

No.33/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2026

**ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS
PADA RUAS JALAN TOL BELMERA**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Pradhita Rizky Ananto
NIM. 2201411049

Dosen Pembimbing:
MAYA FRICILIA, S.T. M.T.
NIP. 199005182022032007

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN
JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PESETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS
PADA RUAS JALAN TOL BELMERA** yang disusun
oleh **Pradhita rizky ananto (NIM : 2201411049)** telah disetujui oleh
dosen pembimbing untuk di pertahankan sidang skripsi

Dosen Pembimbing:



MAYA ERICILIA, S.T. M.T.
NIP. 199005182022032007



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

**ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN
TOL BELMERA yang disusun oleh Pradhita Rizky Ananto (NIM 2201411049)
telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari
Selasa tanggal 23 Juni 2026**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T. NIP. 197808212008121002	
Anggota	Mukhlisya Dewi Ratna P, S.Pd., M.T. NIP. 198909152022032007	
Anggota	Eva Azhara Latifa, S.T., M.T. NIP. 196205071986032003	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.

NIP 196605181990102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini, Saya :

Nama : Pradhita Rizky Ananto

NIM : 2201411049

Program Studi : D-4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Alamat Email : pradhita.rizky.ananto.ts22@mhsw.pnj.ac.id

Judul Skripsi : ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN TOL BELMERA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah dilakukan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan. Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 5 Juni 2026

Yang menyatakan,

Pradhita Rizky Ananto

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

“Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera)”

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil. Penyusunan penelitian ini merupakan proses panjang yang tidak hanya menuntut kemampuan akademik, tetapi juga ketekunan, kedisiplinan, konsistensi, serta semangat untuk terus belajar dan berkembang. Setiap tahapan penelitian, mulai dari pengumpulan data, pengolahan, analisis hingga penyusunan laporan, menjadi pengalaman berharga yang memperkaya wawasan penulis mengenai pentingnya keselamatan transportasi jalan sebagai bagian dari pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan.

Penelitian ini lahir dari keinginan penulis untuk memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan keselamatan lalu lintas, khususnya pada Jalan Tol Belmera yang memiliki peran strategis sebagai salah satu urat nadi mobilitas masyarakat dan distribusi logistik di Sumatera Utara. Melalui penelitian ini, penulis berupaya mengidentifikasi karakteristik kecelakaan, menentukan lokasi rawan kecelakaan (*black spot*), menganalisis tingkat kecelakaan dan fatalitas, serta mengkaji besarnya kerugian ekonomi akibat kecelakaan guna menghasilkan rekomendasi penanganan yang tepat dan aplikatif.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu saya tercinta, izinkan aku mengucapkan semua beban yang bercampur bangga telah aku rengkuh, terimakasih semua berpihak kepadaku, pasti doamu yang lancarkan upayaku, mesti doa yang meluncur dari bibirmu, dan yang kau tau kau takan pernah berhenti, tumbuhku kini, semoga sesuai yang kau impi.
2. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Papa, kakak, dan adik tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta semangat kepada penulis dalam setiap proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan dukungan mereka menjadi salah satu motivasi terbesar bagi penulis untuk menyelesaikan studi dengan baik.
3. Ibu Maya Fricilia, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta memberikan arahan dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Kak Qisthina Tamimi dan Mbak Agrelia Barus selaku mentor pertama penulis selama menjalani pengalaman kerja, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta berbagai pengetahuan dan pengalaman mengenai dunia kerja. Terima kasih atas bantuan, kesediaannya dalam membantu penulis memperoleh data serta informasi yang diperlukan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. PT Jasa Marga (Persero) Tbk yang telah memberikan dukungan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini.
6. Meutia Rahmadanti selaku orang yang sangat dicintai oleh penulis terimakasih sudah bertahan sejauh ini, terimakasih atas semua kesabaran yang telah di berikan, terimakasih sudah memberikan motivasi yang membuat penulis semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.
7. juga mengucapkan terima kasih kepada Galih F.A., M. Hafizh A.S., M.Zaki Sahputra dan Ackmario Marrin sebagai teman seperjuangan di Kampus yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, serta semangat selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, serta berbagai pengalaman yang telah dilalui bersama sehingga mampu menjadi penghibur dan penyemangat bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan selama menempuh pendidikan.
8. Terima kasih kepada Manchester United Football Club, yang telah menjadi inspirasi dalam hal kerja keras, kedisiplinan, dan komitmen untuk terus berkembang. Nilai-nilai tersebut memberikan motivasi bagi saya dalam menjalani proses magang serta menyelesaikan laporan ini dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan keilmuan di bidang teknik sipil khususnya transportasi, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan keselamatan jalan dan manajemen kecelakaan lalu lintas.

Akhir kata, penulis berharap segala usaha, waktu, dan pemikiran yang telah dicurahkan dalam penelitian ini dapat menjadi langkah kecil yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan keselamatan transportasi di Indonesia.

