

Identifikasi dan Penanganan Daerah Rawan Kecelakaan Pada Ruas Jalan Tol Menggunakan Metode EAN Dan UCL

Identification And Handling Of Accident Prone Areas On Toll Roads Using EAN And UCL Methods

Fiarentina Berlianindya¹, Brasie Pradana Sela Bunga Riska Ayu²

¹Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Tegal, Indonesia

¹berlianindyaafiarentina@gmail.com, ²brasie@pktj.ac.id

Abstrak

Jalan Tol Waru–Juanda merupakan salah satu jalur vital yang menghubungkan Kota Surabaya dengan Bandara Internasional Juanda. Namun, ruas tol ini, khususnya pada KM 03+850, memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang tinggi sehingga diidentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan (blackspot). Permasalahan ini mendorong perlunya kajian lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab serta memberikan rekomendasi penanganan guna meningkatkan keselamatan lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab kecelakaan di KM 03+850 Jalan Tol Waru–Juanda serta memberikan rekomendasi penanganan yang tepat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data primer melalui inspeksi lapangan dan observasi kondisi infrastruktur, serta data sekunder dari pihak pengelola tol mengenai data kecelakaan, kecepatan kendaraan, dan perlengkapan jalan. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode Equivalent Accident Number (EAN) dan Upper Control Limit (UCL) untuk menentukan tingkat kerawanan kecelakaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa KM 03+850 memiliki angka kecelakaan tertinggi selama tiga tahun terakhir, didominasi oleh kecelakaan tunggal yang terjadi pada kondisi cuaca cerah, dengan faktor utama penyebab kecelakaan adalah kelalaian pengemudi, geometri jalan yang tidak ideal, serta kondisi kendaraan yang tidak layak. Penanganan yang telah dilakukan meliputi pemasangan rambu tambahan, penerangan jalan, pemasangan Variable Message Sign (VMS), serta penerapan speed camera di titik strategis. Kesimpulannya, KM 03+850 secara signifikan tergolong sebagai daerah rawan kecelakaan yang membutuhkan upaya penanganan berkelanjutan melalui pendekatan rekayasa lalu lintas, teknologi pengawasan, dan peningkatan kesadaran pengguna jalan untuk menciptakan kondisi lalu lintas yang lebih aman.

Kata kunci: Jalan tol, daerah rawan kecelakaan, EAN, UCL, Waru-Juanda, keselamatan lalu lintas

Abstract

The Waru–Juanda Toll Road is one of the vital routes that connects the city of Surabaya with Juanda International Airport. However, this toll road, especially at KM 03 + 850, has a high rate of traffic accidents so it is identified as an accident-prone area (blackspot). This problem encourages the need for further studies to identify the causes and provide handling recommendations to improve traffic safety. This study aims to identify and analyze the factors that cause accidents at KM 03 + 850 Waru-Juanda Toll Road and provide recommendations for appropriate handling. The methods used in this study include the collection of primary data through field inspections and observation of infrastructure conditions, as well as secondary data from toll managers regarding accident data, vehicle speed, and road equipment. The analysis was carried out using the Equivalent Accident Number (EAN) and Upper Control Limit (UCL) methods to determine the level of accident vulnerability. The results of the analysis show that KM 03+850 has the highest number of accidents over the past three years, dominated by single accidents that occurred in sunny weather conditions, with the main factors causing accidents being driver negligence, non-ideal road geometry, and unsuitable vehicle conditions. The handling that has been carried out includes the installation of additional signs, street lighting, the installation of Variable Message Signs (VMS), and the implementation of speed cameras at strategic points. In conclusion, KM 03+850 is significantly classified as an accident-prone area that requires continuous handling efforts through traffic engineering approaches, surveillance technology, and increased awareness of road users to create safer traffic conditions.

