

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak lima tahun terakhir, tahun 2023 mencatat jumlah kecelakaan tertinggi di Indonesia dengan mencapai 148.575 kasus, di mana lebih dari 94% kasus tersebut disebabkan oleh faktor manusia (Ayuningtyas, 2024). Salah satu faktor utama adalah kantuk, yang berkontribusi terhadap 20% dari seluruh kecelakaan lalu lintas (Moradi *et al.*, 2019). Kantuk merupakan kondisi di mana seseorang mengalami penurunan kewaspadaan dan respons akibat kelelahan fisik atau mental. Kondisi ini dapat terjadi karena berbagai faktor, salah satunya mengemudi dalam durasi yang panjang atau tubuh dalam keadaan kelelahan. Mengemudi dalam keadaan kantuk dapat meningkatkan risiko kecelakaan hingga 3 kali lipat (Siddiqui *et al.*, 2021). Lebih lanjut, hasil investigasi dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), sekitar 80% kecelakaan yang terjadi di jalan tol juga disebabkan oleh kantuk (Lestari, 2021).

Sebagai respons terhadap permasalahan ini, deteksi kantuk telah menjadi salah satu area kajian utama dalam penelitian di bidang informatika. Dengan memanfaatkan teknologi terkini, kantuk dapat dideteksi menggunakan fitur digital. Fitur digital yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi kantuk adalah analisis citra wajah pengemudi. Dua parameter utama yang sering digunakan adalah *Eye Aspect Ratio* (EAR) dan *Mouth Aspect Ratio* (MAR). EAR mengukur tingkat keterbukaan mata, di mana penurunan nilai EAR dikaitkan dengan kondisi mata tertutup (Ram *et al.*, 2024). Sementara itu, MAR mencerminkan aktivitas menguap, yang ditandai dengan kenaikan nilai MAR. Kedua parameter ini telah menunjukkan efektivitasnya dalam penelitian sebelumnya, seperti yang dilaporkan College of Technology Coimbatore, dengan accuracy sebesar 95.35% dalam mendeteksi kantuk menggunakan EAR dan MAR (L.Thulasimani *et al.*, 2021). Namun, pendekatan ini masih bergantung pada nilai ambang batas tetap untuk nilai EAR dan MAR, yang kurang adaptif dalam menangkap variasi kondisi lingkungan maupun karakteristik individu. Keterbatasan ini membuka peluang untuk

menerapkan solusi yang lebih adaptif, seperti mengolah nilai EAR dan MAR menggunakan teknologi *deep learning*.

Deep learning merupakan pendekatan kecerdasan buatan yang memanfaatkan jaringan saraf tiruan untuk mengenali pola kompleks dalam data (Safarov *et al.*, 2023). Pendekatan ini menawarkan kemampuan adaptif yang tinggi, sehingga memungkinkan deteksi kantuk tetap andal meskipun terdapat variasi kondisi lingkungan maupun karakteristik individu. Studi yang dilakukan oleh Daffodil International University mengimplementasikan model *deep learning* untuk deteksi kantuk dan berhasil mencapai nilai *mean average precision* sebesar 98%. Selain itu, model tersebut mampu mempertahankan akurasi di atas 90% meskipun diuji pada data bervariasi, seperti perbedaan usia dan warna kulit (Dipu *et al.*, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa *deep learning* memiliki kemampuan adaptif yang unggul, terutama dalam menghadapi keragaman data. Namun, penelitian tersebut memiliki keterbatasan, karena belum memanfaatkan fitur geometris seperti EAR dan MAR, yang memiliki potensi untuk meningkatkan akurasi deteksi kantuk. Lebih lanjut, penelitian ini menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), yang hanya fokus pada fitur spasial tanpa mempertimbangkan urutan kejadian. Sementara itu, aktivitas kantuk, seperti mata yang menutup dan mulut yang menguap merupakan rangkaian peristiwa yang bersifat sekuensial (Schwarz *et al.*, 2023). Keterbatasan ini dapat diatasi dengan menggunakan arsitektur *Recurrent Neural Network* (RNN), yang dirancang khusus untuk memperhatikan dan menangani pola data sekuensial dengan lebih efektif (Plubin *et al.*, 2024).

