

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Kehadiran jalan tol memberikan berbagai manfaat bagi penggunanya, antara lain efisiensi biaya operasional kendaraan serta pengurangan waktu perjalanan jika dibandingkan dengan penggunaan jalan non-tol (Apriliyaningsih et al., 2025). Kondisi jalan tol yang bebas hambatan kerap menimbulkan rasa terlalu percaya diri yang membuat pengemudi kurang waspada dan berpotensi mengancam keselamatan dirinya maupun orang lain (Susanto & Yuniarto, 2023). Meskipun berstatus sebagai jalan bebas hambatan, jalan tol tetap tidak terlepas dari kemungkinan terjadinya kecelakaan lalu lintas (Oktopianto & Pangesty, 2021). Risiko ini semakin penting dipahami karena karakteristik kecelakaan di jalan tol memiliki pola dan faktor pemicu yang berbeda dari jalan umum.

Pada jalan tol, kecelakaan memiliki karakteristik yang unik dan lebih berisiko tinggi karena pergerakan kendaraan berkecepatan tinggi. Karakteristik seperti geometrik jalan, kecepatan kendaraan yang tinggi mempengaruhi risiko terjadinya kecelakaan (Jima & Sipos, 2022), serta pencampuran arus kendaraan pribadi dan berat juga meningkatkan faktor risiko terjadinya kecelakaan (C. Wang et al., 2022). Ada banyak faktor yang mendorong kecelakaan dan faktor utamanya yaitu faktor manusia, prasarana jalan, dan lingkungan.

Data menurut Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), jumlah kasus kecelakaan di jalan tol masih meningkat (Saputra et al., 2025). Pada tahun 2023, terjadi kecelakaan sebanyak 4.487 kasus ditahun 2023. Jumlah ini mengalami peningkatan 12,51% dibandingkan tahun 2022 yang mencatatkan 3.998 kasus kecelakaan lalu lintas di jalan tol Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun jalan tol diharapkan meningkatkan keamanan dan efisiensi, risiko kecelakaan tetap menjadi masalah serius yang perlu ditangani melalui pendekatan ilmiah dan teknologi.

Identifikasi daerah rawan kecelakaan diperlukan untuk mengenali titik-titik yang berpotensi menjadi pemicu kecelakaan di kemudian hari. Memastikan bahwa setiap insiden yang terjadi untuk dipahami polanya apakah memiliki

kecenderungan berulang pada lokasi tertentu, terjadi pada kondisi tertentu (Afdal & Prana Disastra, 2022). Dengan mengetahui daerah yang paling sering bermasalah, pengelola jalan tol dapat segera mengarahkan perhatian pada titik yang membutuhkan intervensi prioritas (Karimah et al., 2025).

Penggunaan metode nonspasial yang menghitung frekuensi kecelakaan dalam satu segmen, masih belum spesifik untuk menentukan daerah rawan kecelakaan. Pada penelitian oleh Ramadhani et al. (2024) yang dilakukan di jalan arteri Kota Padang, peneliti menggunakan metode Z-score dan mendapatkan satu ruas jalan sebagai daerah sangat rawan, pada dasarnya kebanyakan titik kecelakaan berada mengumpul pada daerah di satu ruas jalan tersebut. Identifikasi pada Jalan Tol Pandaan Malang juga sebelumnya pernah dilakukan oleh Khofifah (2023) menggunakan metode Z-score, hasilnya daerah rawan kecelakaan ditemukan pada ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Lawang dengan jenis entrance (pintu masuk), ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Singosari dengan jenis entrance (pintu masuk) dan exit (pintu keluar), ruas jalan tol Pandaan – Malang daerah Malang dengan jenis entrance (pintu masuk) dan exit (pintu keluar). Pada tahap inilah pemetaan dapat berperan sebagai alat bantu untuk memperjelas gambaran mengenai titik mana yang menjadi daerah rawan, sehingga hasil identifikasi dapat disajikan secara jelas.

