



Evaluasi Kondisi Geometrik Jalan Berbasis Teknologi terhadap Potensi Kecelakaan Lintas Ruas Jalan Konda - Konawe Selatan

Ramadhan Hidayat Putra*, Faizul Chasanah

Universitas Islam Indonesia, Indonesia

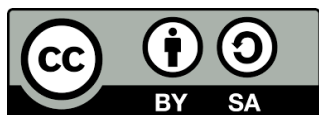
Email : masmadhan97@gmail.com*

Keywords:

Road Safety Audit;
Blackspot/Blacksite; Road
Geometric Evaluation

Abstract

Road geometry and inadequate safety facilities can increase crash risk on hilly roads serving regional freight movements. This study aimed to identify crash characteristics and hazardous segments, assess road safety deficiencies, and evaluate existing geometry along the Konda–Punggaluku road in Southeast Sulawesi, Indonesia. The assessment covered a 2.5 km corridor divided into five segments. Crash reports from online media for 2022–2026 were analyzed using Equivalent Accident Number, Batas Kontrol Atas, and Upper Control Limit methods. Field safety audits were combined with unmanned aerial vehicle photogrammetry and Global Navigation Satellite System surveys. Existing alignments were reconstructed using AutoCAD Civil 3D and evaluated against road geometric design guidelines. Thirteen crashes involved one fatality, eight serious injuries, and eight minor injuries, with vehicle involvement dominated by trucks and semitrailer trucks. Segments 2 and 4 were identified as hazardous locations. Safety audits recorded 589 severe and 502 moderate findings. Geometric evaluation identified 49 of 52 curves with insufficient radii, five excessive longitudinal gradients, and inadequate vertical curve lengths for stopping sight distance. These deficiencies were spatially consistent with reported crash circumstances. The study concluded that integrated assessment supported targeted improvements to safety facilities, carriageway and shoulder dimensions, drainage, and horizontal and vertical alignment coordination.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by
Riviera Publishing

Kata Kunci:

Audit Keselamatan Jalan;
Blackspot/Blacksite; Evaluasi
Geometrik Jalan

Abstrak

Kondisi geometrik dan keterbatasan fasilitas keselamatan jalan dapat meningkatkan risiko kecelakaan pada koridor berbukit yang melayani distribusi barang. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik kecelakaan dan segmen rawan, menilai kekurangan keselamatan jalan, serta mengevaluasi geometrik pada ruas Konda–Punggaluku, Sulawesi Tenggara. Penelitian mencakup koridor sepanjang 2,5 km yang dibagi menjadi lima segmen. Data kecelakaan bersumber dari pemberitaan media daring periode 2022–2026 dan dianalisis menggunakan *Equivalent Accident Number*, Batas Kontrol Atas, serta *Upper Control Limit*. Audit keselamatan dilakukan melalui survei lapangan, sedangkan data geometrik diperoleh menggunakan fotogrametri pesawat tanpa awak dan survei *Global Navigation Satellite System*. Rekonstruksi alinemen dilakukan menggunakan AutoCAD Civil 3D dan dievaluasi berdasarkan pedoman desain geometrik jalan. Hasil mencatat 13 kecelakaan dengan satu korban meninggal dunia, delapan luka berat, dan delapan luka ringan; keterlibatan kendaraan didominasi truk dan truk semitrailer. Segmen 2 dan 4 teridentifikasi sebagai lokasi rawan kecelakaan. Audit menemukan 589 temuan kategori berat dan 502 kategori sedang. Evaluasi geometrik

menunjukkan 49 dari 52 tikungan memiliki radius tidak memadai, lima kelandaian memanjang melampaui ketentuan, serta panjang lengkung vertikal belum memenuhi kebutuhan jarak pandang henti. Kekurangan tersebut menunjukkan kesesuaian spasial dengan kronologi kecelakaan. Penelitian menyimpulkan bahwa evaluasi terpadu mendukung perbaikan fasilitas keselamatan, dimensi jalan dan bahu, drainase, serta koordinasi alinemen.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat seiring dengan perkembangan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Namun peningkatan tersebut tidak selalu diimbangi dengan kualitas dan keselamatan infrastruktur jalan, terutama di wilayah yang sedang berkembang.

Salah satu ruas jalan yang memiliki peranan penting dalam mendukung konektivitas wilayah di Provinsi Sulawesi Tenggara adalah Ruas Jalan Konda–Punggaluku. Ruas jalan ini menghubungkan Kota Kendari dengan Kabupaten Konawe Selatan serta menjadi jalur distribusi menuju Kabupaten Bombana dan Kabupaten Muna. Tingginya aktivitas lalu lintas pada ruas jalan tersebut menyebabkan aspek keselamatan jalan menjadi hal yang perlu mendapat perhatian serius (Abdalla et al., 2025).

Data Satlantas Polres Konawe Selatan (2020) menunjukkan bahwa Jalan Poros Kendari–Punggaluku di Desa Anduna, Kecamatan Laeya, termasuk salah satu lokasi rawan kecelakaan (*blackspot*) dengan kondisi geometrik jalan berupa kombinasi tanjakan, turunan, tikungan, dan bahu jalan yang mengalami kerusakan akibat erosi pada musim hujan, serta potensi longsor pada sisi jalan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa faktor geometrik jalan dan kondisi lingkungan jalan diduga memiliki kontribusi terhadap tingginya risiko kecelakaan lalu lintas. Tingginya tingkat kerawanan kecelakaan di wilayah tersebut juga tercermin dari data kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Konawe Selatan Tahun 2020. Data tersebut menunjukkan bahwa Kecamatan Laeya mencatat jumlah kecelakaan sebanyak 13 kejadian, Kecamatan Andoolo dengan 11 kejadian dan Kecamatan Kolono sebanyak 7 kejadian. Fakta ini menunjukkan bahwa Kecamatan Laeya merupakan salah satu wilayah yang memerlukan perhatian khusus dalam upaya peningkatan keselamatan jalan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sipa et al., (2016) pada ruas jalan Kendari–Andoolo menjadi salah satu penelitian awal yang mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan (*blackarea*) di Kabupaten Konawe Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Desa Anduna merupakan wilayah dengan tingkat kecelakaan tertinggi sebesar (26,36%), diikuti oleh Desa Lerepako sebesar (23,18%), Desa Torobulu sebesar (15%), dan Desa Punggaluku sebesar (11,36%).

