



ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS MENGGUNAKAN METODE ANGKA EKIVALEN KECELAKAAN DAN METODE UPPER CONTROL LIMIT (STUDI KASUS JALAN TOL CAWANG-TJ. PRIOK-PLUIT)

TRAFFIC ACCIDENT ANALYSIS USING ACCIDENT EQUIVALENT NUMBER METHOD AND UPPER CONTROL LIMIT METHOD (CASE STUDY OF CAWANG-TJ. PRIOK-PLUIT TOLL ROAD)

Erich Fondashi Prakoso¹, Effy Hidayaty², Dian Sovana³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekerjaan Umum Jakarta,
Jl. Laksamana Malahayati No. 6 Jakarta Timur 13430, Indonesia

Email: atihidayaty@gmail.com

Received: 13 Juli 2025 Revised: 18 Februari 2026 Accepted: 09 Maret 2025 Published: 10 Maret 2025

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas di jalan raya pada lima tahun terakhir sangat memprihatinkan, sehingga keselamatan di jalan harus dipandang secara komprehensif dari semua aspek, termasuk perencanaan dan pelaksanaan pembuatan jalan. Penelitian bertujuan mengetahui karakteristik kecelakaan lalu lintas, mengetahui ruas yang rawan terjadi kecelakaan, mengetahui hubungan geometri dan perkerasan jalan dan menawarkan solusi alternatif untuk mencegah berulangnya kecelakaan lalu lintas di masa mendatang, studi kasus Jalan Tol Cawang-Tj. Priok-Pluit. Dari hasil analisis diperoleh kecelakaan yang paling dominan pada kecelakaan ganda oleh faktor manusia dengan korban paling banyak adalah luka ringan, terjadi pukul 06.00-12.00 pada hari kerja dan saat cuaca cerah di jalan utama. Jenis kendaraan yang paling dominan terlibat adalah kendaraan golongan I dengan kondisi kendaraan rusak ringan. Daerah rawan kecelakaan pada ruas jalan Tj, Priok-Ancol Timur, dengan nilai AEK > dari UCL, jari-jari tikungan pada ruas jalan Tj, Priok-Ancol Timur STA 16+800 diperoleh nilai $R = 500 \text{ m} > 210 \text{ m}$, nilai rata-rata ketidakrataan $2,64 \text{ m/km} \leq 4,00 \text{ m/km}$, memenuhi tolok ukur standar pelayanan minimal, nilai rata-rata kekesatan $0,53 \text{ } \mu\text{m} > 0,33 \text{ } \mu\text{m}$ memenuhi tolok ukur standar pelayanan minimal. Solusi alternatif pencegahan dan penanganan berupa pemasangan rambu-rambu peringatan lalu lintas dan perbaikan jalan yang rusak pada lokasi rawan kecelakaan.

Kata kunci: Jalan Tol, Karakteristik, Kecelakaan, Kendaraan, Lalu Lintas

ABSTRACT

Traffic accidents on the highway in the last five years are very concerning, so road safety must be viewed comprehensively from all aspects, including the planning and implementation of road construction. This study aims to determine the characteristics of traffic accidents, identify road sections prone to accidents, determine the relationship between geometry and road pavement, and offer alternative solutions to prevent the recurrence of traffic accidents in the future, a case study of the Cawang-Tj. Priok-Pluit Toll Road. From the analysis results, the most dominant accidents are double accidents due to human factors, with the most victims being minor injuries, occurring at 06.00-12.00 on weekdays and during sunny weather on main roads. Class I vehicles with minor damage are the most dominant type of vehicle. Accident-prone areas on the Tj. Priok-Ancol Timur road section, with AEK values > UCL, the bend radius on the Tj. Priok-Ancol Timur STA 16+800 obtained an R value of $500 \text{ m} > 210 \text{ m}$, an average unevenness value of $2.64 \text{ m/km} \leq 4.00 \text{ m/km}$, meeting minimum service standards, and an average roughness value of $0.53 \text{ } \mu\text{m} > 0.33 \text{ } \mu\text{m}$, meeting minimum service standards. Alternative prevention and management solutions include installing traffic warning signs and repairing damaged roads in accident-prone areas.

Keywords: Accidents, Characteristics, Toll Roads, Traffic, Vehicles

PENDAHULUAN

Pembangunan jalan tol perlu dilakukan untuk mewujudkan pembangunan konektivitas nasional, guna meningkatkan produktivitas, efisiensi, pelayanan sistem logistik nasional, penguatan daya saing bangsa, serta mengurangi kesenjangan antarwilayah dengan memperhatikan keadilan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Pemerintah Indonesia, 2024).