Depok, 5 Juni 2026

Pradhita Rizky Ananto



DAFTAR ISI

HALAMAN PESETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>State Of The Art</i>	8
2.2 Penelitian Terdahulu.....	9
2.3 Batasan Masalah.....	13
2.4 Jalan.....	14
2.5 Jalan Tol	15
2.6 Kecelakaan Lalu Lintas.....	15
2.6.1 Pengertian Kecelakaan Lalu Lintas.....	15
2.6.2 Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas.....	16
2.6.3 Klasifikasi Tingkat Keparahan Korban (<i>Severity Level</i>).....	16
2.7 Klasifikasi Karakteristik Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas	16
2.8 Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas	18
2.8.1 Tingkat Kecelakaan (<i>Accident Rate</i>).....	19
2.8.2 Tingkat Fatalitas (<i>Fatality Rate</i>)	20
2.9 Daerah Rawan Kecelakaan	20

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.9.1	Angka Ekvivalen Kecelakaan / <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN) .21	21
2.9.2	Batas Kontrol Atas / <i>Upper Control Limit</i> (UCL).....21	21
2.9.3	Penetapan Titik Rawan Kecelakaan (<i>Blackspot</i>).....22	22
2.10	Uji Statistik <i>One-Way Analysis of Variance</i> (ANOVA)23	23
2.10.1	Justifikasi Pemilihan <i>One-Way</i> ANOVA.....24	24
2.10.2	Uji Asumsi Dasar ANOVA.....24	24
2.10.3	Uji Lanjutan (<i>Post-Hoc Test</i>).....24	24
2.11	Metode <i>The Gross Output</i> (<i>Human Capital</i>).....25	25
2.11.1	Definisi dan Kategori Biaya Kecelakaan25	25
2.11.2	Biaya Satuan Korban Kecelakaan Tahun Dasar.....26	26
2.11.3	Proyeksi Estimasi Biaya Korban Kecelakaan26	26
2.11.4	Perhitungan Total Besar Biaya Korban (<i>Total Cost</i>).....27	27
2.12	Strategi Mitigasi dan Penanganan Teknis Daerah Rawan Kecelakaan27	27
2.12.1	Penanganan Teknis Infrastruktur dan Lingkungan Jalan28	28
2.12.2	Mitigasi Berdasarkan Faktor Manusia dan Kendaraan28	28
2.12.3	Penyesuaian Strategi Berdasarkan Pola Waktu Kejadian29	29
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN30	30
3.1	.Lokasi Penelitian.....30	30
3.2	Diagram Alir Penelitian.....32	32
	Tahapan Pengumpulan Data.....33	33
3.2.1	Metode Pengolahan dan Analisis Data.....33	33
3.2.2	Interpretasi Hasil Analisis Data.....36	36
3.3	Jadwal Penelitian.....37	37
BAB IV	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....38	38
4.1	Gambaran Umum Lokasi Studi.....38	38
4.2	Data Sekunder39	39
4.2.1	Data Kecelakaan Lalu Lintas40	40
4.2.2	Data Volume Lalu Lintas.....44	44
4.3	Tingkat Keparahan Kecelakaan Lalu Lintas44	44
4.3.1	Analisis Tingkat Keparahan Kecelakaan Lalu Lintas45	45
4.4	Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan46	46
4.4.1	Analisis Faktor Pengemudi47	47
4.4.2	Analisis Faktor Kendaraan.....49	49
4.4.3	Analisis Faktor Lingkungan.....50	50
4.4.4	Analisis Faktor Jalan51	51



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.5	Rekapitulasi Faktor Penyebab Kecelakaan	53
4.5	Analisis Data Karakteristik Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas.....	54
4.5.1	Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas berdasarkan waktu (Bulan)	54
4.5.2	Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas berdasarkan waktu (Hari)...	56
4.5.3	Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas berdasarkan waktu (Kategori hari)	57
4.5.4	Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas berdasarkan waktu (Interval 6 jam)	58
4.5.5	Analisis kejadian kecelakaan lalu lintas berdasarkan waktu (Interval 2 Jam)	60
4.5.6	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Kondisi Cuaca	62
4.5.7	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Lokasi Kecelakaan	63
4.5.8	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kecelakaan	65
4.5.9	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jumlah Kendaraan yang Terlibat	68
4.5.10	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kendaraan	69
4.5.11	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kelamin Pengemudi.....	71
4.5.12	Analisis Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Tingkat Kerusakan Kendaraan	73
4.6	Analisis Tingkat Kecelakaan (<i>Accident Rate</i>) dan Tingkat Fatalitas (<i>Fatality Rate</i>).....	75
4.6.1	Analisis Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas Tahun 2021	75
4.6.2	Analisis Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas Tahun 2022	76
4.6.3	Analisis Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas Tahun 2023	78
4.6.4	Analisis Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas Tahun 2024	79
4.6.5	Analisis Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas Tahun 2025	81
4.6.6	Rekapitulasi Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas (2021–2025)	82
4.7	Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan (<i>Black Spot</i>)	84
4.7.1	Perhitungan <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN)	84
4.7.2	Batas Kontrol Atas / <i>Upper Control Limit</i> (UCL).....	85
4.7.3	Perhitungan <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN) & <i>Upper Control Limit</i> (UCL) Jalur A	85