Kajian yang dilakukan oleh Irsan et al., (2024) melalui pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan di Kabupaten Konawe Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat empat desa yang menjadi titik rawan kecelakaan di Kecamatan Konda, yaitu Desa Ambololi, Lambusa, Puuosu Jaya, dan Tanea. Sementara itu, pada Kecamatan Wolasi ditemukan empat desa yang juga tergolong rawan kecelakaan, yaitu Desa Wolasi, Mata Wolasi, Amoitto, dan Leleka. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi rawan kecelakaan berada pada ruas jalan yang memiliki tikungan tajam, kelandaian memanjang terjal, dan persimpangan tanpa pengendalian

lalu lintas yang memadai. Temuan ini memperlihatkan bahwa karakteristik geometrik jalan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Selain pemetaan lokasi rawan kecelakaan, penelitian terdahulu memperlihatkan pentingnya pemeriksaan kondisi geometrik dan perlengkapan jalan secara bersamaan. Farida & Tanjung, (2022), dalam penelitian pada tikungan Tanjakan Panganten, menemukan perbedaan antara dimensi alinemen horizontal hasil perhitungan dan kondisi lapangan, disertai belum tersedianya rambu peringatan tikungan dan penerangan jalan umum. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penilaian keselamatan pada jalan berbukit perlu memperhatikan kesesuaian bentuk jalan sekaligus fasilitas yang membantu pengemudi mengantisipasi perubahan kondisi lintasan. Dalam konteks ruas Konda–Punggaluku, pendekatan ini relevan untuk memperluas identifikasi lokasi rawan kecelakaan menjadi pemeriksaan teknis terhadap elemen jalan yang berpotensi meningkatkan risiko.

Pentingnya pemeriksaan tersebut juga diperkuat oleh penelitian La Ode et al., (2024) pada ruas Kolaka–Kolaka Timur yang menggunakan daftar periksa audit keselamatan jalan. Penelitian tersebut mengidentifikasi penyempitan badan jalan pada beberapa titik, penurunan kondisi bahu jalan, serta permasalahan perlengkapan jalan. Meskipun faktor manusia dilaporkan sebagai faktor penyebab kecelakaan yang paling dominan, temuan mengenai kondisi fisik jalan memperlihatkan perlunya penanganan infrastruktur sebagai bagian dari upaya peningkatan keselamatan. Dengan demikian, audit keselamatan jalan dapat melengkapi informasi kejadian kecelakaan melalui identifikasi kekurangan fasilitas dan kondisi lingkungan jalan yang memerlukan pemeriksaan serta tindak lanjut teknis.

Untuk mendukung pemeriksaan teknis tersebut, perkembangan fotogrametri UAV menawarkan peluang memperoleh informasi spasial koridor jalan yang lebih terperinci, tetapi kualitas hasilnya tetap bergantung pada pengendalian ketelitian pengukuran. (Atik & Arkali, 2025), dalam penelitian yang tercatat pada Scopus, menunjukkan bahwa teknik penentuan posisi serta distribusi titik kontrol tanah memengaruhi ketelitian produk fotogrametri. Pada konfigurasi lima titik kontrol yang tersebar homogen, penelitian tersebut memperoleh nilai **root mean square error** horizontal sebesar 2,5 cm dan vertikal sebesar 3,0 cm. Temuan ini menjadi dasar metodologis bagi penggunaan UAV yang dikombinasikan dengan GNSS untuk merekonstruksi kondisi jalan, dengan tetap memerlukan pemeriksaan ketelitian pada lokasi penelitian sebelum hasil pengukuran digunakan dalam evaluasi geometrik.

Berdasarkan perbandingan penelitian tersebut, kesenjangan yang ingin dijawab terletak pada kebutuhan menghubungkan informasi lokasi dan karakteristik kecelakaan, temuan audit keselamatan, serta hasil pengukuran geometrik dalam satu kerangka evaluasi pada ruas Konda–Punggaluku. Penelitian geometrik memberikan informasi ketidaksesuaian dimensi jalan, penelitian audit mengidentifikasi kekurangan elemen keselamatan, sedangkan penelitian fotogrametri menekankan mutu data spasial. Namun, ketiga jenis informasi tersebut perlu dipertemukan pada segmen dan lokasi kejadian yang sama agar rekomendasi penanganan memiliki dasar teknis yang lebih jelas. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk menelaah keterkaitan spasial dan kesesuaian teknis antara kondisi jalan dan pola kejadian kecelakaan, tanpa menempatkan kondisi geometrik sebagai satu-satunya penyebab kecelakaan.

Kebutuhan akan evaluasi terpadu tersebut menjadi mendesak karena ruas Konda–Punggaluku mendukung konektivitas wilayah dan distribusi barang, sementara karakteristik

tikungan serta tanjakan dan turunan menuntut kemampuan pengemudi dalam mengantisipasi perubahan lintasan. Penetapan lokasi rawan kecelakaan saja belum memberikan informasi yang cukup mengenai elemen jalan yang perlu diperbaiki dan jenis penanganan yang sesuai. Pemeriksaan yang menggabungkan riwayat kecelakaan dengan kondisi geometrik dan fasilitas keselamatan diperlukan untuk membantu membedakan kebutuhan pelengkapan fasilitas, perbaikan dimensi jalan, dan penyesuaian alinemen. Informasi tersebut penting sebagai dasar penyusunan prioritas penanganan yang mempertimbangkan lokasi kejadian, tingkat keparahan korban, dan karakteristik kekurangan infrastruktur.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, kebaruan yang ditawarkan penelitian ini berupa integrasi analisis kecelakaan menggunakan *Equivalent Accident Number*, Batas Kontrol Atas, dan *Upper Control Limit* dengan audit keselamatan jalan serta rekonstruksi geometrik berbasis fotogrametri UAV dan survei GNSS. Integrasi dilakukan pada koridor sepanjang 2,5 km yang dibagi menjadi lima segmen, sehingga lokasi rawan kecelakaan dapat ditelaah bersama kondisi alinemen horizontal, alinemen vertikal, penampang melintang, dan koordinasi antarialinemen. Kontribusi pendekatan ini terletak pada penyatuan bukti kejadian dan hasil pemeriksaan teknis pada skala segmen jalan, bukan semata-mata pada penggunaan perangkat survei modern. Dengan pendekatan tersebut, rekomendasi perbaikan diharapkan dapat dikaitkan secara lebih spesifik dengan permasalahan yang ditemukan pada masing-masing lokasi.