Jalan tol Cawang-Tanjung Priok-Jembatan Tiga / Pluit sangat penting keberadaannya, karena menjadi jalur utama yang menghubungkan *Cawang Interchange* dengan Pelabuhan Tanjung Priuk dan akses utama menuju Bandara Internasional Sukarno-Hatta. Jalan sepanjang 27,1 km membentang antara wilayah Jakarta Utara dan Jakarta Timur, merupakan infrastruktur vital di Jakarta, salah satunya untuk mengurangi kemacetan lalu lintas

Namun di balik manfaat jalan tol, terdapat potensi bahaya yaitu tingginya angka kecelakaan lalu lintas, yang menimbulkan kekhawatiran serius bagi para pengguna jalan dan pemerintah. Berdasarkan informasi data kecelakaan PT. Citra Marga Nusaphala Persada Tbk (2024) selaku pengelola Jalan Tol Cawang-Tanjung Priok-Jembatan Tiga/Pluit, dalam kurun waktu 5 (lima) tahun terakhir 2020-2024, dari total 778 kejadian kecelakaan sebanyak 179 orang mengalami luka ringan, 36 orang mengalami luka berat dan 13 orang meninggal dunia.

Dari data tingginya angka kecelakaan di atas, perlu upaya pencegahan kecelakaan di tol tersebut dengan mengetahui faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan. Untuk itu perlu diteliti pola dan karakteristik kecelakaan dan selanjutnya dianalisis sehingga akhirnya berbagai pihak terkait dapat merumuskan strategi dan kebijakan yang tepat untuk meningkatkan keselamatan di jalan tol.

Pemerintah perlu memperkuat regulasi dan standar keamanan di jalan tol, serta meningkatkan kualitas infrastruktur jalan, sedangkan Pengelola jalan tol perlu meningkatkan pengawasan dan patroli di jalan tol, serta memastikan kondisi jalan dan rambu-rambu lalu lintas dalam keadaan baik (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

Mengacu pada hal di atas, perlu dilakukan analisis kecelakaan lalu lintas di jalan tol tersebut dengan kajian menyeluruh, termasuk perencanaan dan pelaksanaan pembuatan jalan. Perencanaan geometrik harus memenuhi persyaratan selamat, aman, nyaman, dan efisien (Ellytrina dan Zhafirah, 2023).

Penelitian ini bertujuan menganalisis kecelakaan lalu lintas di Jalan Tol Cawang-Tanjung Priok-Jembatan Tiga/Pluit, dengan tujuan mengetahui karakteristik kecelakaan lalu lintas di jalan tol Cawang-Tanjung Priok-Pluit; memperoleh ruas jalan yang rawan dan sering terjadi kecelakaan lalu lintas menggunakan metode Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) dan metode *Upper Control Limit* (UCL); menganalisis pengaruh geometrik jalan ditinjau dari aspek jarak pandang dengan tingkat kecelakaan yang kerap terjadi; menawarkan solusi alternatif untuk pencegahan dan penanganan kecelakaan lalu lintas di masa mendatang di lokasi rawan tersebut.

Karakteristik kecelakaan meliputi sebagai berikut: berdasarkan lokasi kecelakaan; berdasarkan waktu kejadian; berdasarkan korban; berdasarkan jenis kendaraan; berdasarkan hari kejadian; berdasarkan cuaca; berdasarkan tipe kecelakaan; berdasarkan kondisi kendaraan (Yandi dkk., 2020).

Kecelakaan di jalan tol umumnya disebabkan oleh kombinasi berbagai faktor yang saling berinteraksi. Faktor utama meliputi perilaku pengemudi, kondisi kendaraan, serta infrastruktur jalan. Kecepatan yang berlebihan merupakan salah

satu penyebab dominan, karena mengurangi waktu reaksi pengemudi dan kemampuan untuk mengendalikan kendaraan dalam situasi darurat. Selain itu, kondisi teknis kendaraan seperti kerusakan pada sistem rem atau ban meningkatkan risiko kecelakaan jika tidak diperbaiki secara rutin (Lestari dkk., 2022).

Infrastruktur jalan yang buruk, termasuk permukaan yang rusak atau kurangnya penerangan atau kabut dapat mempengaruhi visibilitas dan traksi, sehingga memperbesar risiko kecelakaan. Keseluruhan faktor ini berinteraksi dalam mempengaruhi tingkat keselamatan di jalan tol, menekankan pentingnya pemeliharaan kendaraan, kepatuhan terhadap batas kecepatan, dan perbaikan infrastruktur untuk mengurangi angka kecelakaan (Hanafi dkk., 2020).

Teknik pemeringkatan lokasi kecelakaan dilakukan dengan pendekatan tingkat kecelakaan dan statistik kendali mutu (*quality control statistic*), atau pembobotan berdasarkan nilai kecelakaan (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

Salah satu metode untuk menghitung angka kecelakaan adalah menggunakan metode EAN (*Equivalent Accident Number*) atau Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK), merupakan pembobotan angka ekuivalen kecelakaan mengacu pada kecelakaan lalu lintas. Nilai batas ini dapat dihitung antara lain dengan menggunakan metode *Upper Control Limit* (UCL). Menurut Yandi, dkk. (2020), identifikasi lokasi rawan kecelakaan digunakan dua metode, yaitu Metoda Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) dan Metoda *Upper Control Limit* (UCL)