Keywords: Toll roads, accident-prone areas, EAN, UCL, Waru-Juanda, traffic safety

1. Pendahuluan

Infrastruktur jalan tol memiliki peran penting dalam mendukung konektivitas wilayah, efisiensi waktu tempuh, serta pertumbuhan ekonomi nasional. Jalan tol tidak hanya menjadi jalur distribusi barang dan jasa, tetapi juga menjadi bagian dari sistem transportasi yang mengandalkan kecepatan dan keselamatan[1]. Peningkatan kualitas layanan jalan tol tidak semata-mata bergantung pada kelancaran arus kendaraan, tetapi juga pada pengelolaan risiko kecelakaan yang sering terjadi di beberapa titik rawan. Salah satu fenomena yang mencuat dalam pengelolaan jalan tol saat ini adalah masih tingginya angka kecelakaan lalu lintas, meskipun infrastruktur sudah tergolong modern dan memadai. Di beberapa ruas jalan tol, termasuk Jalan Tol Waru–Juanda, ditemukan adanya titik-titik dengan tingkat kecelakaan tinggi atau dikenal sebagai daerah rawan kecelakaan (*blackspot*)[2]. Salah satu lokasi yang menjadi perhatian adalah KM 03+850, yang menunjukkan pola kecelakaan berulang, terutama

kecelakaan tunggal yang terjadi pada kondisi cuaca cerah. Fenomena ini mencerminkan adanya tantangan besar, yaitu bagaimana menciptakan sistem jalan tol yang tidak hanya cepat dan nyaman, tetapi juga aman dari sisi keselamatan lalu lintas.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan menggunakan metode statistik, seperti Equivalent Accident Number (EAN) dan Upper Control Limit (UCL)[3]. Penelitian-penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan kuantitatif dapat membantu dalam penentuan lokasi prioritas untuk peningkatan keselamatan. Namun, masih terdapat keterbatasan dalam mengaitkan data tersebut dengan kondisi nyata di lapangan serta dalam memberikan rekomendasi berbasis intervensi langsung dan observasi teknis yang spesifik[4]. Penggabungan pendekatan kuantitatif dan kualitatif secara langsung di lokasi jalan tol digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Penyelesaian menjadi sangat mendesak dengan memperhatikan pentingnya keselamatan di ruas tol yang padat di ruas jalan tol Waru–Juanda[5]. Urgensi penelitian ini terletak pada kontribusinya terhadap pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam hal penanganan daerah rawan kecelakaan secara terukur, terarah, dan berbasis kondisi aktual. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga praktis bagi pengelola jalan tol maupun pihak-pihak terkait dalam upaya menurunkan angka kecelakaan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

2. Metode

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk menganalisis dari faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan di KM 03+850. Pendekatan kuantitatif pada penelitian ini yaitu menggunakan metode EAN, Metode UCL (Upper Control Limit), Analisis frekuensi kecelakaan per tahun, Analisis kecepatan kendaraan berdasarkan jenis golongan kendaraan [6]. Sedangkan pendekatan kualitatif penelitian ini melibatkan identifikasi faktor penyebab kecelakaan berdasarkan observasi lapangan, kondisi jalan dan perlengkapannya, wawancara dan pengamatan terhadap kondisi lapangan dan perilaku pengguna jalan, analisis terhadap efektivitas penanganan yang dilakukan[7].

2.1. Pengumpulan Data

Observasi digunakan untuk mendapatkan data kondisi fisik jalan, kejelasan dan kelayakan marka jalan, efektivitas serta keberadaan rambu lalu lintas, serta perilaku pengemudi dalam merespons berbagai elemen keselamatan jalan yang tersedia. Observasi dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan gambaran yang akurat mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kecelakaan di ruas jalan yang diteliti. Data jumlah kejadian kecelakaan, jenis kecelakaan yang terjadi, serta faktor-faktor penyebab kecelakaan yang diperoleh dari PT Citra Margatama Surabaya untuk periode 2021-2024. Data dianalisis guna mengidentifikasi pola kecelakaan yang terjadi di ruas jalan yang diteliti serta menentukan faktor dominan yang berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kecelakaan di lokasi tersebut.