Sejalan dengan pendekatan tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik dan lokasi rawan kecelakaan, menilai kondisi keselamatan jalan, mengevaluasi kesesuaian geometrik eksisting terhadap pedoman yang digunakan, serta menelaah keterkaitannya dengan kronologi kejadian kecelakaan pada ruas Konda–Punggaluku. Hasil evaluasi selanjutnya digunakan untuk menyusun alternatif penanganan berdasarkan kebutuhan setiap segmen. Secara ilmiah, penelitian ini diharapkan memperkaya penerapan evaluasi keselamatan jalan yang menggabungkan data kecelakaan, audit lapangan, dan informasi spasial hasil survei. Secara praktis, hasilnya dapat menjadi bahan pertimbangan bagi penyelenggara jalan dalam menentukan prioritas pelengkapan fasilitas keselamatan, peningkatan kondisi jalan, dan perbaikan alinemen untuk mendukung perjalanan serta distribusi barang yang lebih aman.

METODE PENELITIAN

Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas

Karakteristik kecelakaan lalu lintas dianalisis berdasarkan kronologi kejadian kecelakaan yakni faktor penyebab, tipe tabrakan, keterlibatan pengguna jalan, lokasi kejadian, dan waktu kejadian. Data kecelakaan yang digunakan bersumber dari media digital online Tahun 2022-2026 yang memuat tentang kejadian kecelakaan di ruas jalan Konda – Punggaluku.



Gambar 1. Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Konda – Punggaluku

Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan (*Blackspot/Blacksite*)

Identifikasi lokasi rawan kecelakaan (*blackspot/blacksite*) dianalisis menggunakan metode *Equivalent Accident Number* (EAN), Batas Kontrol Atas (BKA), dan *Upper Control Limit* (UCL).

Identifikasi lokasi rawan kecelakaan menggunakan data kejadian kecelakaan dengan kategori fatalitas Meninggal Dunia (MD), Luka Berat (LB), dan Luka Ringan (LR). (Tanjung & Farida 2021)

Pengelompokkan data kejadian dibagi menjadi 5 segmen dengan interval jarak tiap segmen yakni setiap 500m pada ruas jalan yang ditinjau.

Equivalent Accident Number (EAN)

$$EAN = 10(MD) + 5(LB) + 1(LR)$$

dengan:

MD = meninggal dunia;

LB = luka berat; dan

LR = luka ringan.

Batas Kontrol Atas (BKA)

$$BKA = C + 3\sqrt{C}$$

dengan:

C = rata-rata nilai EAN.

Hanifan & Priyanto, (2024) menyatakan bahwa suatu lokasi dapat dikategorikan sebagai titik rawan kecelakaan (*blackspot*) apabila nilai *Equivalent Accident Number* (EAN) lebih besar dibandingkan nilai Batas Kontrol Atas (BKA).

Upper Control Limit (UCL)

$$UCL = \lambda + \psi \times \sqrt{(\lambda/m) + ((0,829/m) + (1/2 \times m))}$$

dengan :

λ = nilai EAN rata – rata;

ψ = faktor probabilitas (2,756); dan

m = nilai EAN.

Apabila nilai EAN suatu segmen lebih besar dari nilai UCL maka egmen tersebut dikategorikan sebagai daerah rawan kecelakaan (*blacksite*).

Audit Keselamatan Jalan Pasca Pembukaan Jalan

Analisis Audit keselamatan jalan menggunakan data primer berupa hasil survei audit keselamatan jalan pada lokasi ruas jalan yang ditinjau dengan mengacu pada Pedoman Audit Keselamatan Jalan (PAKJ) Tahun 2024. (Direktorat Jendral Bina Marga PUPR, 2024)

Data hasil survei audit keselamatan jalan pasca pembukaan jalan dikelompokkan berdasarkan item penilaian dengan kriteria temuan Berat (B), Sedang (S), dan Ringan (R). Secara detail objek penilaian audit keselamatan jalan mengacu pada Lampiran (E-F) dalam Pedoman Audit Keselamatan Jalan (PAKJ) Tahun 2024.

Evaluasi Geometrik Jalan

Tahap Evaluasi geometrik jalan menggunakan data survei fotogrametri *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan kombinasi survei terestris menggunakan *Global Navigate Satellite System* (GNSS). Survei fotogrametri UAV bertujuan untuk memperoleh situasi koridor jalan melalui keluaran data berupa ortofoto dan kondisi topografi sekitar jalan melalui data Digital Terrain Model (DTM). Data survei terestris GNSS berfungsi sebagai kontrol data survei fotogrametri (*Ground Control Point & Independent Control Point*) yang tersebar disepanjang ruas jalan yang diteliti. Selain untuk titik kontrol data survei terestris GNSS juga bertujuan untuk mereduksi kesalahan pemrosesan Digital Terrain Model dari pengolahan data survei fotogrametri menggunakan perangkat lunak, tepatnya pada bagian potongan memanjang dan potongan melintang jalan.

Rekonstruksi koridor jalan eksisting dilakukan menggunakan perangkat lunak AutoCAD Civil 3D dengan data masukan berupa peta topografi digital dan data ortofoto UAV. Rekonstruksi koridor jalan eksisting mengacu pada kriteria desain utama dan kriteria desain teknis yang tercantum dalam Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) Tahun 2021 hingga diperoleh data alinemen horizontal dan data alinemen vertikal eksisting. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021)

Kriteria Desain

Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) Tahun 2021, Kriteria desain geometrik jalan terbagi menjadi kriteria desain teknis dan kriteria desain utama. Berikut kriteria desain teknis dan kriteria desain utama untuk ruas jalan Konda – Punggaluku.