Metode Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) digunakan untuk menganalisis tingkat kecelakaan tertinggi yang terjadi di daerah yang akan ditinjau. AEK adalah angka untuk pembobotan kelas kecelakaan. Perhitungan AEK terikat dengan tingkat fatalitas kecelakaan lalu lintas dan jumlah kejadian kecelakaan yang menyebabkan kerugian material. AEK dihitung dengan

menjumlahkan kejadian kecelakaan pada setiap kilometer panjang jalan kemudian dikalikan dengan nilai bobot sesuai tingkat keparahan. Nilai bobot standar yang digunakan adalah meninggal dunia (MD) = 12, luka berat (LB) = 3, luka ringan (LR) = 3, kerusakan kendaraan (K) = 1 (A'ini dkk., 2025) seperti yang terlihat pada Persamaan (1).

$$AEK = 12MD + 3LB + 3LR + 1K \dots\dots(1)$$

Keterangan:

- MD = meninggal dunia
- LB = luka berat
- LR = luka ringan
- K = kecelakaan dengan kerugian materi

Metode *Upper Control Limit* (UCL) menggunakan cara *statistical quality control* atau metode statistik kontrol kualitas. Suatu segmen atau wilayah dalam suatu ruas jalan dinyatakan sebagai lokasi berbahaya apabila tingkat kecelakaan di segmen tersebut telah melampaui batas normal atau nilai kritis. Batas tersebut dikenal dengan *Upper Control Limit* (UCL). Batas normal dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan Poisson. Beberapa cara dapat digunakan untuk menghitung nilai kritis atau batas normal tersebut, salah satu yang cukup populer adalah rumus dikembangkan oleh Norden dan Orlansky, Nilai UCL (*Upper Control Limit*) ditentukan dengan menggunakan Persamaan (2) (A'ini dkk., 2025).

$$UCL = \lambda + \psi \sqrt{\left(\frac{\lambda}{m} + \frac{0,829}{m} + \frac{m}{2}\right)} \dots(2)$$

Keterangan:

- UCL = garis kendali batas atas
- λ = rata-rata angka kecelakaan AEK
- Ψ = faktor probabilitas = 2.576 (untuk tingkat probabilitas 99%)
- m = angka kecelakaan ruas yang ditinjau (AEK)

Indeks ketidakratahan jalan dan kekesatan jalan memiliki pengaruh

signifikan terhadap kecelakaan lalu lintas. Ketidakrataan jalan yang tinggi, seperti permukaan jalan yang bergelombang atau tidak rata, dapat menyebabkan kendaraan kehilangan kestabilan, meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan, terutama pada kecepatan tinggi. Sementara itu, kekesatan jalan yang rendah, seperti pada jalan basah atau berdebu, dapat menyebabkan gesekan ban dengan jalan berkurang, meningkatkan kemungkinan kendaraan tergelincir. Faktor-faktor ini, jika tidak diperhatikan, dapat meningkatkan angka kecelakaan lalu lintas, terutama pada kondisi cuaca buruk atau saat kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi (Eviza, 2022).

Berkaitan dengan program pemeliharaan perkerasan jalan nasional dan provinsi yang berlaku di lingkungan Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat atau dikenal dengan *Integrated Management System* (IRMS), besaran ketidakrataan perkerasan dibagi menjadi 3 (tiga) kriteria sebagai berikut.

1. $IRI \leq 6$ m/km: Permukaan perkerasan masih relatif baik
2. $6 \text{ m/km} < IRI \leq 12$ m/km: Permukaan perkerasan perlu diberi lapis perata (levelling)
3. $IRI > 12$ m/km: Permukaan perkerasan perlu rehabilitasi (*overlay*)

Persyaratan nilai ketidakrataan sesuai dengan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol adalah maksimal 4 m/km sesuai dengan Peraturan Menteri PU No.16/PRT/M/2014 tahun 2014.

Jarak pandang merupakan jarak yang dibutuhkan oleh pengemudi pada saat berkendara melihat suatu halangan yang membahayakan. Dalam TPGJAK 1997, jarak pandang terdiri dari jarak pandang henti (J_h) dan jarak pandang mendahului (J_d). Jarak pandang henti (J_h) merupakan jarak minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman ketika melihat ada halangan/bahaya.

Jarak pandang henti dihitung dengan Persamaan (3).

$$J_h = 0,694 + 0,004 \frac{V_R^2}{f} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- J_h = jarak pandang henti
- V_R = kecepatan rencana (km/jam)
- f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal (0,35–0,55)

Jarak pandang mendahului (J_d) merupakan jarak yang memungkinkan suatu kendaraan dapat mendahului kendaraan yang ada di depannya dengan aman sampai kendaraan dapat kembali ke lajur semula. J_d diukur dengan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm dari permukaan jalan. Jarak pandang mendahului dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- J_d = jarak pandang mendahului
- d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)
- d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula
- d_3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (30 m)
- d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari area berlawanan (m)

Sebagai konsekuensi logis awal mulanya permasalahan, maka upaya pencegahan serta penanggulangan kecelakaan lalu lintas harus melibatkan instansi terkait, sehingga perlu adanya penanggulangan kecelakaan lalu lintas secara mendalam (Apriansyah dan Trimurti, 2025).

