan Raya Denpasar-Gilimanuk, tepatnya pada segmen ruas Antosari-Batas Kota Tabanan di KM 34+100-KM 34+422 yang terletak di Desa Megati, Kabupaten Tabanan. Ruas ini merupakan jalan nasional berdasarkan Keputusan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 1688/KPTS/M/2022 dengan fungsi jalan sebagai jalan arteri primer.



Gambar 1. Lokasi penelitian

## 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan kombinasi metode survei lapangan, analisis data sekunder, dan pemanfaatan teknologi digital untuk memperoleh data yang komprehensif. Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei langsung di lokasi penelitian pada ruas Jalan Raya Denpasar-Gilimanuk, khususnya pada segmen Antosari-Batas Kota Tabanan (KM 34+100 – KM 34+422). Survei ini mencakup inventarisasi kondisi geometrik jalan, antara lain pengukuran lebar jalur lalu lintas, lebar bahu jalan, radius lengkung horizontal, panjang lengkung vertikal, serta identifikasi kondisi lingkungan sekitar seperti tata

guna lahan dan hambatan samping. Selain itu, dilakukan observasi visual terhadap kondisi eksisting untuk mengidentifikasi potensi faktor penyebab kecelakaan, seperti penyempitan jalan, kondisi tikungan, dan ketersediaan fasilitas keselamatan (penerangan jalan).

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, yaitu data lalu lintas dari Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional (SatKer P2JN), serta peta dan kondisi topografi yang diambil dari citra satelit seperti *Google Earth*. Data ini digunakan untuk melengkapi informasi kondisi geometrik dan karakteristik lalu lintas pada lokasi penelitian. Selain itu, standar dan kriteria desain mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021 (Bina Marga, 2021) serta regulasi terkait lainnya sebagai dasar evaluasi teknis.

## 2.3 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan analisis, yaitu evaluasi kondisi eksisting, analisis kesesuaian terhadap standar, dan perancangan ulang (redesain). Data hasil survei lapangan terlebih dahulu diolah untuk mendapatkan parameter geometrik jalan, seperti jari-jari tikungan, panjang lengkung, superelevasi, serta kelandaian jalan. Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021, kriteria perencanaan desain geometrik jalan ditunjukkan pada Tabel 1. Parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan untuk menentukan apakah kondisi eksisting memenuhi kriteria teknis atau tidak. Selanjutnya, dilakukan analisis alinyemen horizontal dan vertikal untuk mengevaluasi tingkat keamanan dan kenyamanan jalan, termasuk analisis jarak pandang henti, jarak pandang mendahului, serta nilai kontrol (K) pada lengkung vertikal. Hasil evaluasi ini digunakan untuk mengidentifikasi bagian jalan yang berpotensi menjadi *black spot* akibat ketidaksesuaian geometrik.

Tahap berikutnya adalah proses redesign geometrik jalan menggunakan perangkat lunak Autodesk Civil 3D, yang memungkinkan pemodelan tiga dimensi (3D) dari trase jalan. Perangkat lunak ini digunakan untuk merancang alternatif perbaikan alinyemen horizontal dan vertikal secara lebih akurat, termasuk simulasi parameter desain seperti radius tikungan, panjang transisi, superelevasi, dan kemiringan longitudinal. Metode BIM menawarkan visualisasi desain dan simulasi dari hasil perancangan alinyemen horizontal dan vertikal secara lebih akurat, termasuk simulasi pemodelan perhitungan parameter desain (Khalil et al., 2021). Pemodelan menggunakan Autodesk Civil 3D efektif dipahami untuk merancang alinyemen, Autodesk Civil 3D memanfaatkan pemeriksaan terintegrasi untuk panjang transisi dan jarak pandang untuk menganalisa alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal, sehingga menghindari iterasi berulang (Gaikawad, 2020; Paul et al., 2021). Hasil pengolahan data kemudian disajikan dalam bentuk

tabel rekapitulasi parameter geometrik, perbandingan kondisi eksisting dengan standar, serta visualisasi trase jalan dalam bentuk gambar dan model 3D. Dari hasil

tersebut, disusun alternatif penanganan yang paling optimal berdasarkan kriteria teknis, kondisi lapangan, serta pertimbangan sosial dan lingkungan.