Pemetaan kecelakaan menjadi pendekatan yang sangat efektif untuk membantu dalam analisis spasial dan memahami pola kecelakaan di suatu daerah (Kmet et al., 2019). Metode DBSCAN (*Density Based Spatial Clustering of Application with Noise*) dapat menemukan kluster kecelakaan yang tidak teratur bentuknya, dan *Kernel Density Estimation* unggul dalam membuat peta panas yang menunjukkan tingkat kerawanan secara lebih halus (Kamh et al., 2017). Serta dapat memberikan bobot berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan. Pembaruan secara konsisten mengenai lokasi yang rawan kecelakaan sangatlah penting, karena informasi tersebut penting bagi pihak pengelola jalan tol dan upaya pencegahan kecelakaannya (Zheng et al., 2024).

Metode *Kernel Density Estimation* (KDE) digunakan untuk membantu memetakan daerah rawan kecelakaan. Misalnya penelitian oleh Abdrhman et al. (2024), *Kernel Density Estimation* memberikan visualisasi spasial yang jelas tentang kepadatan kecelakaan di jaringan Jalan Khartoum. Penelitian lain di Indonesia oleh Sartavie et al. (2022), berhasil mendapatkan daerah rawan

kecelakaan tertinggi di Provinsi DKI Jakarta yaitu 33,33% pada ruas jalan Jatinegara Timur merupakan daerah rawan kecelakaan, Jalan Jendral Basuki Rahmat 25,93% pada ruas jalan merupakan daerah rawan kecelakaan, dan 20% ruas jalan DI Panjaitan adalah daerah rawan kecelakaan.

Penerapan *Kernel Density Estimation* dapat dikombinasikan dengan algoritma DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*). Penelitian oleh Topcuoglu et al. (2022), membuktikan efektivitas bahwa DBSCAN terbukti lebih unggul dalam mengidentifikasi kluster kecelakaan dibandingkan dengan NNH, bahkan menangkap kluster yang terlewatkan oleh metode NNH. Meskipun demikian, penggunaan DBSCAN dalam pemetaan kecelakaan lalu lintas di Indonesia hingga saat ini masih sangat terbatas dan belum banyak diaplikasikan dalam penelitian. Sinergi kedua metode ini diharapkan dapat menghasilkan peta daerah rawan kecelakaan yang akurat dan juga presisi.

Jalan Tol Pandaan-Malang merupakan penghubung kawasan industri, pariwisata, dan pendidikan yang ada di Jawa Timur. Jalan ini menjadi jalur vital dari Surabaya menuju Kota Malang, Batu, dan destinasi wisata terkenal di sekitar wilayah tersebut. Panjang jalan tol 38,48 km dari Pandaan hingga Malang menyimpan sejumlah daerah rawan kecelakaan. Data menunjukkan 67% kejadian kecelakaan terkonsentrasi di ruas jalan dengan jenis pintu keluar Singosari menjadi episentrumnya yang memiliki skor kerawanan (Z-Score) sebesar 329.441,89 (Khofifah, 2023). Volume lalu lintas di tol ini juga meningkat lebih dari 40% sejak diresmikannya pada 2019. Peningkatan volume kendaraan yang tidak seimbang dengan kedisiplinan pengendara menjadikan jalan tol ini rentan terhadap kecelakaan lalu lintas. Seperti terlihat kasus pada Desember 2024, sebuah truk melaju dari arah surabaya menuju malang, pada saat di km 78 truk mundur dan hilang kendali, lalu tertabrak oleh bus yang ada di belakangnya sehingga menimbulkan banyak korban.