2.2. Metode Analisis

Metode EAN dihitung dengan menjumlahkan kejadian kecelakaan pada setiap kilometer panjang jalan, kemudian dikalikan dengan nilai bobot yang disesuaikan dengan tingkat keparahan kecelakaan. Nilai bobot standar yang digunakan meliputi meninggal dunia (MD) = 12, luka berat (LB) = 6; Luka Ringan = 3; Kerusakan; Kendaraan (K) = 1 yang akan dihitung seperti rumus(1).

$$EAN = 12 MD + 3 LB + 3 LR + 1 K \quad (1)$$

Lokasi rawan kecelakaan ditentukan melalui pengendalian mutu dengan menggunakan metode UCL atau batas kendali atas. Jika nilai tingkat kecelakaan melebihi UCL, maka lokasi tersebut dikategorikan sebagai daerah rawan kecelakaan (*Blackspot*). Metode yang digunakan dalam kajian ini mengacu pada pendekatan statistik pengendalian mutu. UCL dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$UCL = \lambda + \psi \times \sqrt{\left(\frac{\lambda}{m} + \frac{0.829}{m} + \left(\frac{1}{2}xm\right)\right)} \quad (2)$$

Keterangan: UCL = Garis kendali batas atas; λ = nilai rata-rata angka kecelakaan; Ψ = faktor probabilitas = 2,576; m = nilai kecelakaan di setiap segmen.

Nilai faktor probabilitas (Ψ) yang sering digunakan yaitu 2,576 dengan probabilitas 0,005 (atau nilai signifikansi 99,5%) dan 1,645 dengan probabilitas 0,05 (atau nilai signifikansi 95%) [8]. Nilai batas kontrol atas dipengaruhi oleh nilai rata-rata dari angka ekivalen kecelakaan yang terdapat pada suatu wilayah pada kurun waktu satu tahun dan dirumus (3)[9].

$$BKA = C + 3 \sqrt{C} \quad (3)$$

C adalah rata-rata angka ekivalen kecelakaan (AEK) yang diadaptasi dari pendekatan statistik pengendalian mutu[1].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Identifikasi daerah rawan kecelakaan dapat diperoleh dari perhitungan metode Angka Ekivalen Kecelakaan dengan Upper Control Limit. Menurut data kecelakaan dari PT Citra Margatama Surabaya dari tahun 2021- 2024 tercatat 35 jumlah kecelakaan dengan kasus tertinggi terjadi pada KM 03+850 sebanyak 6 kasus. Berikut hasil analisis data kecelakaan di tol Waru-Juanda pada tahun 2021-2024 seperti pada Tabel 1.

Tabel. 1 Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan Tahun 2021-2024

No	KM	LR	LB	MD	12 MD	3 LB	3 LR	EAN	BKA	UCL	Keterangan
1	00+400	0	0	0	0	0	0	0	4,9496	0	Bukan Blackspot
2	00+600	0	0	0	0	0	0	0		0	Bukan Blackspot
3	00+800	0	0	0	0	0	0	0		0	Bukan Blackspot
4	02+800	2	0	0	0	0	6	6		4,5634	Bukan Blackspot
5	03+200	0	0	0	0	0	0	0		0	Bukan Blackspot
6	03+400	0	0	0	0	0	0	0		0	Bukan Blackspot
7	03+650	0	0	0	0	0	0	0		0	Bukan Blackspot
8	03+850	5	1	0	0	3	15	18		7,7477	Blackspot
9	04+000	0	0	0	0	0	0	0		0	Bukan Blackspot

Hasil dari analisis pada tabel identifikasi daerah rawan kecelakaan tahun 2021-2024 menunjukkan bahwa KM 03+850 merupakan lokasi dengan tingkat kecelakaan tertinggi di jalan tol Waru-Juanda, dengan EAN sebesar 18 dan UCL = 7,747, menjadikannya blackspot utama. Selain itu, KM 11+200, KM 00+400, KM 04+900, dan KM 02+800 juga teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan dengan nilai EAN dan UCL yang signifikan [10].