METODE

Lokasi Penelitian berada di ruas Jalan Tol Cawang-Tanjung Priok-Pluit. Jenis penelitian menggunakan penelitian kuantitatif dengan data statistik dari laporan kecelakaan Departemen Pelayanan Lalu Lintas PT. Citra Marga Nusaphala Persada, Tbk selama periode tertentu. Penelitian ini berfokus pada pengumpulan data dan analisis data numerik terkait faktor-faktor penyebab kecelakaan, jumlah kecelakaan, jenis kendaraan yang terlibat, serta waktu dan lokasi kejadian di jalan tol. Data tersebut dianalisis dengan teknik statistik deskriptif untuk menggambarkan pola kecelakaan.

Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer

meliputi data kondisi jalan Tol Cawang-Tanjung Priok-Jembatan Tiga/Pluit, antara lain kelengkapan prasarana jalan dan kondisi jalan pada tahun 2024. Data sekunder berupa Laporan Bulanan Departemen Pelayanan Lalu Lintas, Geometrik Jalan dan rekapitulasi kecelakaan dari PT. Citra Marga Nusaphala Persada, Tbk selaku pengelola ruas Jalan Tol Cawang-Tanjung Priok-Jembatan Tiga/Pluit. Setelah mendapatkan data sekunder selanjutnya dianalisis. Hasil akhir penelitian ini menawarkan solusi alternatif pencegahan dan penanganan kecelakaan lalu lintas di masa mendatang di lokasi rawan terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Diagram alir penelitian digambarkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Jalan yang dibahas pada penelitian ini adalah Jalan Tol Cawang-Tanjung Priok-

Pluit dengan pembagian lokasi per segmen beserta panjangnya seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Denah Lokasi Penelitian dan Pembagian per Segmen

Identifikasi Segmen Tol Cawang-Tanjung Priok-Jembatan Tiga

ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 1. Identifikasi Segmen Tol Cawang- Tj. Priok-Pluit/Jembatan Tiga

Segmen/Ruas	Panjang (KM)		
IC Cawang-Kebon Nanas	00+000	-	01+200
Kebon Nanas-Pedati	01+200	-	02+400
Pedati-Jatinegara	02+400	-	03+600
Jatinegara-Rawamangun	03+600	-	04+800
Rawamangun-Pulomas	04+800	-	06+400
Pulomas-Cempaka Putih	06+400	-	07+200
Cempaka Putih-Sunter	07+200	-	08+400
Sunter-Podomoro	08+400	-	09+200
Podomoro-IC Tg Priok	09+200	-	12+00
Tj. Priok-Ancol Timur	12+00	-	18+00
Ancol Timur-Kemayoran	18+00	-	18+500
Kemayoran-Ancol Barat	18+500	-	20+800
Ancol Barat-Gedong Panjang 2	20+800	-	23+00
Gedong Panjang 2-Gedong Panjang 1	23+00	-	24+100
Gedong Panjang 1-Jembatan Tiga 2	24+100	-	25+200
Jembatan Tiga 2-Jembatan Tiga 1	25+200	-	25+900
Jembatan Tiga – IC Pluit	25+900	-	27+100

Data-data geometrik pada ruas Jalan Tol Cawang-Tj. Priok-Pluit ini meliputi tipe

jalan 6/2 UD, jumlah lajur 3, panjang ruas jalan 27,1 km, lebar lajur 3,25 m, lebar bahu

Analisis Kecelakaan Lalu (Sovana/ hal. 227-240)

dalam 0,5 m, lebar bahu dalam 1,15 m serta mempunyai median dan marka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas

Prinsip identifikasi faktor penyebab kecelakaan yang dominan merupakan

kejadian yang berulang, semakin sering terjadi suatu kecelakaan terhadap yang lain, kecenderungan dominasi faktor penyebab kecelakaan semakin kuat (Adawiyah dkk., 2021). Berikut rekapitulasi karakteristik kecelakaan lalu lintas pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan Berdasarkan	Tahun					Jumlah	%
	2020	2021	2022	2023	2024		
Tipe Kecelakaan							
a. Tunggal	70	62	55	41	45	273	35 %
b. Ganda	90	90	68	63	35	346	44 %
c. Beruntun	33	52	26	35	13	159	20 %
Total	193	204	149	139	93	778	100%
Faktor Penyebab							
a. Pengemudi	171	183	122	122	73	671	86%
b. Kendaraan	20	21	26	16	19	102	13%
c. Jalan	0	0	0	0	0	0	0%
d. Lingkungan	2	0	1	1	1	5	1%
Total	193	204	149	139	93	778	100%
Korban							
a. Luka Ringan	12	42	47	49	45	195	80%
b. Luka Berat	3	7	15	9	2	36	15%
c. Meninggal Dunia	2	3	5	3	0	13	5%
Total	17	52	67	61	47	244	100%
Waktu							
a. 00.00 - 06.00	21	29	28	34	21	133	17%
b. 06.00 - 12.00	74	77	47	33	26	257	33%
c. 12.00 - 18.00	68	60	48	49	26	251	32%
d. 18.00 - 24.00	30	38	26	23	20	137	18%
Total	193	204	149	139	93	778	100%
Hari							
a. Hari Kerja	163	158	114	100	67	602	77%
b. Hari Libur	30	46	35	39	26	176	23%
Total	193	204	149	139	93	778	100%
Cuaca							
a. Cerah	149	155	128	124	84	640	82%
b. Mendung	31	33	10	5	0	79	10%
c. Gerimis	7	11	8	8	5	39	5%
d. Hujan	6	5	3	2	4	20	3%
Total	193	204	149	139	93	778	100%
Kondisi Kendaraan							
a. Kendaraan tidak rusak	7	10	9	5	8	39	3%
b. Kendaraan rusak ringan	206	328	179	183	92	988	73%