Tabel 1. Kriteria Desain Utama

No	Elemen kriteria desain utama	Nilai kriteria desain utama
1	Peran menghubungkan	Ibukota Provinsi (IKP) – Ibukota Kabupaten (IKK)
2	Penggolongan jalan (Atribut jalan)	Jalan umum SJJ : Primer Status : Jalan Provinsi Fungsi : Jalan lokal primer Kelas : I SPPJ : JSD (Jalan sedang)
3	Rentang kecepatan (V_D)	20 Km/Jam s.d 60 Km/Jam (Gunung)

Sumber : Direktorat Jenderal Binamarga, (2021)

Tabel 2. Kriteria Desain Teknis

No	Elemen kriteria desain teknis geometrik jalan			Nilai Kriteria
1	Kecepatan Desain V_D (Km/Jam)			60
2	Kelandaian memanjang maksimum (%)			15
3	Kekesatan melintang paling besar (f_{max})			0,175
4	Superelevasi paling besar (e_{max}) (%)			6
5	R_{min} lengkung horizontal (m)			128,8
6	L_{min} lengkung vertikal (m) atau nilai (K)			K cembung > 11 dan K cekung > 17
7	Panjang bagian lurus paling panjang (m)			2.500
8	Tipe jalan dan Dimensi jalan	Tipe jalan		2/2 TT
		Lebar lajur	(m)	3,0
		Lebar bahu	(m)	1,5
		Lebar median	(m)	1,8
		Lebar verge	(m)	2,0
9	Kelandaian melintang	Lajur jalan	(m)	3,0
		Bahu jalan	(m)	5,0
10	Jenis perkerasan			AC (Asphalt Concrete)
11	Ruang jalan	Rumaja	(m)	18
		Rumija	(m)	25
		Ruwasja	(m)	15
12	Jarak terdekat antar		(Km)	2
13	persimpangan sebidang		(Km)	2,5
14	Jarak terdekat antar persil			
14	Lengkung peralihan L_s min (m)			30
15	Lengkung Peralihan maksimum (L_s maks) ($1/2 \times (6 \text{ detik} \times V_D)$ (m)			50
16	Panjang Bagian Lurus Tikungan L_L $0,6 \times V_D$ (m)			36
17	Panjang Lengkung Tikungan Minimum L_{cmin} ($6 \text{ detik} \times V_D$) (m)			100
18	Radius putar kendaraan desain (Truk Hino 6 Sumbu)	Sudut 45° (m)		6,86
		Sudut 90° (m)		6,02
		Sudut 180° (m)		4,01

Sumber : Direktorat Jenderal Binamarga, (2021)

Alinemen Horizontal

Evaluasi geometrik jalan pada alinemen horizontal berupa radius tikungan, panjang lengkung tikungan, panjang lengkung peralihan, pergeseran tikungan, jarak antar tikungan, jarak antar titik perpotongan tikungan, dan tipe tikungan. (Direktorat Jenderal Binamarga, 2021)

Radius tikungan minimum (R_{min})

$$R_{min} = VD^2 / 127(f_{max} + e_{max})$$

Panjang lengkung tikungan (L_c)

$$L_c = \Delta \times R_c$$

Panjang lengkung peralihan (L_s)

$$L_s = (wn_1 \cdot ed) / \Delta (bw)$$

Lebar pergeseran lengkung tikungan (p)

$$p = \left[\frac{L_s}{24.R} \right]^2$$

Jarak antar titik tikungan

$$LL1 = LL1 < 2.5 \text{ menit} \times VD$$

Jarak antar tikungan

$$LL2 = 0.6 \times VD < LL2 < 2 \times VD$$

Alinemen Vertikal

Evaluasi geometrik jalan pada alinemen vertikal berupa kesesuaian panjang lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cembung terhadap kebutuhan Jarak Pandang Henti (JPH), Kelandaian memanjang maksimum (Grade), panjang kelandaian kritis, dan jarak antar lajur pendakian. (Direktorat Jenderal Binamarga, 2024)

Panjang lengkung vertikal (LVC)

$$LVC = K \times A$$

$$K = \frac{S^2}{200 (\sqrt{2h_1} - \sqrt{2h_2})}, \text{ untuk } S \leq L$$

$$K = \frac{(2.S)^2}{A - 200 (\sqrt{2h_1} - \sqrt{2h_2})^2} \frac{1}{A^2}, \text{ untuk } S \geq L$$

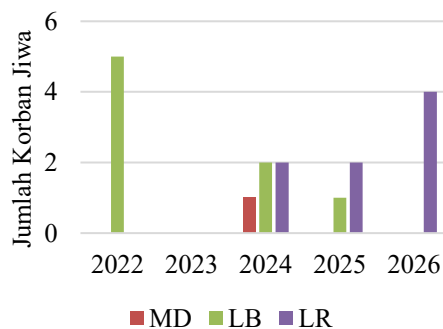
Kordinasi Alinemen

Kordinasi alinemen bertujuan untuk melihat kesesuaian antara kondisi alinemen horizontal dan alinemen vertikal yang berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kecelakaan

Data kecelakaan lalu lintas tahun 2022–2026 pada ruas jalan Konda–Kendari mencatat 13 kejadian dengan korban 1 orang meninggal dunia (MD), 8 orang luka berat (LB), dan 8 orang luka ringan (LR). Jumlah kecelakaan meningkat signifikan dalam tiga tahun terakhir (2024–2026) dengan 11 kejadian. Tingkat fatalitas MD dan LB cenderung menurun, sedangkan tingkat fatalitas LR terus meningkat.



