

Pemodelan Kondisi Geometrik Jalan Terhadap Potensi Kecelakaan Lalu Lintas

Yogi Oktopianto*¹, Riza Phahlevi Marwanto², Rukman³

^{1,2,3}Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan,
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Tegal
e-mail: *yogi.oktopianto@pktj.ac.id

Abstract

The geometry of a road is a variable that influences the occurrence of road traffic accidents. Interpreting the observed crashes into an equation that can describe the crashes is one of the most difficult problems faced by scientists and engineers in any research. The traffic accident research conducted is still limited to analyzing the causes of accidents and jumping to handling strategies that do not reveal how much geometric influence on accidents at the location. This research was developed using a comprehensive modeling approach to illustrate how highway geometric design, in this case the alignment, influences crash rates. This study aims to analyze the influence of road geometrics on the incidence of accidents. The method used is multiple liner regression measurement model using R-Studio. The variables to be studied include road geometry planning parameters, especially horizontal alignments which include stopping sight distance (X1), radius of horizontal curve (X2), shoulder width X3, and transition curve length (X4). The results of the study obtained a relationship in the mathematical equation $Y = 99.55508 - 0.02634X1 + 1.17647X2 - 0.06999X3 - 0.03906X4$ with the most significant correlation value produced is the transition curve length and radius of horizontal curve. Based on the multiple R-squared value of 0.8775 this model has a very strong correlation category. Where the ability of X1 to X4 is able to explain Y by 80%.

Keywords: Geometric Parameters, Traffic Crashes, Geometric Design, Multiple Linear Regression

Abstrak

Geometrik suatu jalan merupakan suatu variabel yang berpengaruh terhadap timbulnya kecelakaan lalu lintas di jalan. Menginterpretasikan kejadian kecelakaan yang diamati ke dalam suatu persamaan yang dapat menggambarkan kejadian kecelakaan adalah salah satu masalah tersulit yang dihadapi oleh para ilmuwan dan engineer dalam setiap penelitian. Penelitian kecelakaan lalu lintas yang dilakukan masih terbatas pada analisis penyebab kecelakaan dan melompat ke strategi penanganannya tidak mengungkap seberapa besar pengaruh geometrik terhadap kecelakaan dilokasi. Penelitian ini dikembangkan menggunakan pendekatan pembentukan model yang komprehensif untuk menggambarkan bagaimana desain geometrik jalan raya dalam hal ini alinyemen memberikan pengaruh pada tingkat kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh geometrik jalan terhadap kejadian kecelakaan. Metode yang digunakan model pengukuran regresi linier berganda menggunakan R-Studio. Variabel yang akan ditinjau meliputi parameter perencanaan geometri jalan khususnya alinyemen horizontal yang meliputi jarak pandang henti (X1), radius tikungan (X2), lebar bahu X3, dan panjang tikungan (X4). Hasil penelitian didapatkan hubungan dalam persamaan matematis $Y = 99.55508 - 0.02634X1 + 1.17647X2 - 0.06999X3 - 0.03906X4$ dengan nilai korelasi yang dihasilkan yang paling signifikan adalah panjang tikungan dan radius tikungan. Berdasarkan nilai multiple R-squared sebesar 0.8775 model ini memiliki kategori korelasi sangat kuat. Dimana kemampuan X1 sampai X4 mampu menjelaskan Y sebesar sebesar 80%.

Kata kunci: Parameter Geometrik, Kecelakaan Lalu Lintas, Desain Geometrik, Regresi Linier Berganda

1. Pendahuluan

Infrastruktur jalan memiliki dampak terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas jalan. Geometrik suatu jalan merupakan suatu variabel yang berpengaruh terhadap timbulnya kecelakaan lalu lintas di jalan. Menginterpretasikan kejadian kecelakaan yang diamati ke dalam suatu persamaan yang dapat menggambarkan kejadian kecelakaan adalah salah satu masalah tersulit yang dihadapi oleh para ilmuwan dan engineer dalam setiap penelitian. Pada dasarnya, menggambarkan kejadian secara keseluruhan sangat sulit dan biasanya membutuhkan banyak usaha untuk mendapatkan suatu persamaan, tetapi kita dapat menambahkan beberapa asumsi sederhana untuk menggambarkan persamaan (Palenewen et al., 2014). Untuk menyelesaikan masalah ini, perlu menemukan variabel-variabel penting dan mengetahui bagaimana mereka berhubungan satu sama lain. Untuk membangun sebuah model matematika, asumsi-asumsi dan hubungan yang kita buat adalah dasar pemodelan. Asumsi dan hubungan antar variable mengarahkan kita ke suatu persoalan matematika yang dapat kita selesaikan secara numerik atau secara analitik.

