

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi salah satu permasalahan serius yang berdampak besar terhadap keselamatan masyarakat di Indonesia. Berdasarkan data dari Pusat Sistem Informasi dan Komunikasi Kepolisian Negara Republik Indonesia (Pusiknas Polri) selama periode 2023-2024, tercatat sebanyak 299.479 kasus kecelakaan terjadi di seluruh wilayah Indonesia (Pusiknas Polri, 2024). Dari jumlah tersebut, kendaraan roda dua menempati posisi tertinggi sebagai jenis kendaraan yang paling sering terlibat dalam kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan ini umumnya terjadi karena berbagai faktor, namun yang paling dominan adalah faktor manusia (*human error*), yaitu sebesar 95%, yang mencakup kondisi seperti kelelahan, kurang fokus, mengantuk, hingga *microsleep*.

Sayangnya, sistem deteksi *microsleep* yang ditujukan untuk pengendara sepeda motor masih sangat terbatas. Beberapa penelitian sebelumnya telah berupaya mengembangkan sistem deteksi kantuk berbasis pengolahan citra wajah atau pengenalan fitur mata menggunakan metode seperti *facial landmark* (Pranata dkk., 2023). Namun pendekatan ini umumnya hanya efektif diterapkan pada pengemudi mobil, karena sangat bergantung pada posisi wajah, intensitas cahaya, dan tidak praktis digunakan saat pengendara mengenakan helm.

Studi sebelumnya telah mengeksplorasi pemanfaatan sensor MPU6050 yang mampu mendeteksi akselerasi dan orientasi gerakan kepala, namun pengujiannya masih dilakukan pada skenario kemiringan kepala yang statis dan terkontrol dengan jumlah data yang terbatas (Maqdis dkk., 2024). Pengembangan lebih lanjut juga telah menguji implementasi sensor IMU pada mikrokontroler menggunakan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) yang berhasil diringkas dan dijalankan pada mikrokontroler, namun penelitian tersebut juga masih berfokus pada pembacaan sudut kepala statis dan belum diwujudkan serta diuji sebagai perangkat *wearable* yang dipakai langsung oleh pengendara dalam kondisi berkendara yang sesungguhnya (Putra dkk., 2023). Oleh karena itu, sistem yang ada belum diuji

dalam bentuk perangkat *wearable* yang dipasang dan dijalankan langsung pada pengendara sepeda motor yang sesungguhnya.

Selain aspek keselamatan, urgensi pengembangan alat ini juga didukung oleh pertimbangan ekonomis. Produk deteksi kantuk sejenis yang telah beredar secara komersial, seperti *LGI Driver Fatigue Alarm* yang mendeteksi kondisi *microsleep* melalui gerakan mengangguk kepala, dijual dengan harga sekitar Rp718.000 per unit berdasarkan kurs saat diakses (LGI Factory, 2026). Produk tersebut hanya mengandalkan mekanisme deteksi sederhana berbasis chip tanpa sensor *Inertial Measurement Unit* (IMU) maupun algoritma klasifikasi *machine learning*. Sebagai perbandingan, perangkat *wearable* yang dirancang pada penelitian ini, memiliki estimasi total biaya produksi sekitar Rp150.000 per unit, atau kurang dari seperlima harga produk pabrikan tersebut, sekaligus dilengkapi dengan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) berbasis data akselerasi dan giroskop yang lebih presisi dibandingkan mekanisme deteksi sederhana pada produk komersial. Dengan demikian, perangkat yang dikembangkan pada penelitian ini menawarkan solusi yang lebih unggul secara teknis sekaligus jauh lebih terjangkau, khususnya bagi pengendara sepeda motor di Indonesia yang mayoritas berasal dari kalangan menengah ke bawah.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi *microsleep* berbasis sensor MPU6050 yang diintegrasikan dalam perangkat *wearable* berupa helm untuk pengendara sepeda motor. Sistem ini dirancang bekerja secara *real-time* dan mampu memberikan notifikasi secara langsung kepada pengguna ketika terdeteksi pola gerakan kepala yang mengindikasikan kondisi *microsleep*. Celah dari studi-studi sebelumnya diisi dengan mewujudkan sistem ini secara nyata sebagai perangkat *wearable* yang diuji langsung pada pengendara, di mana data gerakan kepala diolah melalui ekstraksi fitur statistik secara dinamis dan diklasifikasikan menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) agar model yang dihasilkan tetap ringan dan dapat dijalankan secara mandiri (*edge computing*) langsung di dalam mikrokontroler ESP32 dengan latensi rendah. Diharapkan, implementasi dari sistem ini dapat memberikan dampak langsung dalam meningkatkan keselamatan pengendara sepeda motor dan meminimalkan

risiko kecelakaan akibat *microsleep*, terutama pada kondisi perjalanan jarak jauh atau saat kelelahan.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mencapai hasil yang sesuai dengan latar belakang dan fokus penelitian ini, maka dirumuskan beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang perangkat IoT berbasis sensor MPU6050 untuk mendeteksi kondisi *microsleep* pada pengendara sepeda motor secara *real-time*?
- b. Bagaimana implementasi algoritma *Support Vector Machine* (SVM) pada mikrokontroler untuk mendeteksi kondisi *microsleep* berdasarkan data gerakan kepala?
- c. Bagaimana performa sistem deteksi *microsleep* secara keseluruhan, mencakup kemampuan klasifikasi model SVM dan efektivitas sistem dalam pengujian lapangan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan dari penelitian ini secara khusus dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Merancang sistem perangkat IoT menggunakan sensor MPU6050 untuk mendeteksi kondisi *microsleep* pada pengendara sepeda motor secara *real-time*.
- b. Mengimplementasikan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) pada mikrokontroler untuk klasifikasi kondisi *microsleep* berdasarkan data pergerakan kepala.
- c. Mengevaluasi performa sistem deteksi *microsleep* melalui pengujian model SVM pada data uji dan pengujian lapangan menggunakan perangkat *wearable* yang telah dikembangkan..

1.4 Manfaat

Berdasarkan tujuan yang telah disebutkan sebelumnya, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kontribusi terhadap peningkatan keselamatan berkendara, khususnya bagi pengguna kendaraan roda dua yang rentan mengalami kecelakaan akibat *microsleep*.
- b. Menyediakan solusi terhadap kesenjangan yang ada di lapangan berupa belum tersedianya sistem deteksi *microsleep* yang bekerja secara *real-time* dan terintegrasi langsung pada helm pengendara.
- c. Menghasilkan perangkat IoT yang mampu mendeteksi gejala *microsleep* menggunakan sensor MPU6050 dan algoritma klasifikasi SVM, serta memberikan notifikasi secara langsung kepada pengendara.