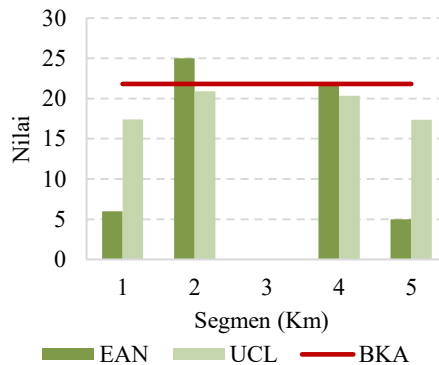
Gambar 2. Grafik Jumlah Tingkat Fatalitas

Kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia/pengendara, kendaraan, jalan, dan lingkungan. Tipe tabrakan didominasi kecelakaan tunggal kendaraan truk, dengan seluruh titik kejadian berada pada segmen jalan menikung dan tanjakan/turunan. Kendaraan yang paling banyak terlibat adalah truk semi trailer (7 kejadian, 53,85%) dan truk (4 kejadian, 30,77%), sedangkan minibus serta kombinasi truk semi trailer–sepeda motor masing-masing terlibat dalam 1 kejadian (7,69%). Waktu kejadian didominasi siang hari pukul 12.00–18.00 (8 kejadian), sedangkan berdasarkan hari, Sabtu dan Minggu masing-masing tercatat 3 kejadian

(23,08%). Berdasarkan bulan, Maret dan April masing-masing 3 kejadian (23,08%), September 2 kejadian (15,38%), serta Januari, Februari, Mei, Juli, dan Desember masing-masing 1 kejadian (7,69%).

Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan

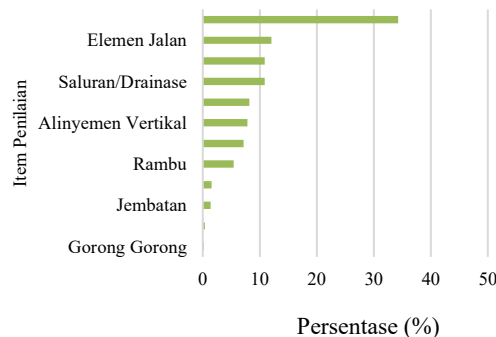
Identifikasi lokasi rawan kecelakaan (blackspot/blacksite) menggunakan metode EAN, BKA, dan UCL menunjukkan bahwa Segmen 2 dan Segmen 4 teridentifikasi sebagai lokasi rawan kecelakaan karena nilai EAN lebih besar dari nilai BKA dan UCL.



Gambar 3. Grafik Segmen Lokasi Rawan Kecelakaan Audit Keselamatan Jalan

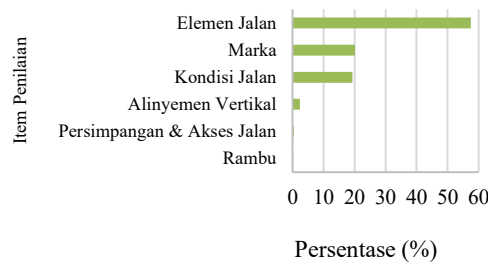
Audit Keselamatan Jalan (AKJ)

Hasil Audit Keselamatan Jalan mencatat 589 temuan kategori Berat (B) dan 502 temuan kategori Sedang (S) dari 13 item penilaian.



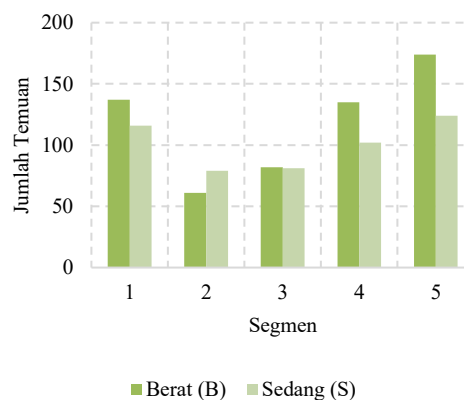
Gambar 4. Grafik Persentase Temuan AKJ Kategori Berat (B)

Temuan kategori Berat didominasi aspek marka (202 temuan, 34,30%), diikuti elemen jalan (71 temuan, 12,05%), saluran/drainase dan objek berbahaya sisi jalan (masing-masing 64 temuan, 10,87%), kondisi jalan (48 temuan, 8,15%), alinemen vertikal (46 temuan, 7,81%), pagar keselamatan (42 temuan, 7,13%), rambu (32 temuan, 5,43%), delineasi (9 temuan, 1,53%), jembatan (8 temuan, 1,36%), alinemen horizontal (2 temuan, 0,34%), dan gorong-gorong (1 temuan, 0,17%).



Gambar 5. Grafik Persentase Hasil Temuan AKJ Kategori Sedang (S)

Temuan kategori Sedang didominasi aspek elemen jalan (288 temuan, 57,48%), marka (101 temuan, 20,16%), dan kondisi jalan (97 temuan, 19,36%), diikuti alinemen vertikal (12 temuan, 2,39%), persimpangan dan akses jalan (2 temuan, 0,39%), serta rambu (1 temuan, 0,20%).



Gambar 6. Grafik Jumlah Temuan AKJ Setiap Segmen

Jumlah temuan audit bergantung pada kompleksitas situasi ruas jalan. Temuan kategori Berat dan Sedang memerlukan penanganan segera karena memiliki tingkat risiko yang serius. Hal ini sejalan dengan hasil identifikasi lokasi rawan kecelakaan: Segmen 2 mencatat 1 kejadian dengan 5 korban luka berat, sedangkan Segmen 4 mencatat 1 kejadian dengan 1 korban meninggal dunia dan 2 korban luka berat.