Penelitian kecelakaan lalu lintas yang dilakukan di Indonesia masih terbatas pada analisis penyebab kecelakaan dan strategi/kebijakan bagaimana mengatasinya. Penelitian sebelumnya menganalisis penyebab kecelakaan di jalan tol, lokasi blackspot, dan cara penanganan. Penelitian terbatas pada upaya mengkategorisasi kecelakaan dan melompat ke strategi penanganannya. Begitu Juga dengan penelitian serupa tentang analisis daerah rawan kecelakaan (*black site*) dan titik rawan kecelakaan (*black spot*) dengan hasil titik-titik daerah rawan dan penanganan (Oktopianto et al., 2021) (Suryadarmawan et al., 2022) (Prakarsa et al., 2022). Penelitian ini tidak mengungkap seberapa besar pengaruh geometrik terhadap kecelakaan dilokasi penelitian. Pada ruas jalan tol penelitian lain juga membahas daerah lokasi rawan kecelakaan dengan hasil terbatas pada rekomendasi penanganan (Fahza & Widyastuti, 2019) (Hanafi et al., 2020) (Darmawan & Arifin, 2020) (Oktopianto & Pangesty, 2021). Semua penelitian terbatas pada penentuan lokasi rawan kecelakaan dan langsung pada rekomendasi penanganannya.

Penelitian-penelitian sebelumnya dalam banyak hal belum mengupayakan pembentukan model yang komprehensif untuk menggambarkan bagaimana desain geometrik jalan raya dalam hal ini alinyemen memberikan pengaruh pada tingkat kecelakaan. Penelitian ini dikembangkan menggunakan pendekatan yang dimulai dengan membatasi pada beberapa variabel, dengan menggunakan basis data kondisi geometrik. Variabel yang hendak diteliti dalam studi ini adalah tingkat kecelakaan sebagai variabel bebas. Sedangkan variabel terikat nya adalah parameter perencanaan geometri jalan khususnya alinyemen horizontal yang meliputi jarak pandang henti, radius putar atau lazim disebut jari-jari tikungan (R), lebar bahu dan panjang tikungan. Geometri alinyemen horizontal memiliki hubungan kuat dengan kecelakaan lalu lintas (Shiomi et al., 2017) (Sun et al., 2022) (Jima & Sipos, 2022) hal serupa disimpulkan bahwa pengaruh geometrik jalan berpengaruh signifikan terhadap terjadinya kecelakaan (Abebe, 2019). Penelitian serupa menyatakan radius tikungan mempengaruhi frekuensi kecelakaan (Park et al., 2018). Radius tikungan dan jumlah jarak pandang pada lengkung horizontal merupakan faktor utama terjadinya kecelakaan fatal dan cedera pada daerah *blackspot* di jalan raya (B. H. Lemena et al., 2020) (B. Lemena & Kuleno, 2021). Parameter alinyemen horizontal memiliki hubungan paling erat dengan tingkat kecelakaan (Kriswardhana et al., 2020). Pentingnya mempertimbangkan berbagai elemen geometrik jalan raya dalam merancang jalan raya yang lebih aman dan menerapkan tindakan keselamatan yang tepat untuk mengurangi tingkat kecelakaan (Garnaik et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi desain alinyemen horisontal pada daerah *blackspot* di tikungan dan selanjutnya merumuskan hubungan tingkat kecelakaan dengan desain alinyemen horisontal. Sehingga pada akhirnya dapat ditunjukkan bahwa geometrik design yang tidak konsisten