**Tabel 1.** Kriteria desain utama jalan

Elemen Kriteria Desain Utama		JBH		Jalan Antarkota			Jalan Perkotaan
Rentang $V_D$ , km/jam	Datar	80-120		15-100			10-60
	Bukit	70-110		15-90			
	Gunung	60-100		15-80			
Kelas Penggunaan		I	I	II	III	JLR	I
Kelandaian memanjang, $G$ , paling tinggi %	Datar	4	6	6	6	6	5
	Bukit	5	8	8	8	10	
	Gunung	6	8	10	12	15	
Superelvasi ( $e$ ), % paling tinggi					8		
$R_{min}$ lengkung horizontal				$R_{min} = V_D (127(f_{max} + e_{max}))$			
$R_{min}$ lengkung vertikal cembung				$R_{min} = f \{V_D; K\}$			
$R_{min}$ lengkung vertikal cekung							



Lebar lajur perkerasan jalan mengalami penyempitan pada bagian tikungan

(a)



Tidak tersedia fasilitas penerangan jalan umum (PJU) di sekitar objek penelitian

(b)

**Gambar 2.** (a) Antrian kendaraan pada tikungan akibat penyempitan pada bagian tikungan; (b) Area sekitar objek penelitian belum tersedia fasilitas PJU yang memadai

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kondisi Eksisting

Objek penelitian dipenuhi oleh vegetasi hutan, perkebunan, dan pemukiman penduduk. Batas sisi barat adalah jurang dan sisi timur tebing perumahan penduduk. Arus lalu lintas pagi dan siang hari cenderung rendah yaitu dominan pergerakan aktivitas warga lokal, sedangkan di malam hari dilintasi kendaraan berat yang menuju Pelabuhan Gilimanuk atau sebaliknya. Pada daerah tikungan memiliki lebar perkerasan yang menyempit Gambar 2 (a). Hal ini terlihat saat salah satu kendaraan berat akan berbelok, kendaraan tersebut harus berhenti terlebih dahulu, untuk memberikan ruang manuver berkendara pada kendaraan dari arah berlawanan. Lampu penerangan jalan Gambar 2 (b) yang tidak berfungsi dengan baik

sepanjang objek penelitian mempengaruhi pengemudi saat berkendara di malam hari.

#### 3.2 Evaluasi Kondisi Geometrik Jalan Eksisting

Trase eksisting berada pada medan perbukitan dengan nilai kemiringan medan rata-rata 18.43%. Evaluasi alinyemen horizontal pada tikungan 1 diperoleh hasil jari-jari tikungan belum memenuhi kriteria desain, namun untuk nilai superelevasi telah terpenuhi. Kondisi eksisting geometrik jalan memenuhi kriteria pada gradien (perbedaan aljabar kelandaian) masing-masing sebesar 6.73% dan 6.85% dengan batas maksimum gradien 7%. Panjang lengkung vertikal pada kedua alinyemen vertikal tidak memenuhi kriteria standar berdasarkan pertimbangan perhitungan jarak pandang henti, jarak pandang mendahului, kenyamanan berkendara, kebutuhan drainase, dan nilai kontrol (K) dalam penentuan

panjang lengkung vertikal berdasarkan masing-masing jenis lengkung vertikal. Rekapitulasi evaluasi nilai

parameter geometrik jalan eksisting dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Rekapitulasi parameter alinyemen horizontal eksisting

Parameter Analisis	Tersedia	Standar Pedoman dan Persyaratan Teknis Jalan	Satuan	Keterangan
Lebar Jalur	7	6.5	m	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Lebar Bahu	1	0.5	m	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Tikungan I				
$\beta$	123.535		°	
Rc	30	82.021	m	Tidak memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Lc	64.683		m	
Ec	33.418		m	
E	8	8	%	
STA TC		0+065.92	m	
STA CT		0+130.60	m	
Tikungan II				
$\beta$	51.260		°	
Rc	120	82.021	m	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Lc	107.358		m	
Ec	13.096		m	
E	7.32	8	%	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
STA TC		0+155.48	m	
STA CT		0+262.84	m	

**Tabel 3.** Rekapitulasi parameter alinyemen vertikal eksisting

Parameter Analisis	Tersedia	Standar Pedoman dan Persyaratan Teknis Jalan	Satuan	Keterangan
Lebar Jalur	7	6.5	m	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Lebar Bahu	1	0.5	m	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
PPV I				
STA Perpotongan Perbedaan Aljabar Kelandaian	6.73	0+100 7.00	m %	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Panjang Lengkung Vertikal	60	87.49	m	Tidak memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Tipe Lengkung Vertikal	Cekung			
EV	0.503		m	
PV Elevasi	152.623		m	
PLV Elevasi	154.140		m	
PTV Elevasi	152.120		m	
PPV II				
STA Perpotongan Perbedaan Aljabar Kelandaian	6.85	0+180 7.00	m %	Memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Panjang Lengkung Vertikal	80	205.83	m	Tidak memenuhi kriteria sesuai tinjauan
Tipe Lengkung Vertikal	Cembung			
EV	0.685		m	
PV Elevasi	151.435		m	
PLV Elevasi	152.120		m	
PTV Elevasi	149.380		m	