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.7.4	Penentuan <i>Upper Control Limit</i> (UCL) Jalur A.....	88
4.7.5	Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan (<i>Black Spot</i>) Jalur A.....	89
4.7.6	Perhitungan <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN) & <i>Upper Control Limit</i> (UCL) Jalur B	91
4.7.7	Penentuan Batas Kontrol Atas (UCL) Jalur B.....	93
4.7.8	Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan (<i>Black Spot</i>) Jalur B.....	94
4.8	Pengujian Hipotesis Dengan Metode <i>One-Way ANOVA</i>	96
4.8.1	Perumusan Hipotesis dan Kriteria Pengujian.....	96
4.8.2	Analisis Varians Satu Arah (<i>One-Way ANOVA</i>) Berdasarkan Faktor Hari Kejadian Kecelakaan.....	97
4.8.3	Analisis Varians Satu Arah (<i>One-Way ANOVA</i>) Berdasarkan Interval Waktu (6 Jam) Kejadian Kecelakaan	99
4.8.4	Analisis Varians Satu Arah (<i>One-Way ANOVA</i>) Berdasarkan Interval Waktu (Per 2 Jam) Kejadian Kecelakaan.....	102
4.8.5	Analisis Varians Satu Arah (<i>One-Way ANOVA</i>) Berdasarkan Faktor Kondisi Cuaca	104
4.8.6	Analisis Varians Satu Arah (<i>One-Way ANOVA</i>) Berdasarkan Faktor Jenis Kelamin Pengemudi.....	107
4.8.7	Analisis Varians Satu Arah (<i>One-Way ANOVA</i>) Berdasarkan Faktor Jenis Kendaraan	109
4.9	Analisis Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Metode <i>The Gross Output (Human Capital)</i>	111
4.9.1	Analisis Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Metode <i>The Gross Output (Human Capital)</i> Tahun 2021	111
4.9.2	Analisis Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Metode <i>The Gross Output (Human Capital)</i> Tahun 2022	114
4.9.3	Analisis Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Metode <i>The Gross Output (Human Capital)</i> Tahun 2023	116
4.9.4	Analisis Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Metode <i>The Gross Output (Human Capital)</i> Tahun 2024	118
4.9.5	Analisis Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Metode <i>The Gross Output (Human Capital)</i> Tahun 2025	120
4.9.6	Rekapitulasi Total Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tahun 2021-2025	122
4.10	Usulan Rekayasa Teknis dan Mitigasi Kecelakaan pada Ruas Jalan Tol Belmera	124
4.10.1	Rekayasa Infrastruktur (<i>Engineering</i>).....	124
4.10.2	Penegakan hukum (<i>Enforcement</i>)	132
4.10.3	Edukasi (<i>Education</i>).....	136



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.10.4	Rekomendasi Penanganan Prioritas	137
4.11	Rangkuman Pembahasan Hasil	138
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	143
5.1	Kesimpulan	143
5.2	Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA.....		145
LAMPIRAN.....		147





DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Biaya Satuan Korban Kecelakaan BSKO.....	26
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	37
Tabel 4. 1 Data Kecelakaan Lalu Lintas	40
Tabel 4. 2 Data Volume Lalu Lintas.....	44
Tabel 4. 3 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Tingkat Keparahan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	45
Tabel 4. 4 Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Pengemudi pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	48
Tabel 4. 5 Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Kendaraan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	49
Tabel 4. 6 Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Lingkungan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	50
Tabel 4. 7 Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Jalan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	51
Tabel 4. 8 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Bulan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	54
Tabel 4. 9 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Hari pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	56
Tabel 4. 10 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Kategori Hari pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	57
Tabel 4. 11 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Waktu Interval 6 Jam pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	59
Tabel 4. 12 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Waktu Interval 6 Jam pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	60
Tabel 4. 13 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Cuaca pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	62
Tabel 4. 14 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Lokasi Kecelakaan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	64
Tabel 4. 15 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kecelakaan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	66
Tabel 4. 16 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jumlah Kendaraan yang Terlibat pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	68
Tabel 4. 17 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kendaraan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	70
Tabel 4. 18 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kelamin Pengemudi pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	72
Tabel 4. 19 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Tingkat Kerusakan Kendaraan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	73
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas (2021–2025)....	82
Tabel 4. 21 Data Kecelakaan pada Jalur A Sebelum Dilakukan Pembobotan	86
Tabel 4. 22 Data Kecelakaan pada Jalur A Sesudah Dilakukan Pembobotan	87

