

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, kecelakaan lalu lintas sering kali ditemukan. Berdasarkan data dari Pusiknas Polri (Pusat Informasi Kriminal Nasional Kepolisian Negara Republik Indonesia), terdapat 139.296 kasus kecelakaan lalu lintas (laka lintas) yang terjadi di tahun 2022 [1]. Berdasarkan data dari IRSMS Korlantas Polri periode 1-21 Agustus 2023, faktor penyebab laka lintas yang paling dominan merupakan kesalahan manusia (*human error*), yaitu sebanyak 96,3% [2]. Selain itu, jenis kendaraan yang paling sering terlibat laka lintas adalah sepeda motor, dengan kasus sebanyak 77,3% [2].

Menurut World Health Organization (WHO), kawasan perkotaan dengan kepadatan penduduk dan populasi kendaraan bermotor lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan perdesaan menjadi lokasi utama terjadinya kecelakaan [3]. Begitu pula dengan data menurut Riskesdas Kemenkes 2018 yang menunjukkan bahwa jumlah cedera yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas ketika sedang mengendarai sepeda motor lebih banyak terdapat di perkotaan (73.4) daripada di pedesaan (71.7) [4].

Ada banyak penyebab dari kecelakaan lalu lintas, salah satunya adalah *microsleep*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nadapdap dkk. tentang "Faktor Risiko *Microsleep* pada *Driver Ojek Online* di Antapani Tahun 2023" yang melibatkan 30 responden, menunjukkan bahwa sebagian besar pengemudi (sekitar 40%) mengalami kejadian tertidur sekejap atau *microsleep* saat mengendarai motor [5].

Microsleep merupakan aktivitas tidur yang berlangsung selama beberapa detik, maksimal 30 detik. Meskipun demikian, mata mereka tidak tentu tertutup. Gejala lainnya adalah ekspresi kosong pada wajah dan kepala mengangguk. Setelah terbangun, mereka mungkin tidak ingat apa yang terjadi selama mereka *microsleep*. Mereka mungkin juga tidak menyadari bahwa mereka tertidur sebentar, tetapi mungkin menyadari kehilangan konsentrasi

ketika mereka bangun. *Microsleep* paling berisiko terjadi pada orang yang memerlukan kewaspadaan tinggi serta monoton dalam aktivitasnya, seperti mengemudi. Walaupun *microsleep* disebabkan oleh beberapa hal, kurang tidur merupakan penyebab utamanya [5, 6, 7, 8]. Kekurangan tidur ini mengakibatkan kantuk [9]. Dengan demikian, *microsleep* disebabkan oleh kantuk.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengumpulan data pengendara sepeda motor yang sering menggunakan sepeda motor untuk beraktivitas, pengendara yang sering melakukan *touring* dan pengendara yang mengalami *microsleep* saat berkendara dalam jangka waktu panjang dengan menggunakan media *google form*. Formulir ini disebarluaskan kepada pengendara sepeda motor secara acak. Dalam formulir ini, peneliti telah mendapatkan 32 responden, di antaranya terdapat 90,6% pengendara sering menggunakan sepeda motor untuk menunjang aktivitas keseharian. Peneliti juga mendapatkan data 78,1% pengendara sering melakukan *touring* jarak jauh. Dalam formulir, peneliti mendapatkan bahwa 81,25% responden pernah mengalami *microsleep* saat mengendarai sepeda motor. Dari Google Form ini juga diperoleh 87,5% respon dari pada responden yang setuju untuk dirancang dan dibangun sistem suatu sistem alat yang dapat mendeteksi *microsleep*. Dari data yang telah dikumpulkan peneliti, dapat disimpulkan bahwa pengendara yang sering mengendarai sepeda motor dan pengendara yang sering melakukan *touring* sepeda motor, pernah atau sering mengalami *microsleep*. Meskipun demikian, penelitian ini tidak menggunakan seluruh responden survei sebagai subjek pengujian. Pengujian sistem hanya dilakukan terhadap lima relawan yang bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Relawan yang dilibatkan merupakan pengendara sepeda motor berusia di atas 17 tahun, dalam kondisi sehat, dan telah memberikan persetujuan untuk mengikuti penelitian melalui *informed consent*. Oleh karena itu, seluruh proses pengambilan data, analisis, dan evaluasi performa sistem pada Bab IV dilakukan berdasarkan data dari lima relawan tersebut.