Kecelakaan Berdasarkan	Tahun					Jumlah	%
	2020	2021	2022	2023	2024		
c. Kendaraan rusak berat	43	67	69	86	61	326	24%
Total	256	405	257	274	161	1353	100%
Jenis Kendaraan							
a. Golongan I	182	303	167	187	111	950	70%
b. Golongan II	59	73	65	57	30	284	21%
c. Golongan III	1	4	4	9	1	19	1%
d. Golongan IV	0	0	0	0	0	0	0%
e. Golongan V	14	25	21	21	19	100	7%
Total	256	405	257	274	161	1353	100%

Berdasarkan hasil analisis Tabel 2, kecelakaan paling dominan adalah kecelakaan ganda oleh faktor pengemudi, dengan korban paling banyak luka ringan, terjadi pukul 06.00-12.00 pada hari kerja, dan saat cuaca cerah di jalan utama, jenis kendaraan golongan I kendaraan rusak ringan.

2. Analisis Daerah Rawan Kecelakaan
a. Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK)

Metode AEK (Angka Ekuivalen Kecelakaan) dihitung dengan menjumlahkan kejadian kecelakaan pada setiap kilometer atau segmen kemudian dikalikan dengan nilai bobot sesuai dengan kelas korban Nilai bobot standar yang digunakan seperti pada Rumus 1 (Kojo dan Kawet, 2024). Hasil analisis AEK seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Nilai Angka Ekuivalen (AEK) Tahun 2020-2024

No.	Ruas Jalan	Jumlah Kejadian	Jumlah Korban			Nilai AEK
			MD	LB	LR	
1.	IC Cawang-Kebon Nanas	56	-	1	14	45
2.	Kebon Nanas-Pedati	31	-	-	5	15
3.	Pedati-Jatinegara	39	1	1	13	54
4.	Jatinegara-Rawamangun	43	1	1	5	30
5.	Rawamangun-Pulomas	47	-	3	11	42
6.	Pulomas-Cempaka Putih	30	-	4	9	39
7.	Cempaka Putih-Sunter	32	-	-	10	30
8.	Sunter-Podomoro	24	-	2	9	33
9.	Podomoro-IC Tg Priok	30	-	7	5	36
10.	Tj. Priok-Ancol Timur	211	9	9	51	258
11.	Ancol Timur-Kemayoran	32	-	1	10	33
12.	Kemayoran-Ancol Barat	33	-	2	7	27
13.	Ancol Barat-Gedong Panjang 2	22	-	2	4	18
14.	Gedong Panjang 2-Gedong Panjang 1	25	-	-	4	12
15.	Gedong Panjang 1-Jembatan Tiga 2	40	1	1	5	30
16.	Jembatan Tiga 2-Jembatan Tiga 1	38	-	1	10	33
17.	Jembatan Tiga 1-Pluit	45	1	1	7	36
Total		778	13	36	179	801

Nilai AEK tertinggi pada segmen 10, Tg. Priok-Ancol Timur dan AEK terendah

pada segmen 14 (Gedong Panjang 2-Gedong Panjang 1).

Analisis Kecelakaan Lalu (Sovana/ hal. 227-240)

b. Upper Control Limit (UCL)

Metode UCL (*Upper Control Limit*) digunakan untuk mengetahui lokasi yang rawan kecelakaan lalu lintas tiap segmen yang ada di jalan tol Cawang-Tanjung Priok-Pluit. Apabila tingkat kecelakaan yang melebihi batas nilai UCL maka dapat dikatakan daerah atau ruas jalan tersebut rawan kecelakaan (Simamora, 2011).

Dengan jumlah total nilai AEK pada tahun 2020-2024 = 801 pada 17 segmen pengamatan, maka nilai rata-rata (λ) dapat dihitung sebagai berikut.

$$\lambda = 801/17 = 47,1$$

$$\text{Faktor Probabilitas } (\psi) = 2,576$$

Hasil analisis Nilai *Upper Control Limit* (UCL) dengan Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) tahun 2020 -2024 ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