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 23 Daftar Daerah Rawan Kecelakaan (Black Spot) Jalur A Tol Belmera (2021-2025)	89
Tabel 4. 24 Data Kecelakaan pada Jalur B Sebelum Dilakukan Pembobotan	91
Tabel 4. 25 Data Kecelakaan pada Jalur B Sesudah Dilakukan Pembobotan.....	92
Tabel 4. 26 Daftar Daerah Rawan Kecelakaan (Black Spot) Jalur B Tol Belmera (2021-2025)	94
Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Statistik One-Way ANOVA Berdasarkan Hari Kejadian (Deskriptif, Homogenitas, dan ANOVA)	97
Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Statistik One-Way ANOVA Berdasarkan Interval Waktu (2 Jam) (Deskriptif, Homogenitas, dan ANOVA)	99
Tabel 4. 29 Hasil Uji Lanjut Multiple Comparisons (Bonferroni) Berdasarkan Interval Waktu (2 Jam)	101
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Statistik One-Way ANOVA Berdasarkan Interval Waktu (2 Jam) (Deskriptif, Homogenitas, dan ANOVA)	102
Tabel 4. 31 Hasil Uji Lanjut Multiple Comparisons (Bonferroni) Berdasarkan Interval Waktu (2 Jam)	104
Tabel 4. 32 Hasil Pengujian Statistik One-Way ANOVA Berdasarkan Faktor Cuaca (Deskriptif, Homogenitas, dan ANOVA)	105
Tabel 4. 33 Hasil Uji Lanjut Multiple Comparisons (Games Howell) Berdasarkan Faktor Cuaca	106
Tabel 4. 34 Hasil Pengujian Statistik One-Way ANOVA Berdasarkan Cuaca Faktor Jenis Kelamin	107
Tabel 4. 35 Hasil Pengujian Statistik One-Way ANOVA Berdasarkan Cuaca Faktor Jenis Kelamin	109
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tol Belmera Tahun 2021	113
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tol Belmera Tahun 2022	115
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tol Belmera Tahun 2023	118
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tol Belmera Tahun 2024	120
Tabel 4. 40 Rekapitulasi Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tol Belmera Tahun 2025	122
Tabel 4. 41 Rekapitulasi Total Besaran Biaya Korban Kecelakaan (BBKO) Tol Belmera 2021-2025	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Ruas Jalan Tol Belawan – Medan – Tanjung Morawa	30
Gambar 3. 2 Peta Pembagian Seksi Ruas Jalan Tol Belawan – Medan – Tanjung Morawa	31
Gambar 4. 1 sub ruas jalan Tol BELMERA.....	39
Gambar 4. 2 Rekapitulasi Jenis Kecelakaan	46
Gambar 4. 3 Grafik Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Pengemudi pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	48
Gambar 4. 4 Grafik Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Kendaraan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	49
Gambar 4. 5 Grafik Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Lingkungan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	51
Gambar 4. 6 Grafik Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Faktor Jalan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	52
Gambar 4. 7 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Bulan pada Jalan Tol Belmera Tahun 2021–2025	55
Gambar 4. 8 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Hari pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	56
Gambar 4. 9 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Kategori Hari pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	58
Gambar 4. 10 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Waktu Interval 6 Jam pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	59
Gambar 4. 11 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Waktu Interval 2 Jam pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	61
Gambar 4. 12 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Cuaca pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	63
Gambar 4. 13 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Lokasi Kecelakaan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	64
Gambar 4. 14 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kecelakaan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	67
Gambar 4. 15 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jumlah Kendaraan yang Terlibat pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	69
Gambar 4. 16 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kendaraan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	70
Gambar 4. 17 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Jenis Kelamin Pengemudi pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025.....	72

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 18 Grafik Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Berdasarkan Tingkat Kerusakan Kendaraan pada Jalan Tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) Tahun 2021–2025	74
Gambar 4. 19 Grafik Trend Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas (2021–2025)	83
Gambar 4. 20 Daftar Daerah Rawan Kecelakaan (Black Spot) Jalur A Tol Belmera (2021-2025).....	90
Gambar 4. 21 Daftar Daerah Rawan Kecelakaan (Black Spot) Jalur B Tol Belmera (2021-2025).....	95
Gambar 4. 22 Rumble Strip	125
Gambar 4. 23 Marka reflektif termoplastik.....	125
Gambar 4. 24 Raised pavement marker (<i>cat eye</i>).	126
Gambar 4. 25 Delineator pada tikungan dan median	127
Gambar 4. 26 Chevron sign	127
Gambar 4. 27 Peningkatan Sistem Penerangan Jalan Tol	128
Gambar 4. 28 Variable Message Sign (VMS).....	129
Gambar 4. 29 <i>Guardrail</i>	130
Gambar 4. 30 Wire rope safety barrier	131
Gambar 4. 31 crash cushion	132
Gambar 4. 32 <i>Speed Camera</i>	133
Gambar 4. 33 ETLE	133