dapat menjadi penyebab tingginya tingkat kecelakaan disamping penyebab-penyebab lain. Karakteristik geometrik rute jalan, memiliki hubungan yang erat antara ketidakkonsistenan rute geometrik dan terjadinya kecelakaan lalu lintas (Wilches et al., 2020). Dengan membentuk model yang lebih sesuai untuk kondisi geometrik jalan maka dapat diperoleh deskripsi yang lebih jelas. Pada akhirnya model ini dapat dipakai sebagai dasar pengambil kebijakan sehingga secara jumlah kecelakaan dapat ditekan. Penelitian ini sangat penting untuk memperjelas hubungan antara jumlah kecelakaan lalu lintas dan kondisi geometrik jalan untuk mengurangi kecelakaan dan menyediakan lingkungan berkendara yang aman.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan pariwisata international Geopark Cileuteh. Dengan panjang ruas jalan yang ditinjau 10 Km dengan titik awal di Tanjakan Dini dan titik akhir di Puncak Darma. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi parameter-parameter geometrik yang didapat dari hasil survey penelitian yang meliputi, Jarak pandang henti (JPH), Radius tikungan, Lebar Bahu, Panjang Tikungan
2. Pengumpulan data yang meliputi data primer dan data sekunder. Analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan 4 sumber. Sumber pertama menggunakan bantuan situs pemerintah untuk mendapatkan data peta jalan sesuai dengan data yang ada. Sumber kedua dengan convert data tersebut menggunakan Autocad Map. Sumber ketiga dengan Analisis jari-jari tikungan dengan bantuan Autocad 2010, dan sumber ke empat menggunakan data geometrik berdasarkan hasil Hawkeye.
3. Penentuan standar geometrik yang digunakan. Standar ini diambil sebagai acuan pengukuran di lapangan dengan penyimpangan yang terjadi dari standar yang sudah ditentukan. Dari data survey yang di dapat dikonversi nilai parameter kedalam bentuk persentase. Dalam nilai prosentasi diambil nilai penuh (100%) dari standar geometrik yang diambil sebagai tolok ukur dari berbagai badan standardisasi, seperti AASHTO 2001, Badan Standar Nasional Indonesia dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia dan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021.
4. Pemodelan Parameter Geometrik Terhadap Kecelakaan. Data-data yang sudah kita dapat dan kumpulkan kemudian dianalisa dengan menggunakan metode Analisis Regresi Linear Berganda untuk mendapatkan suatu model matematik yang mendekati secara model tentang realita jumlah kecelakaan di lapangan dengan pengaruh parameter-parameter kondisi geometrik di lokasi penelitian. Untuk penyelesaian pemodelan, penelitian ini menggunakan bantuan program R-STUDIO untuk mendapatkan rumus matematik hubungan kejadian kecelakaan dengan JPH (X1), Radius Tikungan (X2), Lebar Bahu (X3) dan Panjang Tikungan (X4)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Parameter Geometrik

Parameter-parameter yang akan digunakan terdiri dari Jarak pandang henti (JPH), Radius tikungan, Lebar Bahu, Panjang Tikungan. Hasil analisis data geometrik berdasarkan hasil Hawkeye, pengamatan kondisi eksisting dan menggunakan Autocad dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Survei Primer dan Sekunder Tentang Jumlah Kecelakaan dan Parameternya

Tikungan Geopark Ciletuh	JPH	Radius Tikungan	Lebar Bahu	Panjang Tikungan	Jumlah Kecelakaan
Tikungan 1	28	21,5	0,4	90	4
Tikungan 2	27	19	0,5	80	5

Tikungan Geopark Ciletuh	JPH	Radius Tikungan	Lebar Bahu	Panjang Tikungan	Jumlah Kecelakaan
Tikungan 3	36	25	0,4	81	4
Tikungan 4	40	28	0,5	92	3
Tikungan 5	30	20	0,3	88	3
Tikungan 6	41	26,5	0,4	90	3
Tikungan 7	31	28	0,5	75	4
Tikungan 8	35	30	0,6	95	2
Tikungan 9	34	32	0,5	92	2
Tikungan T10	37	22	0,3	92	3
Tikungan T11	30	21	0,4	80	4

3.2 Analisis Standar Geometrik

Dalam penentuan standar geometrik jalan, peneliti mengambil dari beberapa referensi standar geometrik nasional maupun international seperti yang ada di tabel 2. Standar ini diambil sebagai acuan pengukuran di lapangan dengan penyimpangan yang terjadi dari standar yang sudah ditentukan.

Tabel 2. Karakteristik Standar Geometrik

Karakteristik Geometrik	JPH (m)*	Radius Tikungan Rmin (m)**	Lebar Bahu (m)***	Panjang Tikungan (m)****
Standar Geometrik	75	700	2	45

Keterangan : *AASHTO 2001 **Badan Standar Nasional Indonesia ***Manual Kapasitas Jalan Indonesia ****Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021

Dari data pada Tabel 1 dikonversi nilai parameter kedalam bentuk prosentasi. Dalam nilai prosentasi diambil nilai penuh (100%) dari standar geometrik yang diambil sebagai tolok ukur dari berbagai badan standardisasi, seperti AASHTO 2001, Badan Standar Nasional Indonesia, Manual Kapasitas Jalan Indonesia dan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021. Untuk melihat penyimpangan nilai antara standar dengan kondisi eksisting dilakukan pengurangan untuk mendapatkan selisih aktual. Selisih antar standar dan kondisi pengukuran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Selisih Karakteristik Standar Geometrik

