

Analisis Pengaruh Radius Tikungan Terhadap Potensi Kecelakaan Tunggal (Studi Kasus: Simpang Susun Tol Krapyak, Semarang)

Akhsan Zaki Oktavian^{1*}; Muhammad Rakha An'nafi¹; Nadhifa Aulia Putri¹

¹Transportasi Darat Sarjana Terapan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia, STTD
Cibuntu, Bekasi 17520

^{*}Email @aksanzaki2@gmail.com

Received: 20 Juni 2026 | Accepted: 21 July 2026 | Published: 25 Agustus 2026

ABSTRACT

Traffic accidents remain a serious issue on toll roads, particularly at curve sections with specific geometric characteristics. This study aims to analyze the effect of curve radius on the accident potential at the Krapyak Toll Interchange in Semarang City. The scope of the study is limited to curve radius as the main geometric element assumed to influence vehicle safety while passing through the curve, especially under high-speed conditions and for large vehicles. The analysis was conducted by comparing the existing curve radius in the field with applicable road geometric design standards and relating it to accident occurrences at the study location. The results are expected to show whether the existing curve radius meets safety requirements and to what extent it contributes to accident potential on the toll road. This study is expected to serve as a basis for evaluating and improving traffic safety on toll road sections with critical curves.

Keywords: road geometry, curve radius, traffic accidents.

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi permasalahan serius pada ruas jalan tol, khususnya pada bagian tikungan yang memiliki karakteristik geometrik tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh radius tikungan terhadap potensi kecelakaan pada Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang. Fokus kajian dibatasi pada elemen radius tikungan sebagai parameter utama yang diduga memengaruhi tingkat keselamatan kendaraan saat melintasi tikungan, terutama pada kondisi kecepatan tinggi dan kendaraan besar. Analisis dilakukan dengan membandingkan radius tikungan eksisting di lapangan terhadap standar perencanaan geometrik jalan yang berlaku, serta mengaitkannya dengan data kejadian kecelakaan di lokasi penelitian. Hasil kajian diharapkan dapat menunjukkan apakah radius tikungan yang ada telah memenuhi persyaratan keselamatan dan sejauh mana kondisinya berkontribusi terhadap potensi kecelakaan di jalan tol. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar evaluasi dalam peningkatan keselamatan lalu lintas pada ruas jalan tol yang memiliki tikungan kritis.

Kata kunci: geometrik jalan, radius tikungan, kecelakaan lalu lintas.

1. PENDAHULUAN

Radius tikungan merupakan salah satu elemen geometrik jalan yang berpengaruh langsung terhadap keselamatan lalu lintas. Pada saat kendaraan melintasi tikungan, akan timbul gaya sentrifugal yang besarnya dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan dan radius tikungan [1]. Semakin kecil radius tikungan, semakin besar gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan sehingga risiko kehilangan kendali, keluar jalur, atau terguling menjadi lebih tinggi, terutama pada kendaraan berat seperti bus dan truk [2].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa karakteristik tikungan memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat kecelakaan lalu lintas. Salah satu artikel [3] Menemukan bahwa ketidaksesuaian radius tikungan terhadap standar geometrik dapat meningkatkan potensi kecelakaan, sedangkan pada artikel [4] [5] menyatakan bahwa derajat kelengkungan jalan merupakan salah satu faktor geometrik yang paling berpengaruh terhadap angka kecelakaan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa evaluasi radius tikungan menjadi aspek penting dalam upaya peningkatan keselamatan jalan [6].

