

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas selalu menjadi salah satu masalah publik yang paling penting (Hu et al., 2023). Terutama di negara berkembang seperti Indonesia yang menimbulkan dampak kerugian baik secara manusiawi maupun ekonomi (Ridha et al., 2019). Kecelakaan lalu lintas juga berdampak terhadap kemiskinan, yaitu melalui biaya pengobatan yang membebani, kehilangan mata pencaharian, dan trauma berkepanjangan yang menggerogoti stabilitas ekonomi keluarga (Suseno, 2022). Dari perspektif makroekonomi, kecelakaan lalu lintas menciptakan inefisiensi sistem transportasi melalui penurunan kapasitas dan kualitas penyelenggaraan angkutan serta peningkatan biaya operasional yang pada akhirnya mengurangi produktivitas ekonomi nasional (Ridha et al., 2019). Salah satu penyumbang angka kecelakaan di Indonesia berada pada jalan tol (Chang et al., 2000). Data Korlantas Polri menunjukkan tren peningkatan kecelakaan tol yang mengkhawatirkan, dari 1.464 kasus (688 meninggal, 237 luka berat, 2.564 luka ringan) pada 2022 menjadi 1.656 kasus (704 meninggal, 285 luka berat, 2.971 luka ringan) pada 2023 (Korlantas Polri, 2023). Berdasarkan data kecelakaan yang diperoleh dari petugas operasional Jalan Tol Semarang ABC selama periode 2021–2024, tercatat total insiden kecelakaan meningkat dari 137 kasus pada tahun 2021 menjadi 141 kasus pada tahun 2022 dan kembali meningkat hingga 161 pada 2023, sebelum kembali menurun menjadi 143 kasus pada tahun 2024 (JMTO, 2024). Peningkatan jumlah kecelakaan dan korban ini mengindikasikan bahwa upaya peningkatan keselamatan di jalan tol belum optimal dan memerlukan penyelesaian secara menyeluruh, terencana, dan berkesinambungan demi mengurangi angka kecelakaan serta menekan kerugian. Kondisi ini menunjukkan perlunya perhatian lebih terhadap keselamatan di seluruh jaringan jalan, termasuk jalan tol yang sejatinya dirancang sebagai jalur dengan standar keamanan tertinggi.

Sebagai salah satu infrastruktur strategis dalam sistem transportasi nasional, jalan tol didesain sebagai jalan bebas hambatan yang membantu pengemudi mencapai tujuan dengan lebih cepat. Jalan tol merupakan prasarana transportasi berupa jalan

bebas hambatan yang termasuk dalam jaringan jalan nasional dengan sistem penggunaan berbayar bagi penggunanya (PP Nomor 23 Tahun 2024). Keberadaan jalan tol telah menjadi instrumen efektif dalam mengurangi kesenjangan ekonomi antar daerah, dimana wilayah dengan konektivitas tol menunjukkan kinerja ekonomi yang lebih unggul (Santosa et al., 2023). Dalam hal ekonomi, jalan tol berperan penting dalam memperlancar distribusi logistik, dimana efisiensi waktu tempuh yang dihasilkan mampu meminimalkan keterlambatan pengiriman barang/jasa akibat kemacetan di ruas jalan non tol (Santosa et al., 2023). Meskipun dirancang sebagai jalan bebas hambatan dengan standar keselamatan tinggi, jalan tol tetap tidak lepas terhadap berbagai permasalahan keselamatan serta memiliki risiko fatalitas kecelakaan lalu lintas yang tinggi (Suseno, 2022). Jalan tol sebagai infrastruktur berbayar berbasis jalan bebas hambatan, tidak hanya mempercepat mobilitas dan mendorong pemerataan ekonomi melalui efisiensi distribusi logistik, tetapi juga menyisakan tantangan keselamatan dengan risiko kecelakaan yang perlu diantisipasi.

Jalan Tol Semarang ABC menjadi salah satu ruas tol yang memiliki peran penting dalam menghubungkan kawasan metropolitan Semarang dengan daerah sekitarnya. Sebagai bagian dari jaringan tol Trans Jawa, jalan tol ini didesain untuk menunjang mobilitas kendaraan dengan kecepatan tinggi dan waktu tempuh yang efisien. Namun demikian, meskipun secara infrastruktur telah dirancang untuk mendukung keselamatan pengguna jalan, Jalan Tol Semarang ABC tidak terlepas dari kejadian Kecelakaan yang menimbulkan dampak signifikan, baik secara sosial maupun ekonomi. Kecelakaan yang tinggi pada jalan Tol Semarang ABC dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor kondisi lalu lintas memegang peranan penting sebagai hasil interaksi antara perilaku pengguna jalan, kondisi kendaraan, infrastruktur jalan, dan lingkungan sekitar (Suseno, 2022). Lalu lintas yang sepi menyebabkan kesenjangan kecepatan yang akhirnya berdampak pada kecelakaan di jalan tol (Amrullah, 2024). Jalan dengan volume per kapasitas tinggi akan meningkatkan terjadinya risiko kecelakaan, begitu juga sebaliknya (Tahir, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa perlunya analisis prediksi kecelakaan yang akurat terhadap pola lalu lintas jalan tol serta merancang strategi mitigasi yang lebih presisi guna meningkatkan keselamatan lalu lintas.