Tikungan Geopark Ciletuh	JPH	Radius Tikungan	Lebar Bahu	Panjang Tikungan	Jumlah Kecelakaan
Tikungan T1	47	678,5	1,6	45	4
Tikungan T2	48	681	1,5	35	5
Tikungan T3	39	675	1,6	36	4
Tikungan T4	35	672	1,5	47	3
Tikungan T5	45	680	1,7	43	3
Tikungan T6	34	673,5	1,6	45	3
Tikungan T7	44	672	1,5	30	4
Tikungan T8	40	670	1,4	50	2
Tikungan T9	41	668	1,5	47	2
Tikungan T10	38	678	1,7	47	3
Tikungan T11	45	679	1,6	35	4

Dari nilai selisih dikonversi nilai setiap parameter kedalam bentuk prosentase. Dalam nilai prosentasi diambil nilai penuh (100%) dari standar geometrik yang diambil sebagai tolok ukur dari berbagai badan standardisasi.

Tabel 4. Data Survei Primer dan Sekunder yang parameternya sudah dikonversi penyimpangannya kedalam prosentase (%)

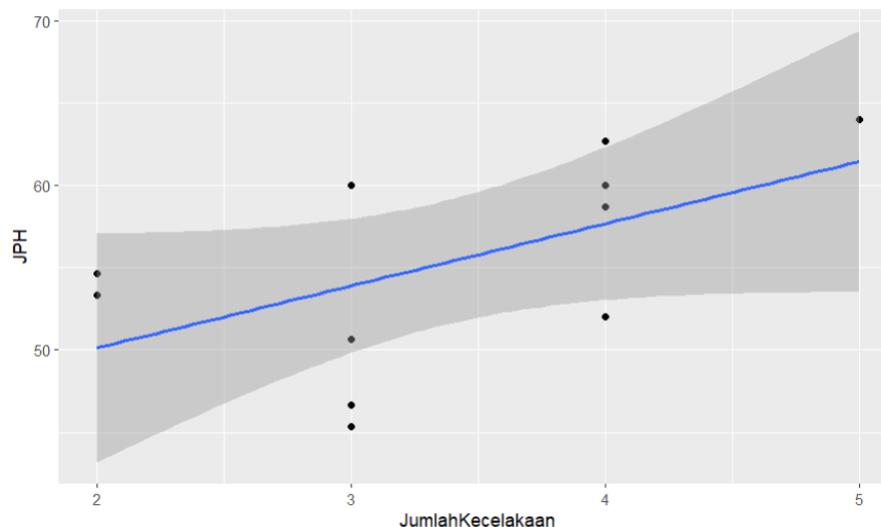
Tikungan Geopark Ciletuh	JPH	Radius Tikungan	Lebar Bahu	Panjang Tikungan	Jumlah Kecelakaan
	X1	X2	X3	X4	Y
Tikungan T1	62,67	96,93	80,00	100,00	4
Tikungan T2	64,00	97,29	75,00	77,78	5
Tikungan T3	52,00	96,43	80,00	80,00	4
Tikungan T4	46,67	96,00	75,00	104,44	3
Tikungan T5	60,00	97,14	85,00	95,56	3
Tikungan T6	45,33	96,21	80,00	100,00	3
Tikungan T7	58,67	96,00	75,00	66,67	4
Tikungan T8	53,33	95,71	70,00	111,11	2
Tikungan T9	54,67	95,43	75,00	104,44	2
Tikungan T10	50,67	96,86	85,00	104,44	3
Tikungan T11	60,00	97,00	80,00	77,78	4

Untuk penyelesaian pemodelan, penelitian ini menggunakan bantuan program R-STUDIO untuk mendapatkan rumus matematik hubungan kejadian kecelakaan dengan parameter geometrik jalan yang diteliti.

3.3 Pemodelan Kecelakaan dan Geometrik

Eksplorasi atau visualiasi data dilakukan untuk mengenal data dan pola hubungan antar variable. Ekplorasi data dilakukan dengan ggplot jumlah kecelakaan dengan variabel JPH, radius tikungan, lebar bahu, dan panjang tikungan.

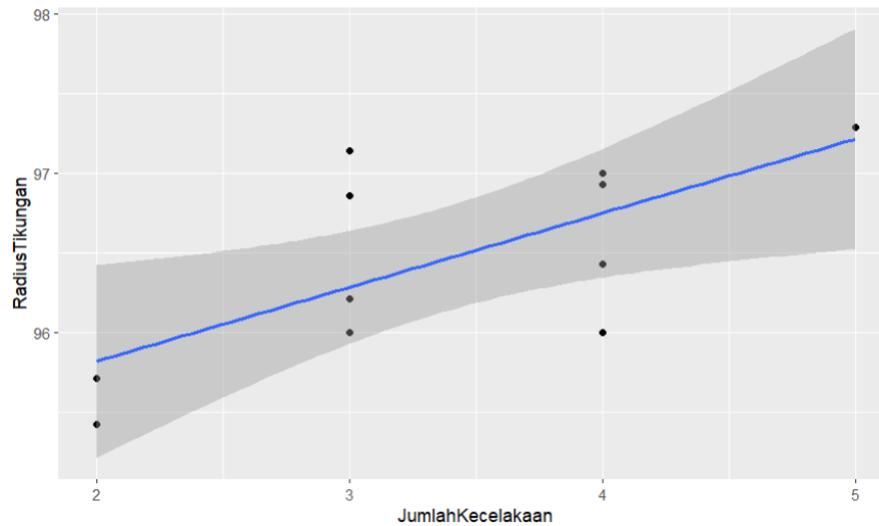
a. Hubungan jumlah kecelakaan dengan jarak pandang henti (JPH)