Salah satu lokasi yang menjadi perhatian adalah Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang. Simpang susun ini memiliki ramp berbentuk tikungan yang digunakan kendaraan untuk berpindah arah pada kecepatan relatif tinggi. Berdasarkan data dari Korlantas Polri, Terhitung dari tahun 2022 – 2025 sudah terjadi 45 kecelakaan yang terjadi pada area tikungan. Di Simpang Susun Tol Krapyak sendiri sudah terjadi dua kecelakaan selama satu tahun terakhir. Contohnya Pada Desember 2025 terjadi kecelakaan tunggal bus PO Cahaya Trans di ramp Exit Tol Krapyak yang mengakibatkan 15 orang meninggal dunia dan 19 orang mengalami luka-luka. Berdasarkan hasil investigasi awal, bus diduga melaju dengan kecepatan tinggi saat memasuki tikungan sehingga kehilangan kendali, menabrak pembatas jalan, dan terguling.

Kasus tersebut menunjukkan pentingnya evaluasi terhadap karakteristik radius tikungan pada Simpang Susun Tol Krapyak. Meskipun suatu tikungan telah memenuhi radius minimum berdasarkan standar perencanaan geometrik jalan, kondisi operasional kendaraan yang melaju melebihi kecepatan rencana dapat mengurangi margin keselamatan yang tersedia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh radius tikungan terhadap potensi kecelakaan tunggal di Simpang Susun Tol Krapyak dengan membandingkan kondisi geometrik eksisting terhadap standar desain geometrik jalan serta karakteristik operasional kendaraan di lapangan.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan evaluatif untuk menganalisis pengaruh radius tikungan terhadap potensi kecelakaan tunggal di Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi geometrik tikungan eksisting terhadap standar perencanaan geometrik jalan serta mengkaji keterkaitannya dengan karakteristik operasional kendaraan dan data kecelakaan di lokasi penelitian.

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada ramp dan tikungan di kawasan Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu titik dengan karakteristik tikungan yang cukup tajam dan pernah terjadi kecelakaan tunggal yang mengakibatkan korban jiwa.

2.2 Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder.

A. Data Primer

Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi:

- 1) Pengukuran radius tikungan eksisting.
- 2) Pengukuran superelevasi pada segmen tikungan.
- 3) Observasi kondisi geometrik dan fasilitas keselamatan jalan.
- 4) Pengamatan kecepatan kendaraan yang melintasi tikungan.

B. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait (Dinas Perhubungan, Kepolisian (Satlantas), BPTJ, PT Bina Marga) dan literatur pendukung, meliputi:

- 1) Data kecelakaan lalu lintas pada lokasi penelitian.
- 2) Data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR).
- 3) Gambar geometrik jalan eksisting.
- 4) Pedoman Desain Geometrik Jalan Bina Marga Tahun 2021 dan referensi ilmiah terkait.

2.3 Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan mengevaluasi kesesuaian radius tikungan terhadap standar geometrik jalan menggunakan persamaan:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad (1)$$

dengan:

R = radius minimum tikungan (m)

V = kecepatan kendaraan (km/jam)

e = superelevasi

f = koefisien gesekan samping

Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan radius tikungan eksisting untuk mengetahui tingkat kecukupan geometrik jalan [7]. Selanjutnya dilakukan analisis deskriptif terhadap hubungan antara radius tikungan, kecepatan kendaraan, dan data kecelakaan yang terjadi pada lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**3.1 Kondisi Geometrik Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan pada ramp Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang, yang merupakan bagian dari jaringan Jalan Tol Trans Jawa. Lokasi ini berfungsi sebagai jalur perpindahan kendaraan dari jalan tol utama menuju arah Kota Semarang dan sebaliknya. Lokasi ini memiliki tikungan horizontal yang mengharuskan kendaraan melakukan manuver pada kecepatan tertentu sehingga aspek geometrik tikungan berpengaruh terhadap keselamatan lalu lintas. Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata dari BPTJ, volume kendaraan pada jam puncak mencapai sekitar 4.500–5.200 kendaraan/jam.

Pengukuran radius diperoleh melalui pengukuran geometrik menggunakan citra satelit dan dibandingkan dengan standar geometrik jalan nasional [7]. Berdasarkan hasil pengukuran, radius tikungan eksisting sebesar 180 meter dengan nilai superelevasi sekitar 6%.