Kecelakaan yang tercatat dalam data Jasamarga selama 3 tahun terakhir di Jalan Tol Pandaan-Malang dapat dijadikan landasan untuk langkah-langkah pencegahan, terutama dalam mengidentifikasi dan menetapkan lokasi-lokasi yang berpotensi menjadi daerah rawan kecelakaan. Penerapan DBSCAN sebagai langkah eksplorasi untuk mendeteksi kluster kejadian yang padat serta mengidentifikasi kluster mengenai faktor faktor kecelakaan yang dominan, kemudian melanjutkan dengan *Kernel Density Estimation* menggunakan bobot

EAN untuk merefleksikan tingkat keparahan. Seluruh analisis diproses dan dimapkan menggunakan ArcGIS Pro. Hasil kedua metode ini dilakukan overlay, sehingga membentuk peta daerah rawan yang dapat digunakan oleh pihak pengelola tol untuk diperbaharui secara manual sebagai alat monitoring daerah rawan secara berkala. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mengambil judul pada skripsi ini adalah "**PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN MENGGUNAKAN METODE DBSCAN DAN KERNEL DENSITY ESTIMATION (STUDI KASUS: TOL PANDAAN – MALANG)**"

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diidentifikasi, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengidentifikasi kluster kecelakaan berdasarkan *DBSCAN* di Jalan Tol Pandaan-Malang?
2. Bagaimana menganalisis daerah rawan kecelakaan menggunakan metode *Kernel Density Estimation*?
3. Bagaimana memetakan daerah rawan kecelakaan menggunakan Arcgis?

## **I.3 Batasan Masalah**

Agar peneliti tetap terfokus, maka penulisan dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian hanya difokuskan pada Ruas Jalan Tol Pandaan-Malang.
2. Data kecelakaan yang digunakan merupakan data kecelakaan tahun 2022-2024 diperoleh dari pihak Jasamarga Tol Pandaan-Malang.
3. Penelitian ini menggunakan metode Algoritma *DBSCAN* sebagai metode mengukur frekuensi kejadian dan *Kernel Density Estimation* sebagai metode mengukur tingkat fatalitas pada aplikasi Arcgis.
4. Perangkat lunak yang digunakan yaitu *Arcgis Pro*.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kluster kecelakaan berdasarkan DBSCAN di Jalan Tol Pandaan-Malang.
2. Menganalisis daerah rawan kecelakaan menggunakan metode *Kernel Density Estimation*.
3. Memetakan daerah rawan kecelakaan menggunakan Arcgis.

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

Manfaat Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai penerapan metode DBSCAN dan KDE dalam konteks jalan di Indonesia terutama jalan tol.

Manfaat Praktis:

1. Penelitian ini dilakukan sebagai syarat untuk memenuhi tugas akhir dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Terapan Transportasi Darat (S.Tr.Tra) pada Program Studi D-IV Rekayasa Sistem Transportasi Jalan (D-IV RSTJ) di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) Tegal.
2. Hasil penelitian ini diharapkan mampu berperan sebagai rujukan sekaligus pedoman bagi studi-studi berikutnya dalam mengkaji serta menyajikan informasi terkait daerah rawan kecelakaan.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan evaluasi bagi pengelola jalan tol, aparat kepolisian, dan pembuat kebijakan untuk merancang strategi pencegahan kecelakaan berbasis bukti.
4. Penelitian menghasilkan peta daerah rawan kecelakaan yang dapat langsung digunakan oleh pengelola Jalan Tol Pandaan – Malang.

## **I.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika dalam penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penguraian latar belakang penelitian yang dilakukan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori, landasan konseptual yang akan dijadikan literatur dan acuan untuk mendukung penelitian, analisis yang dilakukan dengan membaca buku, jurnal dan website serta disertasi yang mendukung dalam penyusunan skripsi. Pada bab ini juga disertakan penelitian terdahulu yang masih berkaitan dan mendukung penelitian.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini berisi metode DBSCAN dan *Kernel Density Estimation*, lokasi penelitian, langkah-langkah penelitian dalam bentuk bagan alir atau *flowchart* mulai dari awal sampai akhir penelitian, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, perencanaan penyajian dalam bentuk arcgis, serta alat dan bahan untuk penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang pengolahan data hasil penelitian berupa *output* peta daerah rawan kecelakaan jalan tol Pandaan-Malang dan pembahasan terhadap hasil penelitian yang telah diperoleh.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis dan saran berdasarkan hasil penelitian.