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing	148
Lampiran 2 Formulir SI-2 Lembar Pengesahan	149
Lampiran 3 lembar asistensi	150
Lampiran 4 persetujuan	151
Lampiran 5 lembar bebas pinjaman urusan administrasi	152
Lampiran 6 Lembar Persetujuan Pembimbing	153
Lampiran 7 Lembar Persetujuan Penguji 1	154
Lampiran 8 Lembar Asistensi Penguji 1	155
Lampiran 9 Lembar Persetujuan Penguji 2	156
Lampiran 10 Lembar Asistensi Penguji 2	157
Lampiran 11 Lembar Persetujuan Penguji 3	158
Lampiran 12 Lembar Asistensi Penguji 3	159





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan tol merupakan infrastruktur transportasi yang didesain secara spesifik sebagai jalan bebas hambatan guna meningkatkan efisiensi mobilitas dan mendorong pertumbuhan ekonomi suatu wilayah (Sasongko et al., 2025). Sebagai bagian dari jaringan jalan nasional, jalan tol dirancang dengan standar geometrik dan operasional yang tinggi untuk meminimalisasi konflik lalu lintas, sehingga secara teoritis seharusnya memiliki tingkat keselamatan yang jauh lebih baik dibandingkan jalan arteri biasa. Di Provinsi Sumatera Utara, ruas Jalan Tol Belmera sepanjang ± 34 kilometer memegang peranan krusial sebagai jalur mobilitas logistik dan komuter yang menghubungkan Pelabuhan Belawan dengan pusat Kota Medan serta kawasan industri di Tanjung Morawa. Tingginya aktivitas distribusi barang dan mobilitas masyarakat menyebabkan ruas tol ini dilalui oleh campuran kendaraan pribadi, kendaraan penumpang umum, serta kendaraan logistik seperti truk dan kontainer dengan volume lalu lintas yang tinggi setiap harinya.

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai media nasional melaporkan kejadian kecelakaan di Tol Belmera, melibatkan bus, truk, kendaraan pribadi hingga kebakaran kendaraan. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan keselamatan di ruas tersebut masih menjadi perhatian publik dan pengelola jalan tol.

Dan berdasarkan data operasional dan laporan kecelakaan lalu lintas yang di peroleh dari PT Jasa Marga (Persero) tbk., tingkat kecelakaan di Ruas Tol Belmera masih menjadi permasalahan serius. Karakteristik lalu lintas yang heterogen antara kendaraan ringan dan kendaraan berat meningkatkan potensi konflik lalu lintas, terutama pada jam sibuk, kondisi cuaca tertentu, maupun pada segmen jalan dengan kepadatan tinggi. Kecelakaan yang terjadi tidak hanya menimbulkan kerugian materiil, tetapi juga mengakibatkan korban luka hingga meninggal dunia. Kendaraan logistik yang memiliki dimensi dan beban besar cenderung menyebabkan tingkat fatalitas yang lebih tinggi ketika terjadi kecelakaan, sedangkan dominasi kendaraan pribadi berkontribusi terhadap meningkatnya frekuensi kecelakaan akibat tingginya volume lalu lintas dan variasi perilaku berkendara pengguna jalan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk mengevaluasi kinerja keselamatan suatu ruas jalan, tidak cukup hanya dengan melihat frekuensi kejadian sesaat, melainkan perlu dianalisis fluktuasi Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas dalam jangka waktu yang panjang. Evaluasi data historis sangat penting untuk mengetahui apakah tren keselamatan di Tol Belmera mengalami perbaikan atau justru penurunan seiring dengan dinamika pertumbuhan lalu lintas. Selain itu, identifikasi pola kecelakaan berdasarkan waktu kejadian, kondisi cuaca, jenis kendaraan, dan karakteristik pengguna jalan diperlukan untuk menentukan faktor dominan penyebab kecelakaan secara lebih objektif dan terukur.

Di sisi lain, tingginya angka kecelakaan lalu lintas juga berdampak pada meningkatnya kerugian ekonomi akibat kecelakaan, baik berupa kerusakan kendaraan, korban luka, kehilangan produktivitas, maupun korban meninggal dunia. Namun demikian, evaluasi keselamatan jalan pada ruas Tol Belmera masih jarang dikaitkan dengan perhitungan besaran biaya kecelakaan lalu lintas secara kuantitatif. Padahal, analisis biaya kecelakaan menggunakan metode *The Gross Output (Human Capital)* berdasarkan Pedoman penting dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian ekonomi yang ditimbulkan akibat kecelakaan lalu lintas dan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penanganan keselamatan jalan yang lebih efektif dan efisien.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut. Penelitian ini akan mengevaluasi tren Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas di Tol Belmera, menentukan area rawan kecelakaan (*blackspot*), serta membuktikan signifikansi pengaruh variabel temporal (waktu) dan spasial (lokasi) terhadap frekuensi kecelakaan melalui pendekatan uji statistik One-Way ANOVA (Fahza & Widyastuti, 2019). Selain itu, penelitian ini juga akan menghitung besaran biaya kecelakaan lalu lintas menggunakan metode *The Gross Output (Human Capital)* guna mendukung penyusunan rekomendasi rekayasa teknis dan strategi mitigasi kecelakaan yang tepat sasaran. Hasil dari kajian komprehensif ini diharapkan dapat menjadi rujukan analitis bagi pihak pengelola jalan tol dalam merumuskan kebijakan keselamatan yang berbasis data, terukur, dan berorientasi pada pengurangan risiko kecelakaan secara berkelanjutan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Identifikasi Masalah