Gambar 2. Hubungan Kecelakaan dengan JPH

Berdasarkan pola diatas dimana titik-titik membentuk suatu garis lurus, diduga variabel jumlah kecelakaan memiliki hubungan dengan variabel JPH.

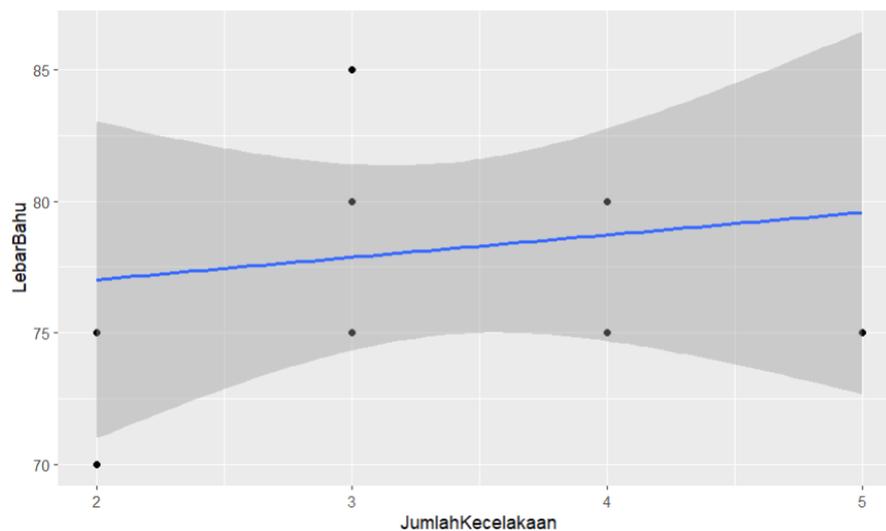
b. Hubungan jumlah kecelakaan dengan Radius Tikungan



Gambar 3. Hubungan Kecelakaan dengan Radius Tikungan

Berdasarkan pola diatas dimana titik-titik membentuk suatu garis lurus, diduga variabel jumlah kecelakaan memiliki hubungan dengan variabel radius tikungan.

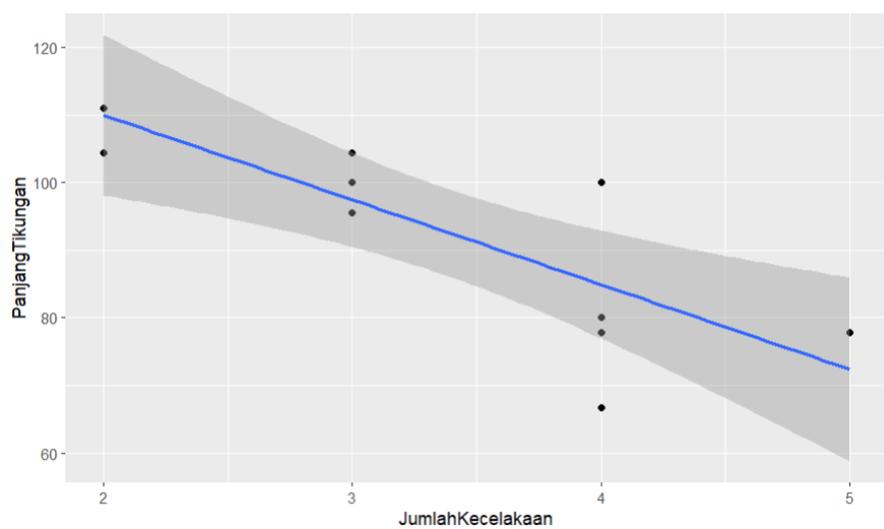
c. Hubungan jumlah kecelakaan dengan Lebar Bahu



Gambar 4. Hubungan Kecelakaan dengan Lebar Bahu

Berdasarkan pola diatas, titik-titik menyebar dan tidak membentuk suatu garis lurus, diduga variabel jumlah kecelakaan tidak memiliki hubungan dengan lebar bahu.

d. Hubungan jumlah kecelakaan dengan Panjang Tikungan



Gambar 5. Hubungan Kecelakaan dengan Panjang Tikungan

Berdasarkan pola diatas dimana titik-titik membentuk suatu garis lurus, diduga variabel jumlah kecelakaan memiliki hubungan dengan variabel panjang tikungan.