Berdasarkan data yang telah diperoleh di atas baik data dari literatur maupun data yang telah diambil secara langsung oleh peneliti, maka peneliti mengangkat judul “Rancang bangun sistem peringatan dini *microsleep* untuk pengendara motor jarak jauh berbasis Photoplethysmography menggunakan metode *root mean square of successive differences*” untuk penelitian ini. Dengan maraknya kecelakaan lalu lintas yang terjadi, yang didominasi oleh sepeda motor, dibutuhkan sebuah alat untuk mencegahnya. Salah satu penyebab dari kecelakaan tersebut adalah *microsleep*, yang dialami oleh sebagian besar pengemudi. *Stakeholder* pada penelitian ini adalah pengendara sepeda motor yang sering melakukan perjalanan jauh atau touring.

Telah ada beberapa penelitian yang merancang sistem untuk mendeteksi *microsleep* pada pengendara. Y. T. A. Lanes, Y. Saragih, I. Lammada, R. Irawan, dan R. Dewi dalam penelitiannya berjudul “Perancangan dan Implementasi Aplikasi Sistem Pemantauan Helm Pendeteksi Kantuk Berbasis *Website*” [10] membuat *website* pemantauan dan catatan riwayat kantuk pengendara menggunakan sensor otak *electroencephalogram* (EEG) yang disematkan pada helm. Namun, metode ini kurang efektif karena EEG sangat rentan terhadap distorsi dari getaran motor [11].

Selain EEG, adapun penelitian tentang helm yang menggunakan pulse sensor, yaitu “Rancang Bangun Helm Pendeteksi Denyut Nadi dan Pembaca Doa Perjalanan” oleh S. N. Utama, A. Wahid, A. F. Karami [12]. Sensor diletakkan pada pengait di bagian leher yang terdapat pusat nadi untuk deteksi denyut nadi, kemudian sistem akan merekam dan mengakumulasi setiap menit denyut nadi. Sistem akan mendeteksi apabila nilai denyut nadi berada di bawah atau di atas ambang batas normal dan sistem akan mengaktifkan vibration motor guna memberikan peringatan pengemudi yang mengenakan helm tersebut. Namun, kekurangan pada prototipe ini adalah ukuran tiap-tiap pengguna berbeda sehingga posisi pulse sensor pada tali pengait perlu disesuaikan agar dapat menempel dengan baik di bagian leher. Penelitian lanjutan diperlukan guna menguji akurasi denyut nadi.

Adapun penelitian yang menggunakan *electrokardiogram* (EKG), yaitu “Microsleep Prediction Using an EKG Capable Heart Rate Monitor” oleh A. Watson dan G. Zhou [13]. Alat ini memprediksi terjadinya *microsleep* dari 15 detik sampai 5 menit sebelumnya dengan EKG yang *wearable*. EKG harus diletakkan di dada. Sementara itu, alat yang dirancang di penelitian ini diletakkan di helm.

A. N. Nurdin dan A. M. R. B. Suli, dalam penelitiannya yang berjudul “Pembuatan Alat Pendeteksi Ngantuk Operator Alat Berat” [14], membuat alat berupa helm pendeteksi kantuk dengan sensor inframerah di kacamata *safety* untuk operator alat berat. Akan tetapi, cahaya inframerah yang dikeluarkan dapat menembus retina mata dan memicu penumpukan kabut putih yang melapisi retina sehingga mata dapat mengalami penurunan ketajaman bahkan katarak. Selain itu, karena penggunaan sensor ini diletakkan di depan mata, maka penggunaannya menimbulkan *blind spot*, yang mengurangi penglihatan pemakai sehingga berbahaya jika dipakai saat mengendarai motor.

Ada juga penelitian yang dikembangkan oleh H. Verma, A. Kumar, G. S. Mishra, U. Deep, P. K. Mishra, dan P. Nand yang berjudul “Driver Drowsiness Detection”. Mereka merancang sebuah alat pendeteksi kantuk pada pengendara menggunakan *computer vision* dengan CNN (*Convolutional Neural Network*). Namun, karena alat ini mengandalkan gambar yang diterima oleh kamera, hasil pendeteksian terpengaruh oleh kondisi pencahayaan dan warna kulit [15].