Evaluasi Geometrik Jalan

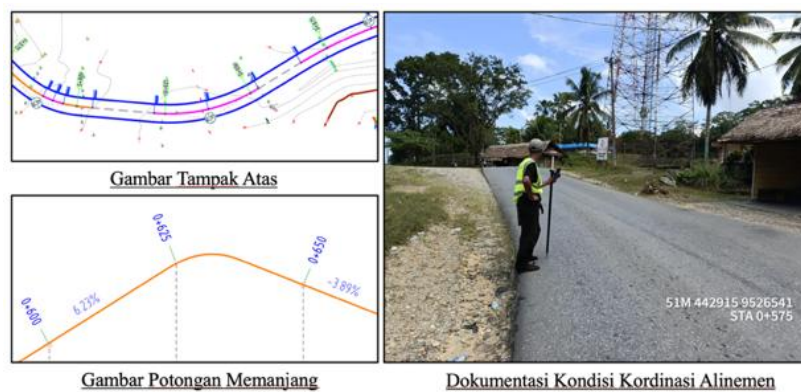
Hasil evaluasi alinemen horizontal eksisting menemukan 52 titik tikungan, seluruhnya berupa tikungan gabungan, dengan 49 tikungan belum memenuhi standar radius. Tipe tikungan terdiri atas 31 *Full Circle* (FC) dan 21 *Spiral Circle Spiral* (SCS), dengan hanya 3 tikungan yang memenuhi panjang lengkung peralihan minimum ($L_s \text{ eksisting} < L_s \text{ minimum}$). Dari sisi jarak antar tikungan, hanya 15 bagian lurus yang memenuhi syarat jarak antar tikungan gabungan ($0,6 \times VD < LL < 2 \times VD$). Teridentifikasi 22 tikungan gabungan searah (*Brokenback Curve*) dan 30 tikungan gabungan balik (Kurva S).

Hasil evaluasi alinemen vertikal eksisting menemukan 63 titik perpotongan vertikal (PVI). Tidak ditemukan kelandaian kritis yang terlampaui, namun jarak antar tanjakan cenderung terlalu pendek sehingga tidak memenuhi syarat jarak minimum antar lajur pendakian, dan 5 titik kelandaian memanjang belum memenuhi standar ($\text{grade} > 15\%$). Ditinjau

dari kebutuhan Jarak Pandang Henti (JPH), seluruh lengkung vertikal cembung dan cekung masih relatif pendek sehingga tidak memenuhi syarat panjang lengkung vertikal desain.

Koordinasi alinemen yang kurang baik ditemukan berupa lengkung vertikal cembung yang menutupi lengkung horizontal di depannya, serta tumpang tindih antara lengkung vertikal cembung, lengkung cekung tersembunyi, dan tikungan gabungan. Kondisi ini menyulitkan pengemudi mengantisipasi perubahan bentuk tikungan maupun memprediksi kendaraan dari arah berlawanan, sehingga berpotensi menyebabkan kecelakaan — sebagaimana dibuktikan pada kejadian tabrak belakang antara truk semi trailer dan pengendara sepeda motor di STA 1+975 (1 orang meninggal dunia, 2 orang luka berat).

Secara keseluruhan, sepanjang 2,5 km ruas jalan eksisting terdapat 52 tikungan gabungan dan 62 titik perpotongan vertikal, sehingga tumpang tindih antar-alinemen menjadi tidak terelakkan dan koordinasi alinemen menjadi kurang baik.



Gambar 7. Contoh Koordinasi Alinemen (STA 0+625)

Kondisi serupa juga ditemukan pada STA 1+800 dan STA 1+925.

Potongan melintang jalan eksisting pada ruas Konda–Punggaluku memiliki lebar lajur rata-rata 5 m dan lebar bahu rata-rata 1,5 m, dengan karakteristik medan berupa lereng dan punggung bukit yang relatif sempit. Kemiringan superelevasi di tikungan rata-rata telah memenuhi kemiringan desain 6% pada kecepatan desain 60 km/jam.

Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan pada beberapa lokasi kejadian kecelakaan untuk mengaitkan kronologi kejadian dengan kondisi geometrik jalan, sebagai berikut.

a) STA 0+000

Kecelakaan tunggal truk jatuh ke jurang sisi kanan akibat mendahului truk yang mogok di lajur kiri; berkorelasi dengan lebar lajur sempit (2,5 m), lebar bahu sempit (0,5 m), radius tikungan kecil, tidak tersedianya lajur mendahului, dan tidak tersedianya pelebaran lajur di tikungan.

b) STA 0+275

Minibus menabrak sisi truk di tikungan; berkorelasi dengan radius tikungan kecil, lebar lajur dan bahu sempit, tidak tersedianya pelebaran lajur di tikungan, serta minimnya jarak pandang bebas di tikungan.

c) STA 0+900

Kecelakaan tunggal minibus keluar jalur di tikungan dan masuk jurang; berkorelasi dengan tikungan gabungan balik berradius kecil serta lebar lajur dan bahu sempit, yang menyulitkan pengemudi mengakomodasi perubahan bentuk tikungan.

d) STA 1+775

Truk semi trailer gagal menanjak; berkorelasi dengan kelandaian memanjang sebesar 16,85%, tikungan gabungan berradius kecil, serta lebar lajur dan bahu sempit.

Keempat kasus di atas mewakili 8 lokasi dengan total 13 kejadian kecelakaan yang memiliki kesamaan pola, yaitu berkorelasi dengan kondisi geometrik jalan substandar seperti radius tikungan kecil, tikungan gabungan, kelandaian memanjang lebih besar dari 15%, lebar lajur dan bahu sempit, tidak tersedianya pelebaran lajur di tikungan, serta koordinasi alinemen yang kurang baik.

Alternatif Rekomendasi

Alternatif rekomendasi disusun berdasarkan karakteristik kecelakaan, identifikasi lokasi rawan kecelakaan, hasil temuan audit keselamatan jalan, dan evaluasi geometrik jalan eksisting, sebagai berikut.