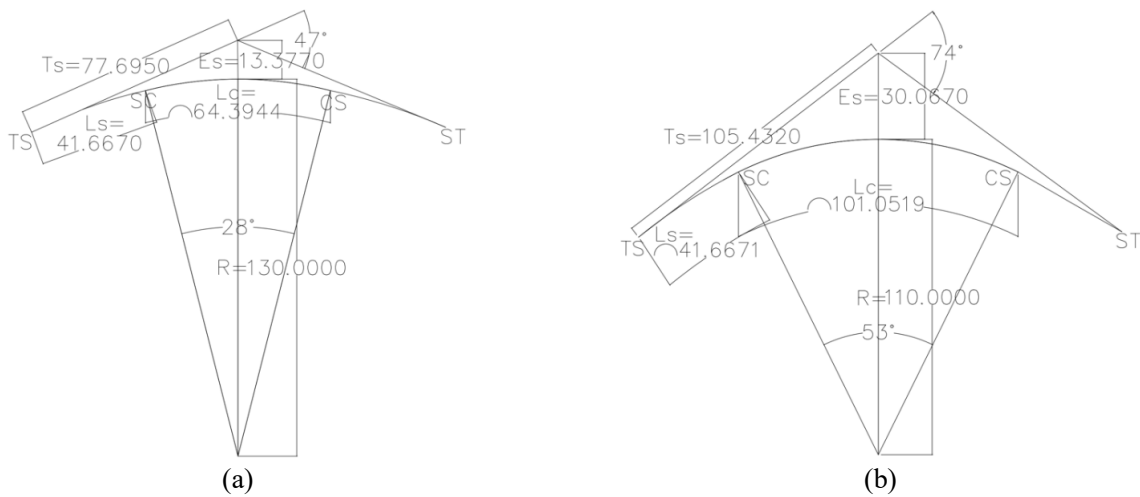
### 3.3 Alternatif Perbaikan

Persyaratan utama untuk alinyemen adalah pendek, mudah, aman, dan ekonomis (Gaikawad, 2020). Pada rancangan ulang alternatif 1 diperoleh trase jalan pada medan bukit dengan kemiringan medan rata-rata sebesar 10.61%, sedangkan untuk alternatif 2 diperoleh kemiringan medan rata-rata sebesar 14.24%. Alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, dan penampang melintang adalah tiga komponen utama

desain geometrik. Alinyemen horizontal mempertimbangkan beberapa hal dalam menentukan pemilihan tipe tikungan, jari-jari tikungan dan superelevasi desain. Perbandingan trase kondisi eksisting yang ditunjukkan pada Gambar 3(a), trase alternatif 1 yang melewati lahan terbangun masyarakat pada Gambar 3(b), dan trase alternatif 2 yang direncanakan pada lahan kosong ditunjukkan dengan Gambar 3(c).



**Gambar 3.** (a) Trase kondisi eksisting; (b) Trase alternatif 1; (c) Trase alternatif 2



**Gambar 4.** (a) Detail tikungan alternatif 1; (b) Detail tikungan alternatif 2

Sudut tikungan untuk alternatif 1 diperoleh sebesar  $46.745^\circ$  dan  $74.338^\circ$  untuk alternatif 2. Superelevasi tikungan pada alternatif trase 1 dengan kemiringan 7.07 % dan 7.56 % pada alternatif trase 2. Ilustrasi Gambar 4(a) dan Gambar 4(b) menjelaskan parameter detail tikungan alternatif 1 dan alternatif 2. Pelebaran perkerasan pada tikungan perlu diperhitungkan karena kendaraan yang melintasi tikungan memerlukan pelebaran perkerasan lebih lebar akibat dari lintasan roda belakang berada di sisi dalam roda depan dan julur depan kendaraan mengurangi ruang bebas antaran kendaraan yang didahului dan yang mendahului. Besar pelebaran perkerasan pada tikungan alternatif 1 dan 2 direncanakan sebesar 1.25 m pada sisi dalam. Hal ini dihitung berdasarkan radius tikungan, lebar lajur pada jalan lurus, panjang dan lebar kendaraan desain dan ruang bebas kendaraan.