Karena kantuk merupakan salah satu faktor penyebab *microsleep*, maka alat yang dirancang di penelitian ini dapat mendeteksi kantuk untuk mengantisipasi terjadinya *microsleep*. Seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya, alat mendeteksi kantuk melalui detak jantung yang lebih rendah dari normal. Berdasarkan penelitian A. R. N. A. Razak dan S. A. Muhamed, detak jantung dari orang yang mengantuk 42-65 BPM (*beats per minute*). Selain itu, detak jantung dari orang yang sedang tidur adalah 18-54 BPM [16]. Lalu, menurut penelitian S. H. Jo, J. M. Kim, dan D. K. Kim [17], detak jantung seseorang yang mengantuk saat berkendara adalah 81,5 BPM. Penelitian dari

H. A. Rahim, A. Dalimi, dan H. Jaafar [18] menyatakan bahwa pria dan wanita memiliki detak jantung yang berbeda. Saat pria mengantuk, detak jantungnya adalah di antara 50 dan 65 BPM. Sedangkan pada wanita adalah antara 45 dan 63 BPM. Berikutnya, B. Rajkumarsingh dan D. Totah [19]. meneliti bahwa detak jantung saat mengantuk adalah antara 60 dan 80 BPM. Beberapa penelitian tersebut menyebutkan frekuensi detak jantung saat mengantuk yang berbeda-beda. Meskipun beberapa penelitian menunjukkan adanya penurunan detak jantung pada kondisi mengantuk, penggunaan nilai BPM saja belum cukup untuk digunakan sebagai parameter dalam deteksi *microsleep* karena nilai BPM dipengaruhi oleh beberapa faktor dan bersifat individual.

Untuk mendeteksi detak jantung, dibutuhkan alat pengukurnya, yaitu *pulse sensor* (sensor detak jantung). Walaupun *pulse sensor* di penelitian-penelitian sebelumnya diletakkan di leher pengemudi motor, peletakkannya di dahi membuahkan hasil yang paling akurat dibandingkan lokasi bagian tubuh lainnya [20]. Karena peletakkannya di dahi, maka sensor diletakkan di helm. Selain karena akurasinya, dipilihnya pengaplikasian alat ini di helm juga karena helm merupakan suatu perlengkapan pengemudi motor yang diwajibkan oleh pemerintah, sebagaimana yang sudah diatur dalam UU no. 22 Tahun 2009 [21].

Sensor yang dipilih adalah MAX30102 karena memiliki akurasi yang tinggi, yaitu 98.31% (rata-rata dari akurasi sensor tersebut pada beberapa penelitian [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]). Pengukuran detak jantung tersebut menerapkan metode *photoplethysmography* (PPG), yaitu memanfaatkan penyinaran cahaya pada kulit manusia yang diukur untuk mengetahui seberapa besar penyerapan cahaya yang dihasilkan kulit [29]. Selain itu, alat juga menggunakan modul *vibration motor* menggetarkan pengguna yang mengantuk atau mengalami *microsleep* untuk menyadarkannya.

Cara kerja dari alat ini adalah menggunakan *pulse sensor* MAX 30102 untuk mendeteksi detak jantung pengguna. Data yang didapatkan dari *pulse sensor* diolah oleh mikrokontroler ESP32. Penggunaan nilai BPM belum cukup untuk mendeteksi *microsleep* karena nilai BPM dapat dipengaruhi oleh

berbagai faktor dan bersifat individual, oleh karena itu diperlukan analisis *Heart Rate Variability (HRV)* untuk melihat perubahan fisiologis yang terjadi antar detak jantung. Pada penelitian ini akan menggunakan parameter HRV yakni *Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD)* karena mampu menggambarkan aktivitas saraf parasimpatik yang berkaitan dengan kondisi relaksasi, kelelahan dan penurunan kewaspadaan. Uji performa RMSSD ini juga diperlukan untuk melihat kinerja dari RMSSD ini, maka peneliti akan melakukan uji evaluasi performa menggunakan 3 metrik yakni *Accuracy*, *Sensitivity* dan *Specificity* serta menggunakan *ground truth Karolinska Sleepiness Scale*.