- 1) Pengadaan sarana dan prasarana jalan serta fasilitas perlengkapan jalan (marka, rambu, pagar pengaman, lampu jalan), serta penanganan segera terhadap objek berbahaya sisi jalan, khususnya pada STA 0+800–STA 0+900 dan STA 2+000–STA 2+400.
- 2) Peningkatan jalan berupa pelebaran lajur perkerasan dan bahu jalan, pelebaran di tikungan, perbaikan perkerasan bahu jalan berpenutup, serta perbaikan sistem drainase yang berkeselamatan agar air limpasan dapat dialirkan secara alami tanpa merusak perkerasan jalan.
- 3) Perbaikan sebagian atau menyeluruh pada alinemen horizontal, alinemen vertikal, serta koordinasi alinemen guna meningkatkan tingkat keselamatan jalan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa karakteristik kecelakaan lalu lintas di ruas jalan Konda–Punggaluku disebabkan oleh faktor pengemudi, kendaraan, jalan, dan lingkungan, dengan tipe kendaraan yang paling banyak terlibat berupa truk semi trailer, truk kecil, dan minibus, serta tipe tabrakan yang didominasi oleh kecelakaan tunggal yang terjadi antara pukul 12.00–18.00; Segmen 2 dan Segmen 4 teridentifikasi sebagai lokasi rawan kecelakaan (*blackspot/blacksite*). Hasil audit keselamatan jalan pada ruas ini menunjukkan temuan dengan kategori Berat dan Sedang yang memiliki tingkat risiko fatalitas tinggi sehingga memerlukan penanganan segera guna meningkatkan keselamatan jalan. Evaluasi geometrik pada ruas jalan sepanjang 2,5 km menunjukkan sejumlah bagian yang belum memenuhi standar, yaitu radius tikungan sebesar 94,231%, panjang lengkung peralihan sebesar 85%, serta kelandaian memanjang pada 4 lokasi, dengan koordinasi alinemen eksisting yang kurang baik tepatnya pada segmen yang teridentifikasi sebagai *blackspot/blacksite*. Kondisi geometrik eksisting yang substandar tersebut — meliputi radius tikungan, kelandaian memanjang, dimensi melintang jalan, serta koordinasi alinemen yang buruk — terbukti berkorelasi dengan 13 kejadian kecelakaan yang memiliki tingkat risiko fatalitas tinggi. Sebagai upaya mengurangi tingkat kecelakaan, penelitian ini merekomendasikan beberapa

alternatif penanganan, yaitu melengkapi sarana dan prasarana jalan serta fasilitas perlengkapan jalan, peningkatan jalan, perbaikan perkerasan jalan, serta perbaikan sebagian atau menyeluruh pada alinemen horizontal dan alinemen vertikal yang belum memenuhi standar.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar pemangku kebijakan pada instansi yang berwenang atas ruas jalan Konda–Punggaluku memprioritaskan penanganan pada lokasi rawan kecelakaan, mengingat ruas jalan ini merupakan salah satu jalur alternatif distribusi barang dan jasa yang mendukung peningkatan ekonomi wilayah di Provinsi Sulawesi Tenggara. Penanganan pada lokasi rawan kecelakaan tersebut sebaiknya mempertimbangkan hasil temuan audit keselamatan jalan dan evaluasi geometrik jalan yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Selain itu, penanganan pada daerah longsor akibat gerusan aliran air permukaan sebaiknya didahului dengan kajian geoteknik dan kajian hidrologi terlebih dahulu. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis kerusakan jalan, analisis drainase jalan, serta analisis pertimbangan waktu dan biaya terhadap pemilihan alternatif penanganan lokasi rawan kecelakaan. Penelitian yang menggunakan teknologi survei modern juga sebaiknya tetap menggunakan peralatan yang sesuai dengan standar dan mematuhi regulasi yang berlaku di Indonesia.

PENDANAAN

Penelitian ini dilakukan secara mandiri oleh seluruh penulis dan tidak memperoleh dukungan dana, hibah penelitian, sponsorship, maupun bentuk pendanaan lainnya dari pihak eksternal.

KONFLIK KEPENTINGAN

Seluruh penulis menyatakan bahwa penelitian ini tidak memiliki konflik kepentingan, baik dalam aspek pribadi, komersial, finansial, maupun kepentingan lainnya yang berpotensi memengaruhi objektivitas dan integritas hasil penelitian.

KONTRIBUSI PENULIS

Seluruh penulis berkontribusi secara seimbang dalam setiap tahapan penelitian, meliputi perumusan gagasan dan konsep penelitian, pengumpulan serta analisis data, hingga proses penyusunan, revisi, dan penyelesaian naskah akhir.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Dalam penyusunan naskah ini, penulis menggunakan teknologi Artificial Intelligence (AI) secara terbatas hanya untuk membantu pemeriksaan tata bahasa dan penyempurnaan penggunaan bahasa. AI tidak digunakan dalam pengumpulan data, analisis substantif, interpretasi hasil penelitian, maupun perumusan kesimpulan.

REFERENSI

- Abdalla, U. A., Dewi, C., & Anisa, R. (2025). Kajian Ketelitian Planimetrik dan Geometrik Peta Foto Udara dengan Variasi Tinggi Terbang UAV. *Datum: Journal of Geodesy and Geomatics*, 5(1), 13–22.
- Atik, M. E., & Arkali, M. (2025). Comparative Assessment of the Effect of Positioning Techniques and Ground Control Point Distribution Models on the Accuracy of UAV-Based Photogrammetric Production. *Drones*, 9(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/drones9010015>