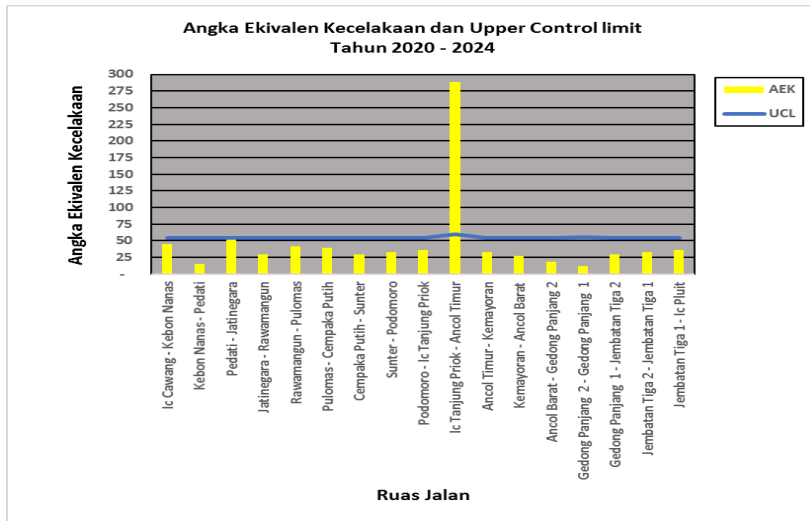
Tabel 4. Hasil Analisis Nilai *Upper Control Limit* (UCL) dengan Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) Tahun 2020 -2024

No.	Ruas Jalan	2020-2024		
		λ	AEK	UCL
1.	IC Cawang-Kebon Nanas	47,1	45	56
2.	Kebon Nanas-Pedati	47,1	15	55
3.	Pedati-Jatinegara	47,1	54	55
4.	Jatinegara-Rawamangun	47,1	30	54
5.	Rawamangun-Pulomas	47,1	42	55
6.	Pulomas-Cempaka Putih	47,1	39	55
7.	Cempaka Putih-Sunter	47,1	30	54
8.	Sunter-Podomoro	47,1	33	54
9.	Podomoro-IC Tg Priok	47,1	36	54
10.	Tj. Priok-Ancol Timur	47,1	258	60
11.	Ancol Timur-Kemayoran	47,1	33	54
12.	Kemayoran-Ancol Barat	47,1	27	54
13.	Ancol Barat-Gedong Panjang 2	47,1	18	56
14.	Gedong Panjang 2-Gedong Panjang 1	47,1	12	56
15.	Gedong Panjang 1-Jembatan Tiga 2	47,1	30	54
16.	Jembatan Tiga 2-Jembatan Tiga 1	47,1	33	54
17.	Jembatan Tiga 1-Pluit	47,1	36	54
Total			801	933

Berdasarkan Tabel 4 hasil dari perhitungan yang didapat UCL (*Upper Control Limit*) yang terlihat bahwa, segmen yang nilai UCL (*Upper Control Limit*) tertinggi dengan nilai 60 berada pada

segmen 10 selama lima tahun terakhir, sedangkan yang terendah dengan nilai 54 berada pada segmen 4,7,8,9,11,12,15,16 dan 17 selama lima tahun terakhir.

Grafik penentuan lokasi rawan kecelakaan dari nilai Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK) dan *Upper Control Limit* (UCL) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Penentuan Lokasi Rawan Kecelakaan

Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat dilihat nilai AEK yang menunjukkan nilai melebihi garis UCL adalah terjadi pada segmen 10 dengan nilai AEK = 288 dan UCL = 60, maka beresiko rawan terjadi kecelakaan. Sedangkan segmen yang lain berada dibawah garis UCL atau lebih kecil dari nilai UCL tidak beresiko rawan kecelakaan.

3. Analisis Kecepatan

Data kecepatan rata-rata diperoleh secara langsung di lapangan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melewati tiap segmen di sepanjang ruas Jalan Tol Cawang-Tj.Priok-Pluit. Berdasarkan hasil dari Grafik Angka Ekuivalen Kecelakaan dan *Upper Control Limit*, segmen 10 merupakan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Survei Kecepatan Kendaraan Segmen 10

Segmen	Vd (km/jam)	V (km/jam)	Keterangan V > Vd
10	60-80	62,64	memenuhi

Dari tabel diatas, didapatkan hasil bahwa kecepatan aktual pada Segmen 10 memenuhi standar yang berlaku yaitu mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

4. Analisis Jari-jari Tikungan

Analisis jari-jari tikungan (R) dilakukan dengan menggunakan data *As Built Drawing*

dari PT. Citra Marga Nusaphala Persada, Tbk. Berdasarkan gambar *As Built Drawing* besar jari-jari tikungan pada ruas jalan Ancol Timur-Tanjung Priok adalah sebesar 500 meter, dengan menggunakan tikungan jenis *Spiral-Circle-Spiral*.

Analisis jari-jari tikungan ditunjukkan pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Analisis Jari-jari Tikungan pada Ruas Jalan Tj.Priok-Ancol Timur

Ruas	V_R	R_{min} (m)	R (m)	Keterangan $R > R_{min}$ (m)
Tj.Priok-Ancol Timur	80 km/jam	210	500	memenuhi

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh nilai jari-jari pada ruas jalan Tj.Priok-Ancol Timur yaitu 500 meter, dimana nilai tersebut memenuhi jari-jari minimum sesuai standar teknis yaitu $500\text{ m} > 210\text{ m}$ untuk kecepatan rencana 80 km/jam.