Pada penelitian ini, setiap relawan telah diberikan *informed consent* sebagai dokumen persetujuan yang diberikan kepada calon relawan setelah mereka memperoleh informasi yang lengkap mengenai penelitian. Dengan dokumen ini membuktikan bahwa relawan bersedia mengikuti penelitian secara sadar, sukarela dan tanpa paksaan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini adalah evaluasi performa sistem deteksi microsleep berbasis sensor PPG MAX30102 menggunakan metode *Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD)* dalam mengidentifikasi kondisi *microsleep* pada pengendara sepeda motor berdasarkan *Karolinska Sleepiness Scale (KSS)* sebagai *ground truth*, menggunakan metrik *Accuracy*, *Sensitivity*, dan *Specificity*.

1.3 Batasan Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, bahasan masalah akan dibatasi dengan:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32
2. *Pulse sensor* yang digunakan adalah MAX30102.
3. Menggunakan *vibration motor* sebagai media penyadar relawan.
4. Alat diuji pada pengemudi yang dalam kondisi sehat.

5. Alat akan diujikan pada sampel dengan usia 17 tahun ke atas. Rentang usia tersebut dipilih karena 17 tahun merupakan usia minimal untuk memiliki SIM.
6. Pengujian tidak dilakukan secara langsung dengan mengendarai motor, melainkan akan dilakukan secara tidak langsung dengan menggunakan metode alternatif yaitu simulasi game.
7. Bentuk sinyal PPG tidak ditampilkan, hanya hasil pengukuran *beat per minute* (BPM).
8. Penelitian tidak membahas perbandingan akurasi sensor MAX30102 dengan sensor atau device kesehatan lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan identifikasi masalah yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem peringatan dini yang dapat mendeteksi kondisi yang mengindikasikan terjadinya *microsleep* pada pengendara sepeda motor. Sistem menggunakan sensor *photoplethysmography* MAX30102 yang ditempatkan pada dahi untuk memperoleh sinyal denyut jantung. Sinyal tersebut kemudian diolah menjadi parameter *Heart Rate Variability (HRV)* menggunakan metode *Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD)*.

Sistem dirancang untuk mengidentifikasi perubahan nilai RMSSD yang menunjukkan kondisi kantuk atau indikasi *microsleep* berdasarkan *baseline adaptive* dan *threshold* yang telah ditentukan. Apabila kondisi tersebut terdeteksi, sistem akan mengaktifkan *vibration motor* sebagai bentuk peringatan dini kepada pengguna. Dalam penelitian ini, *vibration motor* hanya berfungsi sebagai keluaran atau aktuator sistem, sedangkan keberhasilan *vibration motor* dalam membangunkan atau menyadarkan pengguna tidak menjadi bagian dari pengukuran penelitian.

Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa sistem berbasis metode RMSSD dalam mendeteksi kondisi *microsleep*

menggunakan *Karolinska Sleepiness Scale (KSS)* sebagai acuan (*ground truth*). Evaluasi dilakukan melalui perhitungan confusion matrix yang terdiri atas *true positive*, *true negative*, *false positive*, dan *false negative*, kemudian dianalisis menggunakan metrik *accuracy*, *sensitivity*, dan *specificity*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Untuk Pengguna yang Dituju

Alat yang dirancang oleh peneliti diharapkan dapat mengantisipasi terjadinya kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh *microsleep* pada pengendara motor.

1.5.2 Untuk Peneliti

Penelitian ini dibuat untuk menambah wawasan pengetahuan peneliti, mengembangkan daya nalar dalam melakukan pengembangan teknologi sistem keselamatan berkendara, dan untuk memperoleh gelar sarjana.

1.6 Sistematika Penulisan

1.6.1 BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan gambaran tentang isi materi skripsi yang terdiri dari latar belakang penelitian, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas dari pengembangan proyek yang telah dilakukan oleh peneliti lainnya dan akan membahas teori yang digunakan dalam pengembangan.

1.6.3 BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini akan menjelaskan metode penelitian yang digunakan oleh peneliti, bagaimana rancangan sistem dan alur kerja sistem dari perangkat yang dibuat oleh peneliti.

1.6.4 BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini akan menunjukkan penerapan penggunaan sistem dan hasil pengujian sistem dari perangkat yang dibuat oleh peneliti.

1.6.5 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan memberikan simpulan dari hasil penelitian ini dan saran untuk penelitian selanjutnya.