Penelitian sebelumnya (Ridha et al., 2019) menggunakan regresi linier untuk

menganalisis korelasi antara karakteristik lalu lintas dan kecelakaan di Jalan Tol Jagorawi. Namun, pendekatan ini memiliki keterbatasan signifikan karena data kecelakaan adalah data hitung (diskret dan non negatif) yang memiliki tren yang acak hal melanggar asumsi normalitas residual regresi linier, data dapat menghasilkan prediksi negatif, dan membuat koefisien determinasi (R^2) tidak sesuai sebagai ukuran kecocokan model (Gardner et al., 1995). Untuk mengatasi hal ini, model Regresi Poisson, yang dirancang untuk data hitung dengan asumsi *equidispersion* dan fungsi *log link* untuk prediksi positif, lebih tepat. Karena data kecelakaan sering menunjukkan *overdispersion*, model regresi Binomial Negatif menjadi pilihan yang lebih tepat karena kemampuannya memodelkan varian yang lebih besar dari rata-rata (Long, 1997). Model Regresi Poisson dan Binomial Negatif lebih tepat untuk menganalisis data kecelakaan dibandingkan Regresi Linier karena mampu mengatasi *overdispersion* dan memastikan prediksi non-negatif, sehingga lebih sesuai dengan karakteristik data hitung terutama pada data kecelakaan.

Dengan adanya permasalahan yang terjadi di Jalan Tol Semarang ABC, maka perlu dilakukan suatu penelitian lebih lanjut mengenai model prediksi pola kecelakaan dengan karakteristik lalu lintas di jalan tol dengan menggunakan analisis regresi poisson dan binomial negatif. Regresi Poisson cocok digunakan jika data jumlah kecelakaan memiliki varian yang mendekati nilai rata-ratanya (Sagamiko & Mbare, 2021; Shahsavari et al., 2022). Selain itu, model ini memungkinkan interpretasi langsung terhadap pengaruh variabel independen (seperti kecepatan, kepadatan, dan volume) terhadap frekuensi kejadian kecelakaan. Namun, dalam banyak kasus nyata termasuk pada data kecelakaan lalu lintas, terjadi kondisi *overdispersi*, yaitu ketika varians data lebih besar daripada rata-ratanya. Untuk mengatasi masalah *overdispersi*, digunakan model regresi Binomial Negatif, yang merupakan pengembangan dari regresi Poisson dengan menambahkan parameter dispersi (α), model ini sangat sesuai untuk data kecelakaan lalu lintas karena kecelakaan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor yang tidak selalu dapat diamati langsung, sehingga menyebabkan varian data menjadi tinggi. Hasil ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam peramalan dan perumusan strategi untuk menurunkan tingkat kecelakaan di jalan tol. Dalam hal ini penulis tertarik untuk mengambil penelitian Berdasarkan latar

belakang masalah diatas dengan judul **“Analisis Model Prediksi Kecelakaan Dengan Pola Lalu Lintas Pada Jalan Tol (Studi Kasus : Jalan Tol Semarang ABC)”**.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik kecelakaan serta faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan pada daerah rawan kecelakaan di jalan tol?
2. Bagaimana analisis dan evaluasi hasil prediksi frekuensi kecelakaan dengan menggunakan model Regresi Poisson dan Binomial Negatif?
3. Bagaimana alternatif penanganan penurunan kecelakaan berdasarkan hasil analisis prediksi frekuensi kecelakaan?