3.4 Pemodelan Kecelakaan Terhadap Geometrik

Pemodelan regresi linier berganda akan dilakukan dengan membuat model yang mencakup keseluruhan variabel independent (JPH, Radius Tikungan, Lebar Bahu dan Panjang Tikungan). Pemodelan dibangun menggunakan R-Studio, sehingga di dapat model parameter geometrik terhadap kecelakaan sebagai berikut:

$$Y = -99.55508 - 0.02634X_1 + 1.17647X_2 - 0.06999X_3 - 0.03906X_4$$

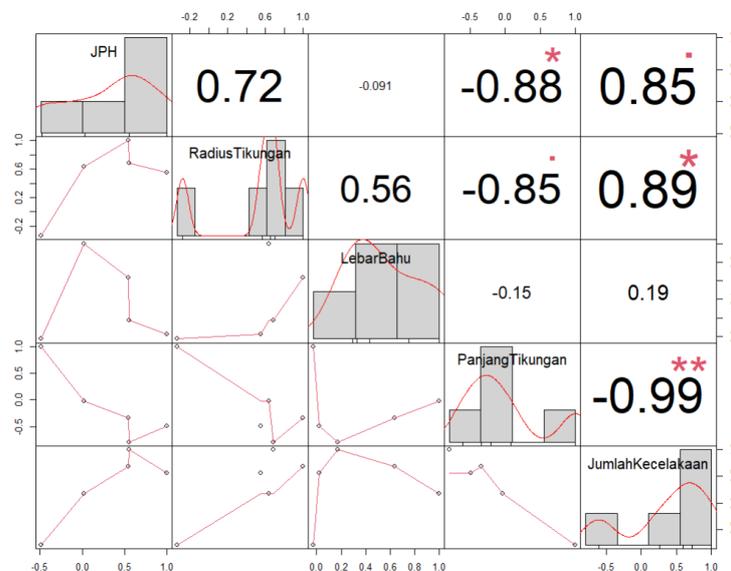
Dari persamaan model matematis di atas, dapat dijelaskan nilai (-99.55508) konstanta regresi yang didapat termasuk besar. Hal ini mengindikasikan bahwa selain parameter yang ditentukan sejak awal ada hal lain yang mempengaruhi secara signifikan akan kejadian kecelakaan di jalan raya. Nilai koefisien regresi untuk variabel Jarak Pandang Henti (X_1) yaitu sebesar -0.02634. Nilai tersebut menunjukkan pengaruh negatif (berlawanan arah) antara variabel Jarak Pandang Henti dan Jumlah Kecelakaan. Hal ini artinya jika variabel Jarak Pandang Henti mengalami kenaikan sebesar 1%, maka sebaliknya variabel jumlah kecelakaan akan mengalami penurunan sebesar -0.02634. Dengan asumsi bahwa variabel lainnya tetap konstan.

Nilai koefisien regresi untuk variabel Radius Tikungan (X_2) memiliki nilai positif sebesar 0.02634. Hal ini menunjukkan jika Radius Tikungan mengalami kenaikan 1%, maka jumlah kecelakaan akan dapat direduksi sebesar 0.02634 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan. Hubungan ini dapat diterima logika, di mana meningkatnya radius tikungan akan berdampak pada penurunan jumlah kecelakaan. Hasil analisis mendukung penelitian sebelumnya yang menyatakan radius tikungan mempengaruhi frekuensi kecelakaan (Park et al., 2018). Radius tikungan dan jumlah jarak pandang pada lengkung horizontal merupakan faktor utama terjadinya kecelakaan fatal dan cedera pada daerah *blackspot* di jalan raya (B. H. Lemena et al., 2020) (B. Lemena & Kuleno, 2021).

Nilai koefisien regresi untuk variabel lebar bahu (X3) yaitu sebesar -0.06999. Nilai tersebut menunjukkan pengaruh negatif (berlawanan arah) antara variabel lebar bahu dan Jumlah Kecelakaan. Hal ini artinya jika variabel lebar bahu mengalami kenaikan sebesar 1%, maka sebaliknya variabel jumlah kecelakaan akan mengalami penurunan sebesar sebesar -0.06999. Dengan asumsi bahwa variabel lainnya tetap konstan. Nilai koefisien regresi untuk variabel panjang tikungan (X3) yaitu sebesar -0.03906. Nilai tersebut menunjukkan pengaruh negatif (berlawanan arah) antara variabel panjang tikungan dan Jumlah Kecelakaan. Hal ini artinya jika variabel panjang tikungan mengalami kenaikan sebesar 1%, maka sebaliknya variabel jumlah kecelakaan akan mengalami penurunan sebesar sebesar -0.03906. Dengan asumsi bahwa variabel lainnya tetap konstan.