Berdasarkan hasil dari perhitungan analisis lokasi rawan kecelakaan di ruas tol Waru-Juanda Surabaya data dari 3 tahun, yaitu pada tahun 2021 sampai tahun 2024 yang akan digolongkan menggunakan metode perhitungan Frekuensi, EAN (UCL & BKA), Z-Score, dan Cussum [11]. Lokasi rawan kecelakaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel. 2 Daerah Rawan Kecelakaan Seksi A

No	KM (STA)	Jalur	Frekuensi Kecelakaan				Jumlah	Keterangan	Rangking
			2021	2022	2023	2024			
1	00+400	A	0	4	0	0	4	Blackspot	3
2	00+750	A	0	2	0	0	2	Blackspot	5
3	02+800	A	2	0	1	1	4	Blackspot	6
4	03+850	A	6	0	0	0	6	Blackspot	1
5	04+900	A	2	0	0	0	2	Blackspot	4
6	06+800	A	0	2	0	0	2	Blackspot	7
7	08+400	A	1	1	0	0	2	Blackspot	8
8	11+200	A	0	1	6	6	13	Blackspot	2

Lokasi rawan kecelakaan di ruas tol Waru-Juanda Surabaya ada pada seksi A pada KM 03+850 nomor 1 tingkat kecelakaan dengan hasil EAN 18 > UCL 7,747 kondisi paling kritis, KM 02+800 nomor 2 dengan tingkat kecelakaan dengan hasil EAN 6 > UCL 4,563 termasuk rawan kecelakaan[12].

3.2. Pembahasan

Identifikasi daerah rawan kecelakaan diatas pada KM 03+850 secara konsisten tingkat EAN tertinggi dan melebihi UCL. Hal tersebut menandakan bahwa lokasi ini membutuhkan perhatian utama. Faktor utama penyebab dari kecelakaan pada jalan tol ini yaitu:

1. Faktor manusia, pengemudi mengantuk, berkendara dengan kecepatan tinggi.
2. Faktor jalan, tikungan tajam dengan super elevasi 3% (standar maksimal 10%).
3. Faktor kendaraan, beberapa kendaraan yang terlibat kecelakaan dalam kondisi kurang layak jalan.

Analisis dampak implementasi dan prioritas berdasarkan temuan yang ada dilapangan, beberapa solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keselamatan di KM 03+850 yaitu:

1. Penerapan *Speed Camera* di KM 03+400 karena pengawasan kecepatan terbukti efektif menurunkan kecelakaan hingga 20%.
2. ETLE ssstem untuk penegakan hukum tanpa perlu kehadiran langsung petugas.

3. Pemasangan *Variable Message Sign* (VMS) dipasang pada KM 03+600 untuk memberikan informasi dini kepada pengemudi.
4. Kampanye Keselamatan, sosialisasi kepada pengguna jalan mengenai bahaya mengemudi dengan kecepatan tinggi dan pentingnya menjaga kewaspadaan.

Analisis dampak berupa penerapan sistem ETLE dan *speed camera* diruas tol dapat menurunkan tingkat kecelakaan sebesar 15-25% dalam dua tahun pertama implementasi.

4. Simpulan

Gambaran yang jelas mengenai pentingnya analisis keselamatan berbasis data dalam mengelola jalan tol secara berkelanjutan dapat disajikan melalui pendekatan ilmiah. Titik KM 03+850 diidentifikasi sebagai salah satu daerah rawan kecelakaan yang memerlukan perhatian khusus. Identifikasi tersebut menjawab kebutuhan teknis dan mengungkap hubungan antara karakteristik fisik jalan, perilaku pengemudi, serta kondisi lalu lintas yang kompleks di jalan tol. Penanganan daerah rawan kecelakaan tidak cukup hanya melalui perbaikan infrastruktur, tetapi juga perlu dilengkapi dengan pendekatan edukatif dan penegakan hukum. Solusi terhadap permasalahan diberikan dan digunakan sebagai acuan pengelolaan keselamatan di lokasi lain dengan karakteristik serupa. Efektivitas perbaikan daerah rawan kecelakaan dapat dilakukan untuk pekerjaan selanjutnya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Citra Margatama Surabaya, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan yang telah memfasilitasi penelitian.