Radius tikungan jalan yang kecil cenderung membuat kendaraan yang berkecepatan tinggi tergelincir, terutama pada jalan raya di daerah perbukitan dan pegunungan. Ruas jalan berkelok tajam akan mempengaruhi jarak pandang pengemudi serta meningkatkan tekanan mental pengemudi, sehingga

berpotensi dapat menyebabkan tabrakan antara kendaraan dan infrastruktur jalan raya. Oleh karena itu, mitigasinya perlu dipasang rambu lalu lintas seperti peringatan tikungan tajam dan jalur perlambatan untuk mengurangi kecepatan kendaraan.

### 3.4 Perbandingan Geometrik Jalan Eksisting dan Redesain

Alinyemen horizontal eksisting dengan dua tikungan gabungan berbalik arah diubah menjadi tikungan tunggal karena panjang jalan yang tidak memadai. Hal tersebut mengakibatkan perubahan bentuk trase, jari-jari tikungan semula 30 m dan 120 m dirancang ulang menjadi 130 m pada alternatif 1 dan 110 m pada alternatif 2. Jenis tikungan hasil redesain adalah SCS (*Spiral Circle Spiral*). Alinyemen vertikal eksisting memiliki 2 PPV (Pusat Perpotongan Vertikal) pada STA 0+100 dan STA 0+180 dengan masing-masing panjang lengkung vertikal 60 m dan 80 m, sedangkan hasil redesain hanya memiliki 1 PPV dengan panjang lengkung vertikal alternatif 1 adalah 150 m dan alternatif 2 adalah 90 m. Selengkapnya nilai-nilai parameter desain dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perbandingan geometrik jalan eksisting dan redesain

Parameter	Keterangan	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2	Satuan
Lebar Jalan		7	7	7	m
Panjang Jalan		322	344	282	m
Kecepatan Rencana		50	50	50	km/jam
Lebar Jalan		7	7	7	m
Jari-Jari Tikungan	Tikungan I	30	130	110	m
	Tikungan II	120			m
Superelevasi	Tikungan I	8	7.07	7.56	%
	Tikungan II	7.32			%
Aljabar	PPV I	6.73	4.86	6.54	%
Kelandaian	PPV II	6.85			%
Jenis Lengkung Vertikal	PPV I	Cekung	Cembung	Cekung	
	PPV II	Cembung			
Panjang Lengkung Vertikal	PPV I	60	150	90	m
	PPV II	80			m

Perancangan alternatif trase 1 pada STA 0+240-STA 0+344.67 merupakan titik yang berada pada jalan eksisting. Perancangan mempertimbangkan untuk memanfaatkan jalan yang sudah ada, sehingga analisis bangunan penahan tanah untuk timbunan tanah tidak perlu diperhitungkan. Pemanfaatan jalan eksisting ini memberikan keuntungan dari sisi efisiensi biaya konstruksi, mengurangi kebutuhan pembebasan lahan, serta meminimalkan dampak lingkungan akibat kegiatan galian dan timbunan yang berlebihan. Selain itu, penggunaan trase eksisting dapat mempercepat proses pelaksanaan konstruksi karena sebagian infrastruktur dasar telah tersedia dan dapat dimanfaatkan kembali sesuai kondisi lapangan. Pada perancangan alternatif 2 diperoleh volume kumulatif galian sebesar 8,914.06 m<sup>3</sup> dan volume kumulatif timbunan sebesar 91,524.41 m<sup>3</sup>. Selisih volume galian dan timbunan diakibatkan kelas medan jalan bukit dan untuk memenuhi kriteria perancangan geometrik jalan sesuai Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021 (Bina Marga, 2021), sehingga diperlukan timbunan pada perancangan jalan sebesar 90,871.385 m<sup>3</sup> dengan asumsi faktor penyusutan timbunan akibat pemadatan sebesar 10%.

Timbunan tanah yang tinggi pada STA 0+175.00 sampai STA 0+282.36 di alternatif trase 2 perlu dibangun *retaining wall* (dinding penahan tanah) yang kuat sepanjang jalan. Pada perancangan ini memberikan saran pemilihan bentuk dinding penahan tanah menggunakan tipe kantilever dengan tinggi 20 m sebagai tinggi timbunan terbesar dalam hasil perancangan dari beragam beda tinggi tanah dasar dengan elevasi jalan rencana. Dimensi desain dinding penahan tanah yang disarankan berdasarkan SNI 8470:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Selain itu, penahan timbunan dapat menggunakan gabion atau beronjong yang terbuat dari

anyaman kawat berbentuk persegi panjang yang diisi dengan batu bongkah. Untuk dimensi beronjong disyaratkan memiliki lebar dasar 0.5H-0.7H. Pada perancangan ini lebar dasar beronjong disarankan menggunakan 10 m.