5. Analisis Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti dibutuhkan setiap pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya dengan aman pada saat pengemudi mengetahui adanya halangan yang mungkin dapat membahayakan keselamatannya. Data yang digunakan untuk menghitung jarak pandang henti (Jh) jari-jari tikungan dan koefisien gesek pada

perkerasan aspal ($f=0,53$), diperoleh J_h segmen 10=73,08 m.

6. Analisis Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului dibutuhkan setiap pengemudi untuk dapat mendahului kendaraan yang ada didepannya dengan aman hingga kembali ke lajur semula. Data yang digunakan untuk menghitung jarak pandang mendahului (Jd) adalah kecepatan aktual (V). Berikut merupakan perhitungan untuk jarak pandang mendahului pada Segmen 10.

$$D_{operasional} = 45,09 + 166,47 + 30 + 110,98 = 352,54 \text{ meter}$$

Tabel 7. Perhitungan Jarak Pandang Mendahului

No.	Lokasi	Jarak Pandang Mendahului
1.	Segmen 10	352 m

Berdasarkan hasil analisis Tabel 7 yang dilakukan menurut ketentuan yang sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK, 1997) nilai jarak pandang henti minimum untuk jalan dengan kecepatan rencana 60 km/jam adalah sebesar 75 m dan nilai jarak pandang mendahului minimum untuk jalan dengan kecepatan rencana 60 km/jam adalah sebesar 350 m yang artinya nilai jarak pandang henti (Jh) pada segmen 10 Jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit tidak memenuhi syarat

TPGJAK 1997 dan nilai jarak pandang mendahului (Jd) pada segmen 10 Jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit sudah memenuhi syarat TPGJAK 1997.

7. Indeks Ketidakrataan Jalan (International Roughness Index)

Tabel 8 berikut adalah rekapitulasi nilai hasil pengujian indeks ketidakrataan (*roughness index*) secara keseluruhan pada jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit yang dilakukan menggunakan Mobil *Hawkeye*.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Pengujian Ketidakrataan pada Jalan Tol Cawang-Tj.Priok-Pluit

Jalur	Lajur	International Roughness Index (IRI) (1000m)		
		Min	Max.	Average
A (Cawang-Pluit)	L1 (A)	2,65	3,97	3,16
	L2 (A)	2,23	3,93	2,83

Jalur	Lajur	International Roughness Index (IRI) (1000m)		
		Min	Max.	Average
B (Cawang-Pluit)	L3 (A)	2,18	3,34	2,59
	L3 (B)	1,51	3,13	2,34
	L2 (B)	1,31	2,89	2,30
	L1 (B)	1,54	3,55	2,63
Nilai IRI terendah		1,31		
Nilai IRI tertinggi		3,97		
Nilai IRI rata-rata		2,64		

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat nilai minimum dan maksimum indeks ketidakrataan jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit adalah 1,31 m/km dan 3,97 m/km dengan nilai rata-rata sebesar 2,64 m/km.

8. Pengujian Kecepatan (*Skid Resistance*)

Rekapitulasi nilai hasil pengujian kecesatan (*skid resistance*) secara keseluruhan pada jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit pada tabel 9, yang dilakukan menggunakan alat Mu-meter

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kecepatan Jalan Tol Cawang-Tj.Priok-Pluit (per km)

Jalur	Lajur	Skid Resistance/ μ m (1000m)		
		Min	Max.	Average
A (Cawang-Pluit)	L1	0,50	0,77	0,55
	L2	0,45	0,70	0,54
	L3	0,45	0,58	0,52
B (Cawang-Pluit)	L3	0,47	0,57	0,51
	L2	0,43	0,59	0,52
	L1	0,48	0,70	0,55
Nilai IRI terendah		0,43		
Nilai IRI tertinggi		0,77		
Nilai IRI rata-rata		053		

Berdasarkan Tabel 9 di atas, hasil pengujian kecesatan pada jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit diperoleh nilai rata-rata kecesatan sebesar 0,53 μ m (nilai minimum 0,43 μ m dan maksimumnya 0,77 μ m).

Berikut adalah hasil pengujian keseluruhan

Skid Resistance \geq 0,33 μ m : 1,566/1,566 Titik (Per 100 meter)

Skid Resistance $<$ 0,33 μ m : 0/1,566 Titik (Per 100 meter)

Skid Resistance \geq 0,33 μ m : 100,00 %

Skid Resistance $<$ 0,33 μ m : 0,00 %

Sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor

16/PRT/M/2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol, nilai kecesatan (*skid resistance*) untuk perkerasan kaku maupun perkerasan lentur adalah \geq 0,33 μ m, untuk setiap lajur tidak rata-rata dengan hasil pengukuran tiap kilometer. Hasil pengujian kecesatan pada jalan tol Cawang-Tj.Priok-Pluit seluruhnya memenuhi tolak ukur yakni $>$ 0,33 μ m.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis rekapitulasi karakteristik kecelakaan lalu lintas pada Tabel 1, kecelakaan yang paling dominan adalah kecelakaan ganda oleh faktor manusia/pengemudi itu sendiri, dengan korban paling banyak adalah luka ringan.