Gambar 1 Lokasi Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang



Gambar 1. Pengukuran Radius Tikungan pada Ramp Simpang Susun Tol Krapyak

3.2 Evaluasi Radius Tikungan terhadap Standar Geometrik Jalan

Hasil Kondisi geometrik pada lokasi penelitian memiliki beberapa tikungan dengan kombinasi perubahan elevasi dan perpindahan lajur kendaraan. Karakteristik ini menyebabkan pengemudi harus melakukan manuver secara cepat, terutama pada kendaraan besar seperti bus dan truk.

Berdasarkan hasil pengukuran pada lokasi penelitian, diperoleh radius tikungan eksisting sebesar sekitar 180 meter dengan nilai superelevasi sebesar 6%. Evaluasi dilakukan menggunakan persamaan radius minimum tikungan yang mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga [7].

Persamaan yang digunakan adalah:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Pada penelitian ini digunakan kecepatan rencana sebesar 60 km/jam, superelevasi sebesar 6% (0,06), dan koefisien gesekan samping sebesar 0,15. Berdasarkan parameter tersebut diperoleh:

$$\begin{aligned} R &= \frac{60^2}{127(0,06 + 0,15)} \\ R &= \frac{3600}{26,67} \\ R &= 134,94 \text{ m} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa radius minimum yang dibutuhkan untuk kendaraan yang melaju dengan kecepatan 60 km/jam adalah sebesar 134,94 meter.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Radius Tikungan

Parameter	Nilai
Radius tikungan eksisting	180 m
Kecepatan operasional	60 km/jam
Superelevasi	6%
Koefisien gesekan samping	0,15
Radius minimum hasil perhitungan	134,94 m
Selisih radius	45,06 m
Status	Memenuhi standar

Berdasarkan Tabel 1, radius tikungan eksisting sebesar 180 meter masih lebih besar dibandingkan radius minimum yang dipersyaratkan sebesar 134,94 meter. Dengan demikian, secara geometrik tikungan pada Simpang Susun Tol Krapyak masih memenuhi standar keselamatan jalan yang berlaku pada Pedoman Desain Geometrik Jalan [7].

3.3 Analisis Potensi Kecelakaan Tunggal

Meskipun radius tikungan memenuhi standar geometrik, kecelakaan tetap dapat terjadi apabila kendaraan melaju melebihi kecepatan yang aman saat memasuki tikungan [8]. Pada tikungan horizontal, kendaraan akan mengalami gaya sentrifugal yang besarnya dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan dan radius tikungan, sebagaimana ditunjukkan pada persamaan:

$$F = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa gaya sentrifugal meningkat sebanding dengan kuadrat kecepatan kendaraan [9] [10]. Oleh karena itu, peningkatan kecepatan akan memberikan pengaruh yang jauh lebih besar dibandingkan perubahan radius tikungan.

Pada Desember 2025 terjadi kecelakaan tunggal bus di Exit Tol Krapyak yang mengakibatkan 15 korban meninggal dunia dan 19 korban luka-luka. Berdasarkan informasi dari pihak kepolisian, kendaraan diduga kehilangan kendali saat memasuki tikungan sebelum menabrak pembatas jalan dan terguling. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun radius tikungan telah memenuhi standar geometrik, risiko kecelakaan masih dapat meningkat apabila kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi, terutama pada kendaraan berat yang memiliki pusat gravitasi lebih tinggi dibandingkan kendaraan ringan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [3][11][12][13] yang menyatakan bahwa potensi kecelakaan pada tikungan dipengaruhi oleh kesesuaian antara karakteristik geometrik jalan dan kecepatan operasional kendaraan. Penelitian [4] juga menunjukkan bahwa elemen kelengkungan jalan memiliki hubungan yang signifikan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas.