Koefisien parameter regresi X1, X2, X3 dan X4 cukup berpengaruh terhadap angka kecelakaan dengan nilai berturut yaitu sebesar: 0.02634, 1.17647, 0.06999 dan 0.03906. Jika dilihat berdasarkan nilai multiple R-squared sebesar 0.8775 model ini memiliki katagori korelasi sangat kuat. Dimana kemampuan x1 sampai x4 mampu menjelaskan atau mempengaruhi Y sebesar 0,7959 atau sebesar 80%. Dimana 20% kecelakaan dipengaruhi oleh faktor lain diluar penelitian ini. Hasil ini mendukung penrnnyataan dari hasil penelitian sebelumnya bahwa geometri alinyemen horizontal memiliki hubungan kuat dengan kecelakaan lalu lintas (Shiomi et al., 2017) (Sun et al., 2022) (Jima & Sipos, 2022) hal serupa disimpulkan bahwa pengaruh geometrik jalan berpengaruh signifikan terhadap terjadinya kecelakaan (Abebe, 2019).

Di luar faktor geometrik yang belum dimasukkan, yaitu faktor alam, sikap perilaku pengemudi dalam mentaati rambu-rambu lalu lintas, kondisi kendaraan dan kemahiran serta kesiapan seorang pengemudi mengendarai kendaraan, juga termasuk kondisi pengemudi (tidak dalam keadaan sakit, ngantuk dan dipengaruhi minuman beralkohol). Untuk mendapatkan model matematik yang lebih akurat atau mendekati realita angka kejadian kecelakaan di lapangan, harus ada standarisasi akan parameter faktor alam, kendaraan dan manusia.



Gambar 6. Koefisien Korelasi yang signifikan

Koefisien Korelasi yang signifikan ditunjukkan pada koefisien korelasi yang memiliki tanda bintang merah. Semakin signifikan nilainya maka semakin banyak bintangnya. Berdasarkan gambar 8 terlihat bahwa variabel yang paling signifikan terhadap jumlah kecelakaan adalah panjang tikungan dengan nilai -0,99 dan radius tikungan dengan nilai 0,89.

4. Kesimpulan

Koefisien parameter regresi JPH, radius tikungan, lebar bahu dan panjang tikungan cukup berpengaruh terhadap angka kecelakaan dengan nilai berturut yaitu sebesar 0.02634, 1.17647, 0.06999 dan 0.03906. Jika dilihat berdasarkan nilai multiple R-squared sebesar 0.8775 model ini memiliki kategori korelasi sangat kuat. Dimana kemampuan x_1 sampai x_4 mampu menjelaskan atau mempengaruhi Y sebesar 0,7959 atau sebesar 80%. Dimana 20% kecelakaan dipengaruhi oleh faktor lain diluar penelitian ini. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan di dapatkan model matematis hubungan antara kondisi geometrik dengan jumlah kecelakaan

$$Y = -99.55508 - 0.02634X_1 + 1.17647X_2 - 0.06999X_3 - 0.03906X_4$$

Nilai korelasi yang dihasilkan dari hubungan variabel jumlah kecelakaan dengan variable geometrik pada alinyemen horizontal yang paling signifikan adalah panjang tikungan dengan nilai korelasi -0,99 dan radius tikungan dengan nilai korelasi 0,89. Untuk mendapatkan model matematik yang lebih akurat atau mendekati realita angka kejadian kecelakaan di lapangan, penelitian ini dapat dikembangkan dengan parameter faktor alam, kendaraan dan manusia. Misalnya disiplin pengemudi, kondisi kendaraan, dan kondisi pengemudi (tidak dalam keadaan sakit, ngantuk dan dipengaruhi minuman beralkohol).