Kontribusi

Konseptor: Fiarentina Berlianindya; Kajian Pustaka: Brasie Pradana S.B.R.A, Fiarentina Berlianindya; Metodologi: Brasie Pradana S.B.R.A, Fiarentina Berlianindya; Pengumpulan Data: Fiarentina Berlianindya; Pengolahan dan Implementasi Data: Fiarentina Berlianindya; Pelaporan: Brasie Pradana S.B.R.A, Fiarentina Berlianindya; Pembahasan dan Simpulan: Seluruh Author.

Referensi

- [1] A. C. Sutandi, "Analisis Blackspot Di Indonesia Berdasarkan Perbedaan Kondisi Jalan, Fatalitas Kecelakaan, Dan Analisis Risiko," *J. Jalan Jemb.*, vol. 40, no. 1, pp. 67–76, 2023, doi: 10.58499/jatan.v40i1.1179.
- [2] D. Supriyatno, "Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan Surabaya 2020," vol. 5, no. 1, pp. 422–427, 2020.
- [3] I. C. Nugraha, M. R. Purwaningsih, A. Firmansyah, and F. Dzulfikar, "Dampak Pembangunan Jalan Tol Trans Jawa terhadap Perekonomian Megaregion Pantura di Jawa Tengah," *J. Wil. dan Kota*, vol. 9, no. 02, pp. 80–90, 2022, doi: 10.34010/jwk.v9i02.7766.
- [4] U. S. Lestari and R. I. Anjarsari, "Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Dan Penanganan Daerah Rawan Kecelakaan Jalan Ahmad Yani (Ruas KM 17-KM36) Kota Banjarbaru," *J. Teknol. Berkelanjutan (Sustainable Technol. Journal)*, vol. 9, no. 2, pp. 110–117, 2020.
- [5] U. Fariz and D. Kusmayadi, "Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan (Blackspot) Di Kabupaten Bekasi," *J. Keselam. Transp. Jalan (Indonesian J. Road Safety)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.46447/ktj.v10i1.520.
- [6] M. R. Sutriasti, H. Prihantono, and B. Prihatiningsih, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan S. Supriadi, Kota Malang," *Compos. J. Civ. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 62–70, 2023, doi: 10.26905/cjce.v1i2.8572.
- [7] R. Rahmawati, H. Widarto, and N. Hadansi, "Analisis Tingkat Kecelakaan Menggunakan Metode Accident Rate Dan Equivalent Accident Number (Ean) Di Kab. Enrekang," *STABILITA || J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 3, p. 143, 2023, doi: 10.55679/jts.v11i3.46257.
- [8] E. E. S. Putra, S. Y. Ratih, and L. Primantari, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya Ngerong Cemorosewu," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 255, 2022, doi: 10.31602/jk.v4i2.6432.
- [9] M. R. Nurtisty, J. E. Simangunsong, T. S. P. Arifin, and B. Budi Haryanto, "ANALISIS KARAKTERISTIK KECELAKAAN LALU LINTAS PADA TITIK BLACKSPOT di RUAS JALAN AHMAD YANI KILOMETER 21, JALAN WAHID HASYIM II dan JALAN CIPTO MANGUNKUSUMO SAMARINDA," *Teknol. Sipil J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 19, 2023, doi: 10.30872/ts.v7i2.13184.
- [10] A. Fahza and H. Widyastuti, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 1, pp. 54–59, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i1.42123.
- [11] K. Al Qubro, M. Fauzi, and A. Christine, "Penentuan Titik Rawan Kecelakaan (Black Spot) Pada Ruas Jalan Nasional Palembang – Indralaya," *Bear. J. Penelit. dan Kaji. Tek. Sipil*, vol. 7, no. 3, p. 151, 2022, doi: 10.32502/jbearing.4650202273.
- [12] M. S. H. BayuKusumo Nugroho, "Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan Pada Jalan Tol Surabaya –Gresik," *Teknol. Transp. dan Logistik*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.