#### 4. KESIMPULAN

Penilaian kondisi geometrik jalan eksisting diperoleh klasifikasi medan jalan bukit sebesar 18.43%, dengan kecepatan rencana untuk mengecek kesesuaian persyaratan dan pedoman pada 50 km/jam, jari-jari tikungan minimum diperoleh 82.01 m dengan kelandaian maksimum pada alinyemen vertikal 7%. Alinyemen horizontal berjumlah 2 tikungan dengan jari-jari tikungan masing-masing 30 m dan 120 m, dan superelevasi masing-masing tikungan 8% dan 7.32% yang masih memenuhi kriteria superelevasi maksimum. Sedangkan pada alinyemen vertikal diperoleh parameter aljabar kelandaian masing-masing sebesar 6.73% dan 6.85% masih memenuhi kriteria pedoman desain geometrik jalan, namun untuk panjang lengkung vertikal belum memenuhi kriteria dengan masing-masing sepanjang 60 m dan 80 m.

Rancangan ulang geometrik jalan diperoleh klasifikasi medan jalan bukit sebesar 10.61% pada alternatif trase 1 dan sebesar 14.24% pada alternatif trase 2 dengan kecepatan rencana desain 50 km/jam. Alinyemen horizontal dirancang menjadi tikungan tunggal jenis SCS dengan jari-jari 130 m, superelevasi 7.07% pada alternatif trase 1 dan jari-jari 110 m dengan superelevasi 7.56% pada alternatif trase 2. Alinyemen vertikal didesain dengan parameter aljabar kelandaian sebesar 4.86% dengan panjang lengkung vertikal 150 m dan jenis lengkung cekung pada alternatif trase 1. Sedangkan pada alternatif trase 2, aljabar kelandaian sebesar 6.54% dengan panjang lengkung vertikal 90 m.