Daftar Pustaka

- Abebe, M. T. (2019). Quantifying the Influence of Road Geometric Parameters on Road Safety (Case Study: Hawassa-Shashemene-Bulbula Rural Two-Lane Highway, Ethiopia). *Journal of Transportation Technologies*, 09(03). <https://doi.org/10.4236/jtts.2019.93023>
- Darmawan, A., & Arifin, Z. N. (2020). ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN (BLACKSPOT) DI JALAN TOL JAGORAWI. *Construction and Material Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.32722/cmj.v2i1.1256>
- Fahza, A., & Widyastuti, H. (2019). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.42123>
- Garnaik, M. M., Giri, J. P., & Panda, A. (2023). Impact of highway design on traffic safety: How geometric elements affect accident risk. *Ecocycles*, 9(1). <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v9i1.263>
- Hanafi, H., Rusgiyanto, F., & Pratama, R. (2020). Analisis Tingkat Keselamatan Jalan Tol Berdasarkan Metode Pembobotan Korlantas (Studi Kasus: Jalan Tol Cipularang). *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 18(2). <https://doi.org/10.26874/jt.vol18no2.106>
- Jima, D., & Sipos, T. (2022). The Impact of Road Geometric Formation on Traffic Crash and Its Severity Level. *Sustainability (Switzerland)*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/su14148475>
- Kriswardhana, W., Hasanuddin, A., & Palestine, I. M. (2020). Modelling road traffic accident rate and road geometric parameters relationship. *AIP Conference Proceedings*, 2278. <https://doi.org/10.1063/5.0014530>

- Lemena, B. H., Quezon, E., & Durga. (2020). *Influence of Traffic Access Control Devices and Road Geometric Characteristics on Traffic Crashes along Rural Two-Lane Road: Case Study in Gedeo Zone, Ethiopia*.
- Lemena, B., & Kuleno, M. (2021). *The Influence Of Traffic Control Devices And Road Geometric Characteristics On Traffic Crashes Of Rular Two Lane Road*. 23, 557–565.
- Oktopianto, Y., & Pangesty, S. (2021). Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol Tangerang-Merak. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8(1), 26–37. <https://doi.org/10.46447/ktj.v8i1.301>
- Oktopianto, Y., Shofiah, S., Rokhman, F. A., & Pangestu, K. (2021). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan (Black Site) Dan Titik Rawan Kecelakaan (Black Spot) Provinsi Lampung. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 40–51. <https://doi.org/10.35334/be.v5i1.1777>
- Palenewen, S. N., Timboeleng, J. A., & Jansen, F. (2014). Pemodelan Matematis Kejadian Kecelakaan Di Ruas Jalan a. a. Maramis Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(4).
- Park, M., Lee, D., & Park, J. J. (2018). An Investigation of the Safety Performance of Roundabouts in Korea Based on a Random Parameters Count Model. *Journal of Advanced Transportation*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5628293>
- Prakarsa, A. D., Dewi, C., & Rahmadi, E. (2022). Kajian Penentuan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Yos Sufarso Kota Bandar Lampung. *Datum Journal of Geodesy and Geomatics*, 2(1).
- Shiomi, Y., Watanabe, K., Nakamura, H., & Akahane, H. (2017). Assessing Safety of Signalized Intersections: Influence of Geometric Attributes and Regionality on Traffic Accident Risk. *Transportation Research Record*, 2659(1). <https://doi.org/10.3141/2659-08>
- Sun, X., Hu, H., Ma, S., Lin, K., Wang, J., & Lu, H. (2022). Study on the Impact of Road Traffic Accident Duration Based on Statistical Analysis and Spatial Distribution Characteristics: An Empirical Analysis of Houston. *Sustainability (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142214982>
- Suryadarmawan, I. G. A. G., Sudipta Giri, I. K., & Tri Putera Utama, K. A. (2022). Tingkat Kecelakaan dan Lokasi Daerah Rawan Kecelakaan pada Jalan Nasional di Kabupaten Karangasem. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 11(1). <https://doi.org/10.36733/jikt.v11i1.3935>
- Wilches, F. J., Argoty Burbano, J. L., & Millán-Páramo, C. (2020). Influence of the inconsistency of the geometric layout on the road accident rate in a stretch of road with mountainous topography in southern Colombia. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(11). <https://doi.org/10.37624/ijert/13.11.2020.3893-3898>

LAMPIRAN

```
lm(formula = JumlahKecelakaan ~ JPH + RadiusTikungan + LebarBahu +
  PanjangTikungan, data = Geo)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.46910	-0.18849	0.05447	0.12270	0.67688

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-99.55508	33.57211	-2.965	0.02511 *
JPH	-0.02634	0.03069	-0.858	0.42359
RadiusTikungan	1.17647	0.38260	3.075	0.02180 *
LebarBahu	-0.06999	0.04314	-1.622	0.15585
PanjangTikungan	-0.03906	0.01039	-3.758	0.00942 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4176 on 6 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8775, Adjusted R-squared: 0.7959

F-statistic: 10.75 on 4 and 6 DF, p-value: 0.006671

> JumlahKecelakaanPanjangTikungan|