

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingkat kecelakaan lalu lintas masih menjadi salah satu permasalahan serius di Indonesia, khususnya pada pengguna kendaraan roda dua. Tingginya jumlah pengendara sepeda motor menyebabkan risiko kecelakaan semakin meningkat akibat faktor kelalaian pengendara, kondisi kendaraan, maupun lingkungan jalan. Selain menyebabkan kerugian materi, kecelakaan juga dapat mengakibatkan cedera berat bahkan kematian apabila korban terlambat memperoleh pertolongan pertama (Fauzi, 2025).

Berdasarkan data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), kecelakaan yang melibatkan sepeda motor masih menunjukkan angka yang tinggi dalam beberapa tahun terakhir. Sebagian besar korban berasal dari kelompok usia produktif sehingga kecelakaan lalu lintas tidak hanya berdampak pada aspek kesehatan, tetapi juga menimbulkan kerugian sosial dan ekonomi yang besar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendara sepeda motor merupakan kelompok yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap kecelakaan lalu lintas (Afif Mauludi dkk., 2021).

Selain tingginya angka kecelakaan, keterlambatan penanganan korban juga menjadi faktor yang meningkatkan risiko fatalitas. KNKT (2024) menyebutkan bahwa banyak korban kecelakaan tidak mendapatkan pertolongan segera, terutama di daerah dengan akses evakuasi yang terbatas. WHO (2022) juga memperkenalkan konsep *golden hour*, yaitu satu jam pertama setelah kecelakaan yang sangat menentukan peluang keselamatan korban. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mendeteksi kecelakaan dan memberikan informasi lokasi korban secara cepat agar proses penanganan dapat dilakukan lebih dini.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) dan sistem *embedded* memberikan peluang dalam pengembangan perangkat keselamatan berkendara yang mampu bekerja secara otomatis. Sensor MPU6050 banyak digunakan untuk

mendeteksi perubahan percepatan dan orientasi karena mampu membaca percepatan pada sumbu X, Y, dan Z secara real-time(Barhate dkk., 2025). Sementara itu, modul GPS Neo-6M dapat digunakan untuk menentukan koordinat lokasi pengguna berdasarkan data latitude dan longitude sehingga lokasi korban dapat diketahui dengan lebih cepat (Nandish dkk, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pendeteksi kecelakaan menggunakan sensor akselerometer dan GPS. Namun, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan, seperti penggunaan metode threshold sederhana yang rentan menghasilkan kesalahan deteksi pada kondisi jalan berlubang atau guncangan normal kendaraan. Selain itu, beberapa sistem masih bergantung pada jaringan internet atau modul GSM sehingga kinerjanya dipengaruhi oleh kualitas sinyal komunikasi.

Seiring berkembangnya teknologi kecerdasan buatan, algoritma Gated Recurrent Unit (GRU) mulai banyak diterapkan pada data bertipe time-series karena mampu mengenali pola perubahan data secara berurutan dengan kompleksitas komputasi yang lebih ringan dibandingkan Long Short-Term Memory (LSTM). GRU dinilai efektif untuk menganalisis data percepatan dari sensor MPU6050 dan meningkatkan konsistensi klasifikasi benturan ringan, sedang, dan berat(Kusumastuti, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat *research gap* bahwa sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pendeteksian jatuh (fall detection) dan belum secara khusus mengembangkan sistem deteksi kecelakaan pada pengendara sepeda motor yang memanfaatkan algoritma GRU untuk meningkatkan konsistensi klasifikasi benturan sekaligus mengintegrasikan informasi lokasi pengguna dalam satu sistem yang dapat dipantau secara real-time..

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penerapan algoritma GRU untuk mengolah data percepatan dari sensor MPU6050 dalam mengklasifikasikan tingkat benturan ringan, sedang, dan berat, yang dipadukan dengan modul GPS Neo-6M sebagai penentu koordinat lokasi kecelakaan. Data hasil pembacaan sensor berupa nilai percepatan, kategori benturan, waktu respons sistem, serta koordinat lokasi kemudian

ditampilkan pada aplikasi pemantauan secara real-time sehingga informasi kondisi pengguna dapat diketahui dengan lebih cepat.(Zohari dkk., 2024).