Perbandingan antara penilaian geometrik jalan kondisi eksisting dan hasil redesain pada alinyemen horizontal yang berubah dari tikungan ganda berbalik arah menjadi tikungan tunggal dan alinyemen vertikal dengan 2 lengkung vertikal dirancang ulang menjadi 1 lengkung vertikal saja sesuai panjang jalan yang tersedia. Alternatif perbaikan disarankan menyesuaikan kebutuhan di lapangan dengan tetap memanfaatkan kondisi topografi dan trase yang sudah ada. Alternatif 1 memberikan solusi yang lebih baik dengan mempertimbangkan pemanfaatan kondisi eksisting objek penelitian. Penelitian lanjutan diperlukan untuk kajian *Road Safety Audit* (RSA) atau analisis keselamatan jalan yang lebih mendalam dalam mengevaluasi tingkat risiko kecelakaan sebelum dan sesudah penerapan desain geometrik. Diperlukan analisis ekonomi yang mencakup *Benefit-Cost Analysis* (BCA) atau *Life-Cycle Cost Analysis* (LCCA) untuk mengevaluasi kelayakan investasi dari berbagai alternatif perbaikan geometrik yang diusulkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andito, I. R., Rifai, A. I., & Akhir, A. F. (2023). The Design of Alignment Horizontal Using Indonesia Highway Design Standard: A Case of Jalan Babat – Tapen, East Java. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, *1*(1), 199–210. <https://doi.org/10.55324/ijoms.v1i1.383>
- Ariawan, I. M. A., Wibawa, I. P. C., Thanaya, I. N. A., & Samosir, M. R. (2025). Analisis black site dan black spot serta faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, *14*(1), 97–110. <https://doi.org/10.22225/pd.14.1.11882.97-110>
- Balqis, T. A., Agustina, R., & Tumangger, R. (2023). Perencanaan Geometrik menggunakan Autocad Civil 3D pada Jalan Akses Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Tekno Global*, *12*(01), 58–62. <https://doi.org/10.36982/jtg.v12i01.3184>
- Bassan, S. (2016). Sight distance restriction on highways' horizontal curves: insights and sensitivity analysis. *European Transport Research Review*, *8*(3), 21. <https://doi.org/10.1007/s12544-016-0208-6>
- Bina Marga. (2023). *Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13 / P / BM / 2021*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- BPS. (2023a). *Daftar Nama dan Panjang Jalan Nasional di Provinsi Bali, 2023*. <https://bali.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTEjMQ==/daftar-nama-dan-panjang-jalan-nasional-di-provinsi-bali-2019.html>
- BPS. (2023b). *Provinsi Bali dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2024). *Provinsi Bali dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik.
- Casal, G., Santamarina, D., & Vázquez-Méndez, M. E. (2017). Optimization of horizontal alignment geometry in road design and reconstruction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *74*, 261–274. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.11.019>
- Dai, S., Yu, L., Liu, Z., Cui, M., & Levinson, D. (2025). The internal and external cost of motor vehicle crashes. *Scientific Reports*, *15*(1), 5441. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89058-1>
- Gaikawad, P. (2020). A Review-Geometric Design of Highway with the Help of Autocad Civil 3D. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *8*(5), 916–921. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.5145>
- Himes, S., Porter, R. J., Hamilton, I., & Donnell, E. (2019). Safety Evaluation of Geometric Design Criteria: Horizontal Curve Radius and Side Friction Demand on Rural, Two-Lane Highways. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *2673*(3), 516–525. <https://doi.org/10.1177/0361198119835514>
- Jima, D., & Sipos, T. (2022). The Impact of Road Geometric Formation on Traffic Crash and Its Severity Level. *Sustainability*, *14*(14), 8475. <https://doi.org/10.3390/su14148475>
- Karlaftis, M. G., & Golias, I. (2002). Effects of road geometry and traffic volumes on rural roadway accident rates. *Accident Analysis & Prevention*, *34*(3), 357–365. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00033-1)
- Khalil, I. G., Mohamed, A., & Smail, Z. (2021). Building Information Modeling for rural road design: a case study. *2021 16th International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICECCO53203.2021.9663761>
- Ma, Q., Yang, H., Wang, Z., Xie, K., & Yang, D. (2020). Modeling crash risk of horizontal curves using large-scale auto-extracted roadway geometry data. *Accident Analysis & Prevention*, *144*, 105669. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105669>
- Palupi, R., Mahmud, M., Khilmi, M., Triawati, I., Winoto, D., & Wibowo, A. (2024). The Influence of Road Geometric Design on Traffic Accident Rates on Jalan Mayjend Sungkono, Malang City. *International Journal of Sustainable Social Culture, Science Technology, Management, and Law Humanities*, *1*(2), 66–75. <https://doi.org/10.71131/f30zbn10>
- Paul, A., Abhitha, K. R., Ammu, A. S., Chandran, A. B., & Tijo, S. (2021). Geometric Design Of Rural Road . *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, *8*(7), 167–171.
- Ramamahayana, B. G. (2020). *Alternatif Perbaikan Infrastruktur Ruas Jalan Denpasar Gilimanuk Untuk Mengurangi Kemacetan dan Kecelakaan Lalu Lintas: Studi Kasus Pada Daerah Dangerous Road* [Skripsi].
- Sahara, D. A., Rifai, A. I., & Irianto, M. A. (2022). Vertical Alignment Design of Special Operational Road: A Case TPA Bangkonol, Banten. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, *2*(5), 924–933. <https://doi.org/10.53866/jimi.v2i5.210>
- Shalkamy, A., & El-Basyouny, K. (2020). Multivariate models to investigate the relationship between collision risk and reliability outcomes on horizontal curves. *Accident Analysis & Prevention*, *147*, 105745. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105745>
- Wahyudi, F. F., Herdiawan, V. A., Nurrohman, M. R., Juliar, E., & Handayani, S. (2025). Critical Evaluation of Road Bends on User Safety: A Systematic Literature Review Study. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, *4*(2), 5511–5523. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.1413>
- Yang, H., Guo, X., Wang, Z., & Hu, S. (2021). Feasibility-Based Design Model For Road Vertical Alignment. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, *16*(4), 270–296. <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2021-16.548>

- Yasa, M. (2024). *Tiga Truk Bermasalah, Jalur Denpasar–Gilimanuk Sempat Macet*. Nusa Bali. <https://www.nusabali.com/berita/159696/tiga-truk-bermasalah-jalur-denpasar-gilimanuk-semat-macet>
- You, K., Yu, Q., Huang, W., & Hu, Y. (2022). Safety-Based Optimization Model for Highway Horizontal Alignment Design. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/6214910>