I.3 Batasan Masalah

Penyusunan Skripsi ini dilakukan dengan menetapkan batasan masalah untuk mempermudah proses penelitian dan pengolahan data. Penetapan batasan masalah bertujuan untuk memusatkan perhatian penelitian, sehingga analisis yang dilakukan menjadi lebih terarah dan dapat menghasilkan rekomendasi terhadap permasalahan yang sesuai. Adapun batasan masalah yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

1. Analisis data kecelakaan dibatasi pada kurun waktu lima tahun, yaitu dari tahun 2021 hingga 2025. Data yang digunakan merupakan data kecelakaan yang tercatat secara resmi oleh pengelola jalan tol pada Jalan Tol Semarang ABC.
2. Analisis hanya difokuskan pada hubungan antara variabel karakteristik lalu lintas (Kecepatan kendaraan, Volume lalu lintas, Rasio volume terhadap kapasitas (V/C)) dan faktor penyebab terjadinya kecelakaan (Faktor Manusia, Faktor Kendaraan, dan Faktor Jalan Faktor Lingkungan) dengan jumlah kecelakaan yang terjadi. Penelitian ini tidak menganalisis aspek kerugian ekonomi, sosial, maupun materiil akibat kecelakaan, serta tidak mencakup proyeksi atau refleksi kejadian kecelakaan pada tahun-tahun berikutnya. Dengan demikian, penelitian hanya berfokus pada data aktual kecelakaan yang telah terjadi pada periode penelitian tersebut.
3. Alternatif penanganan yang dirumuskan dalam penelitian ini bersifat rekomendasi teoritis yang disusun berdasarkan hasil analisis model prediksi Regresi Binomial

Negatif dan hierarki nilai *Incidence Rate Ratio (IRR)* dari variabel-variabel yang terbukti signifikan. Rekomendasi tersebut tidak mencakup uji implementasi lapangan, simulasi teknis, maupun evaluasi efektivitas pasca penanganan, sehingga kelayakan teknis dan keberhasilan penerapan setiap rekomendasi perlu dikaji lebih lanjut oleh instansi terkait melalui studi terpisah.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, penelitian ini difokuskan pada analisis keterkaitan antara karakteristik lalu lintas dan fakto-faktor apa yang mempengaruhi pola kecelakaan di ruas Tol Semarang ABC untuk memprediksi kemungkinan terjadinya kecelakaan berdasarkan variasi kondisi lalu lintas. Tujuan penelitian ini meliputi.

1. Menganalisis karakteristik kejadian kecelakaan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan pada daerah rawan kecelakaan di jalan tol.
2. Menganalisis dan mengevaluasi model prediksi frekuensi kecelakaan dengan menggunakan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif untuk memperoleh model yang paling sesuai dalam memprediksi jumlah kecelakaan.
3. Menyusun alternatif penanganan penurunan kecelakaan berdasarkan hasil analisis prediksi frekuensi kecelakaan.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan tercapai dalam penelitian ini adalah.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang keselamatan dan rekayasa lalu lintas jalan, khususnya terkait analisis faktor penyebab kecelakaan dan penerapan model prediksi frekuensi kecelakaan menggunakan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai hubungan antara karakteristik lalu lintas, rasio volume terhadap kapasitas (V/C), dan pola kecelakaan pada ruas jalan tol.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Mahasiswa penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam mengembangkan ilmu mengenai prediksi keselamatan lalu lintas.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi tambahan di perpustakaan Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, sehingga dapat mendukung pengembangan dan peningkatan kualitas pendidikan serta menjadi acuan bagi mahasiswa dalam penyusunan tugas akhir di masa mendatang.
- c. Bagi Badan Usaha Jalan Tol (BUJT), Kementerian PUPR, Korlantas Polri, dan Instansi Pemerintahan terkait penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam memprediksi mengenai risiko kecelakaan yang mungkin terjadi pada jalan terutama jalan tol dalam berbagai karakteristik lalu lintas serta mengetahui faktor penyebabnya. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan operasional untuk meningkatkan keselamatan jalan tol di masa mendatang.

I.6 Sistematika Penulisan

Dalam memahami skripsi lebih jelas, maka materi yang tertera pada skripsi ini dikelompokkan beberapa sub dengan sistematika

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai studi literatur yang memberikan penjelasan tentang landasan teori penelitian yang terkait dengan penelitian dan menguraikan tentang bagian dari referensi buku, jurnal, penelitian terdahulu, maupun sumber instansi terkait.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang langkah sistematika yang ditempuh untuk mencapai tujuan topik pembahasan, terdiri dari lokasi penelitian, bagan alir

penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data dan waktu penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan terhadap hasil penelitian yang telah diperoleh, termasuk usulan atau rekomendasi penanganannya.

BAB V : PENUTUP

Bab ini merupakan tahap akhir yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi mengenai sumber-sumber referensi yang digunakan oleh penulis untuk mendukung pelaksanaan penyusunan skripsi yang berupa jurnal ataupun website (situs) pendukung lainnya.

LAMPIRAN

Bab ini berisi instrumen – instrumen penelitian yang digunakan dalam penyusunan laporan seperti formulir survey, tabel – tabel pendukung, gambar – gambar pendukung serta dokumentasi kegiatan.