3.4 Implikasi Keselamatan Jalan

Hasil Berdasarkan hasil evaluasi, radius tikungan pada Simpang Susun Tol Krapyak telah memenuhi persyaratan geometrik jalan. Oleh karena itu, potensi kecelakaan tunggal pada lokasi

penelitian tidak hanya dipengaruhi oleh radius tikungan, tetapi juga oleh faktor operasional kendaraan, khususnya kecepatan saat memasuki tikungan.

Upaya peningkatan keselamatan yang dapat dilakukan antara lain pemasangan rambu batas kecepatan yang lebih tegas pada area pendekatan tikungan, pemasangan marka kejut (*rumble strip*), rambu chevron, peningkatan penerangan jalan, serta pengawasan kecepatan kendaraan melalui sistem kamera pemantau kecepatan [14][15].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi geometrik yang telah dilakukan pada Simpang Susun Tol Krapyak, Kota Semarang, diperoleh radius tikungan eksisting sebesar 180 meter dengan nilai superelevasi sekitar 6%. Hasil perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Bina Marga Tahun 2021 menunjukkan bahwa untuk kecepatan operasional 60 km/jam diperlukan radius minimum sebesar 134,94 meter. Dengan demikian, radius tikungan eksisting masih lebih besar daripada radius minimum yang dipersyaratkan sehingga secara geometrik telah memenuhi standar keselamatan jalan yang berlaku.

Meskipun telah memenuhi standar geometrik, hasil analisis menunjukkan bahwa potensi kecelakaan tunggal tetap dapat terjadi apabila kendaraan melaju dengan kecepatan yang melebihi batas aman. Pada tikungan horizontal, gaya sentrifugal meningkat seiring bertambahnya kecepatan kendaraan sehingga risiko kehilangan kendali, keluar jalur, maupun terguling menjadi lebih besar, terutama pada kendaraan berat seperti bus dan truk yang memiliki massa serta pusat gravitasi yang tinggi. Kasus kecelakaan tunggal bus di Exit Tol Krapyak pada Desember 2025 mengindikasikan bahwa faktor operasional kendaraan dan kepatuhan pengemudi terhadap batas kecepatan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat keselamatan lalu lintas di lokasi tersebut.

Oleh karena itu, untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas di Simpang Susun Tol Krapyak, diperlukan upaya pengendalian kecepatan yang lebih efektif sebelum kendaraan memasuki tikungan, antara lain melalui pemasangan dan optimalisasi rambu batas kecepatan, marka kejut (*rumble strip*), rambu chevron, serta sistem pemantauan kecepatan elektronik. Selain itu, pengelola jalan tol perlu melakukan audit dan evaluasi keselamatan secara berkala guna memastikan kondisi geometrik jalan dan perlengkapan keselamatan tetap berfungsi secara optimal sesuai dengan perkembangan volume lalu lintas.

Untuk mendukung pengembangan penelitian di masa mendatang, disarankan dilakukan kajian yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang berpotensi memengaruhi kecelakaan tunggal, seperti kecepatan operasional aktual kendaraan, karakteristik kendaraan, perilaku pengemudi, kondisi perkerasan jalan, serta pengaruh cuaca dan lingkungan sekitar. Dengan pendekatan yang lebih menyeluruh, analisis penyebab kecelakaan dapat dilakukan secara lebih akurat sehingga menghasilkan rekomendasi peningkatan keselamatan yang lebih efektif dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. P. Artiani, "Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Lalulintas Sebagai Acuan Perencanaan Jalan Untuk Meningkatkan Keselamatan," *J. FORUM Mek.*, vol. 5, 2016, doi: <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v5i2.632>.
- [2] D. Widianty, R. Rohani, and I. A. Karyawan, "Analisis Keselamatan Jalan Pada Tikungan Berdasarkan Jari-jari dan Kemiringan Melintang Tikungan," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 15, no. 2, pp. 103–114, Dec. 2019, doi: 10.25077/jrs.15.2.103-114.2019.
- [3] N. Mahmudah, H. Reswara, and G. Al-Haji, "Analisis Hubungan Geometrik Jalan dengan