1. Tingginya angka kecelakaan lalu lintas pada ruas Jalan Tol Belmera masih menjadi permasalahan keselamatan transportasi yang menimbulkan kerugian materiil, korban luka, hingga korban jiwa.
2. Fluktuasi Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas pada ruas Jalan Tol Belmera selama periode 2021–2025 menunjukkan adanya kecenderungan risiko keselamatan jalan yang belum terpetakan secara menyeluruh berdasarkan karakteristik kejadian, kendaraan, dan korban.
3. Belum teridentifikasinya secara pasti lokasi rawan kecelakaan (*blackspot*) yang paling kritis pada ruas Jalan Tol Belmera menyebabkan penanganan keselamatan jalan belum dapat diprioritaskan secara tepat dan terukur.
4. Evaluasi lokasi *blackspot* pada ruas Jalan Tol Belmera masih belum banyak menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis pembobotan Equivalent Accident Number (EAN) dan validasi Upper Control Limit (UCL) secara terpadu untuk memastikan tingkat akurasi lokasi kritis.
5. Belum terdapat kajian statistik yang komprehensif untuk membuktikan apakah faktor hari, waktu, cuaca, jenis kelamin pelaku, dan jenis kendaraan memiliki hubungan atau perbedaan yang signifikan terhadap tingkat kecelakaan di ruas Jalan Tol Belmera.
6. Upaya rekayasa teknis dan mitigasi kecelakaan pada lokasi rawan kecelakaan masih belum sepenuhnya didasarkan pada hasil analisis faktor dominan penyebab kecelakaan serta perhitungan besaran biaya kecelakaan lalu lintas menggunakan metode *The Gross Output (Human Capital)* berdasarkan Pedoman Pd T-02-2005-B.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik, tingkat keparahan, faktor penyebab dan tren kecelakaan lalu lintas di ruas Jalan Tol Belmera selama periode 2021–2025?
2. Di manakah sebaran lokasi rawan kecelakaan (*blackspot*) yang paling kritis pada ruas Jalan Tol Belmera dengan menggunakan pembobotan Equivalent Accident Number (EAN) dan divalidasi dengan Upper Control Limit (UCL)?
3. Apakah terdapat korelasi atau perbedaan yang signifikan secara statistik antara faktor-faktor penyebab kecelakaan terhadap tingkat kecelakaan?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Bagaimana estimasi besaran kerugian ekonomi akibat kecelakaan sebagai dasar penentuan prioritas penanganan, serta bagaimana bentuk rekayasa teknis dan mitigasi kecelakaan yang paling efektif untuk diterapkan pada lokasi *blackspot* terpilih?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi dan mengevaluasi pola karakteristik serta tren kecelakaan di ruas Jalan Tol Belmera selama periode 2021–2025 untuk memetakan profil risiko dominan.
2. Menentukan dan memvalidasi sebaran lokasi rawan kecelakaan (*blackspot*) pada ruas Jalan Tol Belmera melalui integrasi metode *Equivalent Accident Number* (EAN) dan *Upper Control Limit* (UCL) guna memastikan akurasi pemilihan lokasi kritis.
3. Menganalisis signifikansi statistik korelasi antara faktor eksternal (hari, waktu, cuaca) dan karakteristik pengemudi/kendaraan terhadap kejadian kecelakaan sebagai basis penentuan faktor penyebab utama.
4. Merumuskan rekomendasi rekayasa teknis dan strategi mitigasi kecelakaan pada lokasi studi yang didukung oleh analisis Perhitungan besaran biaya kecelakaan untuk menentukan prioritas penanganan yang layak secara ekonomi.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Secara Teoritis

- a. Pengembangan Ilmu Rekayasa: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik terhadap pengembangan ilmu teknik sipil dan rekayasa transportasi, khususnya pada bidang keselamatan jalan tol. Kontribusi tersebut diwujudkan melalui penerapan analisis statistik kecelakaan, identifikasi lokasi rawan kecelakaan (*blackspot*), serta evaluasi faktor-faktor dominan penyebab kecelakaan sebagai pendekatan berbasis data dalam kajian keselamatan lalu lintas.
- b. Referensi Penelitian: Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis Tingkat Kecelakaan dan Tingkat Fatalitas pada jalan tol. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan metodologis dalam penerapan metode *Equivalent*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Accident Number (EAN), *Upper Control Limit* (UCL), dan pengujian statistik seperti *One-Way ANOVA* dalam studi keselamatan transportasi.