Melalui penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan modul helm cerdas yang mampu meningkatkan keandalan deteksi benturan serta membantu mempercepat penyampaian informasi lokasi ketika terjadi kecelakaan pada pengendara sepeda motor, sehingga proses penanganan korban dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.(Kumar dkk., 2023).

Berdasarkan hasil telaah terhadap penelitian terdahulu, sebagian besar sistem pendeteksi kecelakaan berbasis helm masih menggunakan metode klasifikasi berbasis nilai ambang (*threshold*) atau algoritma pembelajaran mesin konvensional. Pendekatan tersebut umumnya hanya memanfaatkan nilai percepatan sesaat sehingga kurang mampu menangkap pola perubahan data sensor yang bersifat *time-series*. Selain itu, beberapa penelitian hanya berfokus pada proses pendeteksian tanpa mengintegrasikan sistem notifikasi darurat secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma *Gated Recurrent Unit (GRU)* untuk mengolah data percepatan hasil pembacaan sensor MPU6050 sehingga mampu mengenali pola benturan berdasarkan urutan data (*sequence*), kemudian mengintegrasikannya dengan modul GPS Neo-6M dan aplikasi Blynk untuk mengirimkan informasi lokasi secara *real-time*.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penerapan algoritma *Gated Recurrent Unit (GRU)* dalam sistem helm cerdas berbasis ESP32 untuk mengklasifikasikan tingkat benturan menggunakan data percepatan dari sensor MPU6050 yang telah diolah menggunakan metode *Signal Vector Magnitude (SVM)*. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan metode berbasis nilai ambang atau algoritma klasifikasi konvensional, penelitian ini memanfaatkan kemampuan GRU dalam mempelajari pola data *time-series*. Selain itu, hasil klasifikasi diintegrasikan dengan modul GPS Neo-6M dan aplikasi Blynk sehingga sistem mampu mengirimkan notifikasi darurat beserta koordinat lokasi secara *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahannya, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh algoritma *Gated Recurrent Unit (GRU)* terhadap deteksi benturan ringan, sedang dan berat?
2. Berapakah tingkat akurasi dan presisi waktu respons modul helm cerdas dalam mengirimkan notifikasi darurat?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengevaluasi kinerja algoritma *Gated Recurrent Unit (GRU)* dalam meningkatkan konsistensi klasifikasi benturan ringan, sedang, dan berat pada modul helm cerdas.
2. Mengukur tingkat akurasi dan presisi waktu respons sistem dalam mengirimkan notifikasi darurat pada berbagai tingkat benturan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah terkait penerapan algoritma GRU pada sistem deteksi kecelakaan berbasis sensor *G-Force*, serta menjadi dasar pengembangan helm cerdas dalam bidang keselamatan transportasi.
2. Penelitian ini diharapkan menghasilkan helm cerdas yang dapat mendeteksi kecelakaan secara cepat dan akurat serta mengirim notifikasi otomatis kepada pihak terkait, sehingga membantu mempercepat penanganan korban kecelakaan dan mengurangi angka fatalitas pengendara sepeda motor.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka terdapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada fungsi deteksi benturan dan pengiriman lokasi menggunakan sensor G-Force dan GPS, tanpa pengembangan fitur tambahan di luar fungsi utama sistem.
2. Modul helm cerdas diuji di area terbuka lingkungan kampus, seperti halaman dan parkir, sebagai simulasi terbatas untuk memastikan fungsi GPS dan sistem notifikasi tanpa melakukan pengujian di jalan raya.
3. Sistem peringatan darurat hanya mencakup pengiriman notifikasi melalui aplikasi mobile, tanpa integrasi langsung dengan layanan darurat resmi.