Analisis Kecelakaan Lalu (Sovana/ hal. 227-240)

Terjadi pukul 06.00-12.00 pada hari kerja dan saat cuaca cerah di jalan utama. Jenis kendaraan yang paling dominan terlibat adalah kendaraan golongan I dengan kondisi kendaraan rusak ringan.

Daerah rawan kecelakaan pada ruas jalan Tj. Priok-Ancol Timur dengan nilai AEK lebih besar dari UCL, yaitu $288 > 60$.

Terdapat hubungan antara kondisi geometrik jalan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas, yaitu terlihat dari hasil analisis jari-jari tikungan pada ruas jalan Tj. Priok-Ancol Timur STA 16+800 diperoleh nilai $R = 500 \text{ m} > 210 \text{ m}$ (standar TPJAK 1997) yang artinya jari-jari tikungan sudah memenuhi syarat. Selain itu berdasarkan analisis Jarak Pandang Henti (Jh) nilai yang diperoleh lebih kecil dari standar TPJAK 1997 yang artinya belum memenuhi syarat. Hal yang sama juga berdasarkan analisis Jarak Pandang Mendahului (Jd) nilai yang diperoleh lebih besar dari standar TPJAK 1997 yang artinya sudah memenuhi syarat.

Selain itu nilai rata-rata ketidakrataaan pada jalan tol Cawang-Tj. Priok-Pluit adalah $2,64 \text{ m/km}$ yang artinya memenuhi tolok ukur standar pelayanan minimal, yaitu $\leq 4,00 \text{ m/km}$. Hal lain yaitu Nilai rata-rata kekesatan pada jalan tol Cawang-Tj. Priok-Pluit adalah $0,53 \mu\text{m}$ yang artinya memenuhi tolok ukur standar pelayanan minimal, yaitu $> 0,33 \mu\text{m}$. Terakhir lebar lajur tidak memenuhi ketentuan yang disyaratkan pada Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan No.007/BM/2009 (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2009) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2011). Kriteria Perencanaan Teknis Jalan yang seharusnya 3,5-3,6 meter. Selanjutnya lebar bahu pada ruas jalan tol Cawang-Tj. Priok-Pluit tidak sesuai dengan standar dengan lebar 1,15 meter dimana lebar yang disyaratkan adalah minimal 2 meter dan ideal 3,5 meter.

Alternatif pencegahan dan penanganan yang diberikan antara lain adalah pemasangan rambu-rambu peringatan lalu lintas pada lokasi yang rawan terjadi kecelakaan, perbaikan jalan yang rusak pada lokasi rawan kecelakaan, dan penambahan marka jalan. Solusi untuk lebar lajur yang sempit dan tidak sesuai ketentuan adalah memasang rambu dan marka jarak aman pada lajur, khususnya lajur 1. Jika sangat diperlukan dilakukan pelebaran lajur sesuai ketentuan. Alternatif ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas dan jatuhnya korban.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Rahmatullah, dan Surya, A. (2021). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas (Ruas Jalan KM 10 - KM 17 Gambut). *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, 10(1), 16-21.
- A'ini, H. N., Purnomoasri, R. A. D., Nursetyo, G. (2025). Analisis Kecelakaan di Jalan Raya Nganjuk-Madiun dengan Metode Angka Ekuivalen Kecelakaan dan Upper Control Limit. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 30(2), 60-68.
- Apriansyah dan Trimurti, E. (2025). Strategi Peningkatan Kinerja dan Keselamatan Jalan di Jalan Sulawesi Kota Pontianak. *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), 65-77.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (2009). *Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No. 007/BM/2009*. Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-09-2004-B Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas*. Jakarta.
- Ellytrina, D. F. dan Zhafirah, A. (2023). Analisis Pengaruh Geometrik Jalan

- terhadap Kecelakaan Lalu Lintas. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(2), 121-128.
- Eviza, V. (2022). Pengaruh Geometrik Jalan terhadap Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas. *Universitas Bung Hatta*.
- Hanafi, H., Rusgiyanto, F., dan 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), 49-58.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*. Jakarta.
- Kojo, R. dan Kawet, R. (2024). Analisis Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Penghubung Desa Kolongan Atas dan Desa Leilem Dengan Metode Angka Ekuivalen Kecelakaan (AEK). *Tekno*, 22(87), 221-231.
- Lestari, U. S., Yasruddin, dan Adawiyah, R. (2022). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas dan Penanganan Daerah Rawan Kecelakaan Jalan Ahmad Yani (Ruas KM 37 – KM 82) Kabupaten Banjar. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 6(2), 102-117.
- Pemerintah Indonesia. (2024). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 23 Tahun 2024 tentang Jalan Tol*. Jakarta.
- PT. Citra Marga Nusaphala Persada Tbk. (2024). *Laporan Bulanan*. Jakarta: Departemen Pelayanan Lalu Lintas.
- Simamora, M. A. (2011). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Tol Belmera. *Universitas Sumatera Utara*.
- Yandi, T., Lubis, F., dan Winayati. (2020). Karakteristik Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Yos Sudarso Rumbai Kota Pekanbaru. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 17-21.