- c. Validasi Standar: Penelitian ini diharapkan mampu memberikan validasi empiris terhadap efektivitas pendekatan analisis statistik dan metode identifikasi *blackspot* dalam mengevaluasi tingkat keselamatan jalan tol. Dengan demikian, hasil penelitian dapat memperkuat pengembangan model analisis keselamatan jalan yang lebih sistematis, terukur, dan berbasis evidensi ilmiah

2. Secara Praktis

A. Bagi Pemerintah dan Regulator (Kementerian PUPR, BPJT, & Dishub)

- a. Penyusunan Kebijakan: Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan keselamatan lalu lintas dan transportasi, khususnya dalam penetapan program prioritas penanganan kecelakaan pada ruas jalan tol dengan tingkat risiko kecelakaan yang tinggi.
- b. Audit Keselamatan Jalan: Penelitian ini dapat mendukung proses audit keselamatan jalan melalui penyediaan informasi kuantitatif terkait pola kecelakaan, tingkat fatalitas, serta identifikasi lokasi *blackspot* yang diperoleh melalui pendekatan analisis statistik dan metode evaluasi keselamatan jalan.
- c. Perencanaan Wilayah: Informasi yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pendukung dalam perencanaan pengembangan infrastruktur transportasi dan peningkatan fasilitas keselamatan jalan guna menciptakan sistem transportasi yang lebih aman, efektif, dan berkelanjutan.

B. Bagi Pengelola Jalan Tol (PT Jasa Marga)

- a. Prioritas Penanganan: Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pengelola jalan tol dalam menentukan prioritas penanganan pada lokasi-lokasi dengan tingkat risiko kecelakaan tertinggi berdasarkan hasil identifikasi *blackspot* dan analisis tingkat fatalitas kecelakaan.
- b. Mitigasi Risiko: Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi mitigasi risiko kecelakaan melalui penerapan rekayasa teknis, peningkatan fasilitas keselamatan jalan, serta optimalisasi manajemen

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lalu lintas yang didukung oleh analisis efektivitas biaya (*accident cost analysis*).

C. Bagi Pengguna Jalan

- a. Peningkatan Keselamatan: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengguna jalan melalui rekomendasi peningkatan fasilitas dan sistem keselamatan pada ruas Jalan Tol Belmera, sehingga mampu mendukung terciptanya kondisi lalu lintas yang lebih aman dan nyaman.
- b. Edukasi Lokasi Rawan: Memberikan informasi tersirat mengenai faktor faktor terjadinya kecelakaan, area-area yang memerlukan kewaspadaan tinggi dan kerugian dalam satu insiden kecelakaan, sehingga pengguna jalan dapat menyesuaikan kecepatan berkendara.

1.6 Sistematika Penulisan

untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan terstruktur mengenai isi penelitian ini, pembahasan disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi rangkuman penelitian terdahulu yang relevan, landasan teori mengenai karakteristik jalan, kecelakaan lalu lintas, Tren kecelakaan, analisis pengujian statistik, metode perhitungan kerugian kecelakaan dan strategi mitigasi dan penanganan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi uraian mengenai lokasi penelitian, tahapan pengumpulan data, diagram alir, tahapan pengumpulan data , metode pengumpulan data, interpretasi hasil analisis data dan jadwal penelitian.

BAB IV : DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi penyajian data gambaran umum Lokasi studi data sekunder yang di gunakan dalam analisis, hasil analisis profil kecelakaan, hasil analisis tren kecelakaan, hasil



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

analisis daerah rawan kecelakaan, hasil analisis biaya kerugian kecelakaan dan strategi mitigasi dan penanganan.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan akhir dari hasil analisis dan saran untuk menjawab permasalahan pada penelitian

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sudah di analisis pada ruas Jalan Tol Belmera tahun 2021–2025, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Profil kecelakaan di Tol Belmera didominasi oleh kecelakaan tunggal yang sebagian besar disebabkan oleh faktor manusia, terutama kurangantisipasi dan mengantuk. Kecelakaan umumnya terjadi di Jalur cepat dan pada jam sibuk sore hari dengan keterlibatan kendaraan pribadi dan angkutan logistik. Berdasarkan analisis tren kecelakaan tahun 2021–2025, nilai Accident Rate tertinggi terjadi pada tahun 2023 sebesar 13,11 per 100 JPKP, sedangkan Fatality Rate tertinggi terjadi pada tahun 2025 sebesar 1,16 per 100 JPKP.
2. Metode pembobotan *Equivalent Accident Number (EAN)* dan *Upper Control Limit (UCL)* menetapkan 18 titik black spot. Jalur A memiliki titik paling kritis di KM 27 s.d. 28, sedangkan Jalur B memiliki titik paling kritis di KM 25 s.d. 26. Segmen KM 20 s.d. 21 pada Jalur A memiliki jumlah korban meninggal dunia terbanyak, sedangkan pada Jalur B jumlah korban meninggal dunia terbanyak terdapat di segmen KM 15 s.d. 16 dan KM 32 s.d.
3. Pembuktian statistik *One-Way ANOVA* menegaskan bahwa variabel interval waktu (jam), kondisi cuaca, jenis kelamin, dan jenis kendaraan memberikan perbedaan yang sangat signifikan terhadap fluktuasi tingkat kecelakaan. Sebaliknya, faktor hari kejadian tidak terbukti signifikan, yang berarti probabilitas kecelakaan tersebar secara merata di sepanjang minggu tanpa adanya pemusatan hari tertentu.
4. Valuasi menggunakan metode *The Gross Output* mencatatkan total kerugian ekonomi mencapai lebih dari Rp20,6 Miliar selama 5 tahun, dengan segmen Bandar Selamat – Amplas sebagai prioritas utama penanganan (*High Priority*). Sebagai bentuk mitigasi, direkomendasikan strategi terpadu 3E (*Engineering, Enforcement, Education*),