- Potensi Kecelakaan di Jalan Imogiri - Dlingo, Bantul, Indonesia,” *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 29, no. 2, pp. 271–279, 2024, doi: 10.14710/mkts.v29i2.57168.
- [4] Al’Adilah, Akhmad Hasanuddin, and Willy Kriswardhana, “Analisis Hubungan Geometrik Jalan Terhadap Keselamatan Jalan Bypass Mojokerto KM Sby 51-63,” *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 10, no. 2, pp. 253–265, Dec. 2021, doi: 10.22225/pd.10.2.2770.253-265.
- [5] A. S. Taqwadin *et al.*, “Evaluasi Geometrik Tikungan di Jalan Medan – Banda Aceh pada STA 81 + 000 - STA 82 + 000 dengan Menggunakan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021,” *J. Civ. Eng. Student*, vol. 5, no. September, pp. 246–257, 2023.
- [6] S. P. R. Veer, S. Gupte, and J. Juremalani, “A Review of Literature on Geometric Design of Highway,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 05, no. 02, pp. 138–141, 2018, [Online]. Available: <https://www.irjet.net>
- [7] Direktorat Jenderal Bina Marga, “Pedoman Desain Geometrik Jalan,” Jakarta, 2021.
- [8] E. T. Pujiastutie, “Pengaruh Geometrik Jalan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Tol (Studi Kasus Tol Semarang Dan Tol Cikampek),” 2006.
- [9] A. P. Rodji, S. Martua Sihombing, and Q. A. Hariyanto, “Perencanaan Geometrik Jalan Tol Cibitung – Cilincing Interchange Tambelang Kabupaten Bekasi,” *J. Sipil Krisna*, vol. 8, no. 1, pp. 43–49, 2022, doi: 10.61488/sipilkrisna.v8i1.158.
- [10] K. Risno, Muh. Nasir T, “Evaluasi Geometrik Jalan pada Tikungan (Lengkung Horisontal) Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 (Studi Kasus : Jalan Swaka Alam Lestari),” *J. Cendekia Ilm.*, vol. 4, no. 2, pp. 2484–2497, 2025, doi: <https://doi.org/10.56799/jceki.v4i2.7648>.
- [11] N. P. Artiwi, E. Amilia, and A. Aripudin, “Analisis Desain Geometrik Jalan Raya Palima-Pasang Teneng Kabupaten Serang Provinsi Banten,” *J. Sustain. Civ. Eng.*, vol. 5, no. 01, Mar. 2023, doi: 10.47080/josce.v5i01.2405.
- [12] F. Saputra, D. Fitria Brilianti, and Rifano, “Analisis Faktor Kecelakaan Kendaraan Keluar Jalur pada Ruas Tol Semarang - Batang,” *CIVeng J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 6, no. 2, pp. 117–122, Aug. 2025, doi: 10.30595/civeng.v6i2.26562.
- [13] D. F. N. Ellytrina and A. Zhafirah, “Analisis Pengaruh Geometrik Jalan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas,” *Cantilever J. Penelit. dan Kaji. Bid. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 121–128, Nov. 2023, doi: 10.35139/cantilever.v11i2.156.
- [14] R. H. Zulka, “Evaluasi Geometrik Jalan Pada Tikungan Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Lintas Sumatra KM 11 Mendalo Darat),” 2023.
- [15] D. M. Deri Rahmadan, Budi Tjahjono and D. J. Leihitu, “Evaluasi Geometrik Jalan Pada Tikungan Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan. Simpang Kuala Pembuang, Desa Sungai Bakau, Kabupaten Seruyan),” *J. Penelit. Jalan dan Jemb.*, vol. 4, pp. 1–10, 2024, doi: <https://doi.org/10.59900/ptrkjj.v4i1.205>.