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). Surat Edaran ,No.20/SE/Db/2021 Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Surat Edaran No.07/SE/Db/2024 Tentang Pedoman Audit Keselamatan Jalan. Retrieved from <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/03pbm2024-pedoman-audit-keselamatan-jalan>
- Dirjen Bina Marga. (2021). Pedoman Gambar Standar Pekerjaan-Jalan Dan Jembatan Tahun 2021. Retrieved from <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/surat-edaran-direktur-jenderal-bina-marga-nomor-15sedb2021-tentang-pedoman-gambar-standar-pekerjaan-jalan-dan-jembatan-tahun-2021>
- FaktaIndonesia. (2025, September 25). Kronologi Dump Truk Bermuatan Suplit Terguling di Laeya, Satlantas Himbau Berhati-hati Lewati Jalan Anduna. Retrieved June 4, 2026, from <https://faktaIndonesia.net/kronologi-dump-truk-bermuatan-suplit-terguling-di-laeya-satlantas-himbau-berhati-hati-lewati-jalan-anduna/>
- Ibal, L., & Abubakar, E. (2024). Analisis Strategi Peningkatan Jaringan Jalan Guna Menunjang Kawasan Transmigrasi Punggaluku Kabupaten Konawe Selata. *Arus Jurnal Sosial Dan Humaniora (AJSH)*, 4(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.57250/ajsh.v4i2.524>
- Irsan, L. M., Hasanah, N., Musyawarah, R., & Garusu, E. H. (2024). Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Journal of Geographical Sciences and Education*, 2(2), 73–81. <https://doi.org/10.69606/geography.v2i2.113>
- KabarKendari. (2025, December 25). Truk Sembako Terbalik di Tanjakan Anduna, Jalur Kendari–Andoolo Sempat Lumpuh. Retrieved June 4, 2026, from <https://www.kabarkendari.id/truk-sembako-terbalik-di-tanjakan-anduna-jalur-kendari-andoolo-sempat-lumpuh>
- Kendariinfo. (2023, October 22). Truk Kontainer Terperosok di Tanjakan Wolasi Konsel, Arus Lalin Macet Mencapai 5 Km. Retrieved June 4, 2026, from <https://kendariinfo.com/truk-kontainer-terperosok-di-tanjakan-wolasi-konsel-arus-lalin-macet-mencapai-5-km/>
- Kendariinfo. (2026). Truk Kontainer Mogok di Tanjakan Anduna, Konsel, Polisi Bantu Evakuasi. Retrieved from <https://kendariinfo.com/truk-kontainer-mogok-di-tanjakan-anduna-konsel-polisi-bantu-evakuasi/>
- Kendarikita. (2024, September 16). Kecelakaan Maut di Jalan Poros Kendari-Andoolo, Satu Tewas dan Dua Luka Berat. Retrieved June 4, 2026, from <https://kendari.pikiran-rakyat.com/hukum/pr-2498567718/kecelakaan-maut-di-jalan-poros-kendari-andoolo-satu-tewas-dan-dua-luka-berat>
- Kendaripos. (2026, May 4). Truk Logistik Diduga Hilang Kendali Hingga Terguling di Tikungan Poros Wolasi [Video]. Retrieved June 4, 2026, from <https://www.instagram.com/reels/DX6Gq0uzPf2/>
- Maharani, M., & Azis, A. (2025). Perbandingan Akurasi UAV Multirotor dan Fixed Wing Berbasis Post Processing Kinematic (PPK) untuk Pemetaan Skala Besar. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 5(2), 127–139. <https://doi.org/10.31315/imagi.v5i2.15792>
- Ode, A. T. La, Dirgantara, A., Purnama, H., Adnan, S., & Kamarullah, K. (2024). Audit Keselamatan Jalan Pada Daerah Rawan kecelakaan di Ruas Jalan Kolaka – Kolaka Timur. *Mining Science And Technology Journal*, 3(1), 57–63. <https://doi.org/10.54297/minetech-journal.v3i1.597>
- Sarko53.1. (2026, March 31). Satlantas Polres Konsel Berhasil Membantu Mengevakuasi Mobil Trouble Di Pendakian Anduna [Video]. Retrieved June 4, 2026, from

- https://www.tiktok.com/@sarko53.1/video/7623244867191311634?_r=1&_t=ZS-986J4Th8mjU
- Satlantas Polres Konawe Selatan. (2020). Data Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2020. Kota. Kendari.
- Sipa, Muh., Rudi, B., & La, W. (2016). Analisis kecelakaan lalu lintas di jalan poros kendari - andoolo, kecamatan laeya, kabupaten konawe selatan. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 1. Retrieved from <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/421405>
- Tanjung, F., & Farida, I. (2021). Analisis Kondisi Geometrik Jalan Terhadap Potensi Kecelakaan Lalu Lintas Kendaraan Roda Empat. Jurnal Konstruksi, 19, 492–500. <https://doi.org/https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-2.998>
- Traffickonsel. (2026, April 10). Tabrakan Minibus Dan Truk Di Tikungan [Video]. Retrieved June 4, 2026, from https://www.tiktok.com/@traffic.konsel/video/7626950402973601045?is_from_webapp=1&web_id=7643359940305126920
- Tribunnews. (2022, June 15). Korban Kecelakaan di Konawe Selatan ASN Muna, Kronologi Toyota Fortuner Terjun ke Jurang Wolasi. Retrieved June 4, 2026, from <https://sultra.tribunnews.com/2022/07/15/korban-kecelakaan-di-konawe-selatan-asn-muna-kronologi-toyota-fortuner-terjun-ke-jurang-wolasi>
- Tribunnews. (2025, February 5). Truk Sawit Terbalik di Desa Anduna Konawe Selatan Gegara Kelebihan Muatan dan Mati Mesin . Retrieved June 4, 2026, from https://sultra.tribunnews.com/2025/02/05/truk-sawit-terbalik-di-desa-anduna-konawe-selatan-gegara-kelebihan-muatan-dan-mati-mesin#google_vignette
- Tribunnews. (2025, April 14). Truk Kontainer Mogok di Jalan Poros Kendari-Andoolo Konawe Selatan Sultra, Polisi Atur Lalu Lintas. Retrieved June 4, 2026, from <https://sultra.tribunnews.com/2025/04/14/truk-kontainer-mogok-di-jalan-poros-kendari-andoolo-konawe-selatan-sultra-polisi-atur-lalu-lintas>
- Tribunnews. (2026, March 7). Truk Tergelincir Sebabkan Macet di Tikungan Punggaluku Konawe Selatan. Retrieved May 30, 2026, from <https://sultra.tribunnews.com/konawe/87066/truk-tergelincir-sebabkan-macet-di-tikungan-punggaluku-konawe-selatan-warga-saling-bantu-evakuasi>
- Tribunnews. (2026, April 18). Hindari Kendaraan Mogok, Truk Hino Terbalik di Tanjakan Desa Anduna Konawe Selatan Sulawesi Tenggara . Retrieved June 4, 2026, from <https://sultra.tribunnews.com/konawe/88242/hindari-kendaraan-mogok-truk-hino-terbalik-di-tanjakan-desa-anduna-konawe-selatan-sulawesi-tenggara>