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja keselamatan dan meminimalisir potensi kerugian ekonomi di masa depan, disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Bagi Pengelola Jalan Tol (PT Jasa Marga):

- a. Penanganan Berbasis Prioritas: Melakukan intervensi fisik secara segera pada segmen Bandar Selamat – Amplas berupa pemasangan *speed camera* (ETLE) dan *Variable Message Sign* (VMS) sebagai peringatan dini.
- b. Digitalisasi Keselamatan: Mengintegrasikan sistem pemantauan kecepatan *real-time* dan melakukan *Road Safety Audit* secara berkala guna mengidentifikasi bahaya laten sebelum menjadi kecelakaan.
- c. Optimasi Infrastruktur: Memperkuat area ROW dengan *guardrail* dan *wire rope safety barrier* untuk meminimalisir fatalitas pada kecelakaan tunggal yang berpotensi keluar jalur.

2. Bagi Instansi Terkait (Kepolisian dan Dinas Perhubungan):

Patroli Proaktif: Meningkatkan intensitas patroli pada jam puncak kecelakaan (14.00–16.00) dan meningkatkan pengawasan terhadap kendaraan ODOL (*Over Dimension Over Loading*) yang memiliki keterlibatan tinggi dalam insiden fatal.

3. Bagi Pengguna Jalan:

Meningkatkan kedisiplinan penggunaan lajur sesuai jenis kendaraan dan senantiasa mematuhi batas kecepatan operasional jalan tol, terutama saat kondisi cuaca cerah yang sering kali memicu perilaku pengemudi untuk memacu kendaraan di luar batas aman.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya:

Disarankan untuk memperluas lingkup penelitian dengan memasukkan parameter teknis geometrik jalan (alinyemen horizontal/vertikal) serta menggunakan metode pemodelan statistik lanjutan seperti *Empirical Bayes* atau *Geographic Information System* (GIS) untuk menghasilkan akurasi *black spot mapping* yang lebih presisi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Fahza, A., & Widyastuti, H. (2019). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), E54–E59.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.42123>
- Presiden RI, D. R. (2004). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 38 TAHUN 2004 TENTANG JALAN*. Lembaran Negara Republik Indonesia (Sekretariat Negara). <https://www.regulasip.id/book/1376/read>
- Sandhyavitri, A., Zamri, Wiyono, S., & Subiantoro. (2017). Three Strategies Reducing Accident Rates at Black Spots and Black Sites Road in Riau Province, Indonesia. *Transportation Research Procedia*, 25, 2153–2166.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.415>
- Sasongko, R. W., Pudyastuti, E., Syofya, H., Dj, A., & Sudyantara, S. C. (2025). The Urgency of Toll Road Development in Increasing Economic Growth in Indonesia. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*.
<https://doi.org/10.47467/alkharaj.v7i10.10145>
- Sihombing, A. J., & Widyastuti, H. (2021). Analisa Kecelakaan Lalu Lintas di Ruas Jalan Tol Cipularang, Purwakarta. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), E266–E271.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.57996>
- Utomo, N. (2012). *ANALISA FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN LALU LINTAS PADA SEGMENT JALAN BY-PASS KRIAN – BALONGBENDO (KM. 26 – KM. 44+520)*. 2(2).
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Pedoman Perhitungan Besaran Biaya Kecelakaan Lalu Lintas dengan Menggunakan Metoda The Gross Output (Human Capital) (No. Pd T-02-2005-B). Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-dasar rekayasa transportasi* (Edisi ke-3). Erlangga
- Republik Indonesia. (2005). *Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 32.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2004). *Pd T-09-2004-B: Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Laerd Statistics. (2013). *One-way ANOVA in SPSS Statistics*. Diakses dari [Laerd Statistics](#)
- Khairul Fadly (2017). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Tol Belmera. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Sipil, Bidang Studi Transportasi.
- Salim Sasri Wijaya, Marwan Lubis, & M. Husni Malik Hasibuan. (2022). Analisa Daerah Rawan Kecelakaan di Jalan Tol Belmera. Jurnal Teknik Sipil (JTSIP).
- Sandhyavitri, A., Zamri, Wiyono, S., & Subiantoro. (2017). Three Strategies Reducing Accident Rates at Black Spots and Black Sites Road in Riau Province, Indonesia. *Transportation Research Procedia*, 25, 2153-2166.