Penelitian ini dirancang dengan mempertimbangkan keterbatasan yang diidentifikasi pada penelitian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode deteksi kantuk yang lebih adaptif dan akurat. Dengan memanfaatkan fitur geometris EAR dan MAR sebagai parameter utama dalam mendeteksi kantuk. Parameter ini nantinya akan diolah menggunakan teknologi *deep learning* untuk meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap variasi kondisi lingkungan maupun karakteristik individu. Lebih lanjut, penelitian ini akan diimplementasikan pada citra sekuensial, yaitu serangkaian gambar yang menggambarkan perubahan aktivitas kantuk secara temporal, guna merepresentasikan kondisi kantuk yang lebih akurat. Dalam mendukung proses

implementasi tersebut, arsitektur *deep learning* khususnya berbasis RNN akan digunakan. Dengan mengintegrasikan fitur geometris, teknologi *deep learning*, dan pemrosesan data sekuensial, penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan metode deteksi kantuk yang lebih akurat, adaptif, dan andal. Pendekatan yang diusulkan diharapkan tidak hanya mampu meningkatkan keandalan dan adaptivitas dalam deteksi kantuk, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode deteksi kantuk di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses ekstraksi fitur EAR dan MAR dari citra sekuensial untuk mendeteksi kantuk?
2. Bagaimana pengaruh metode klasifikasi, input data, perbaikan gambar dan augmentasi terhadap performa model *deep learning* dalam mendeteksi kantuk menggunakan fitur EAR dan MAR pada citra sekuensial?
3. Bagaimana perbandingan kinerja berbagai rangkaian sistem *deep learning* dalam mendeteksi kantuk menggunakan fitur EAR dan MAR pada citra sekuensial.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengembangkan metode untuk mengekstraksi fitur geometris EAR dan MAR dari citra sekuensial guna mendukung proses deteksi kantuk.
2. Mengevaluasi pengaruh berbagai faktor, seperti metode klasifikasi, input data, perbaikan gambar, dan augmentasi, terhadap kinerja model *deep learning* dalam mendeteksi kantuk menggunakan fitur EAR dan MAR pada citra sekuensial.
3. Menganalisis dan membandingkan kinerja berbagai rangkaian sistem *deep learning* dalam mendeteksi kantuk menggunakan fitur EAR dan MAR pada citra sekuensial.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Guna memastikan fokus dan kejelasan ruang lingkup penelitian, beberapa batasan diterapkan. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang diusulkan menggunakan *dataset* National Tsing Hua University – *Driver Drowsiness Dataset* (NTHU-DDD).
2. *Dataset* mencakup citra wajah pengemudi yang diambil dari video dengan resolusi kamera 640 x 480 piksel dan kecepatan *frame* 30 *frame per second* (fps)
3. Posisi wajah pada citra harus terlihat secara keseluruhan (tidak tertutup atau menoleh), agar fitur EAR dan MAR dapat dihitung dengan akurat.
4. Penelitian ini hanya menggunakan dua parameter geometris, yaitu *Eye Aspect Ratio* (EAR) dan *Mouth Aspect Ratio* (MAR), tanpa mempertimbangkan parameter lainnya seperti perubahan suhu tubuh atau detak jantung.
5. Pemodelan *deep learning* yang digunakan berfokus pada arsitektur *Recurrent Neural Network* (RNN) dengan variasi tertentu.
6. Sistem deteksi kantuk memiliki keterbatasan performa ketika wajah subjek tidak sepenuhnya terlihat atau ketika fitur mata dan mulut tidak terlihat dengan baik.
7. Sistem hanya mampu mendeteksi kantuk pada satu wajah yang paling dekat dengan kamera.
8. *Graphical User Interface* (GUI) yang dibuat dirancang khusus untuk digunakan pada perangkat desktop berbasis website.
9. Penggunaan GUI memerlukan instalasi dependensi yang telah digunakan oleh penulis.

Guna menyederhanakan analisis dan fokus pada aspek utama penelitian, beberapa asumsi diterapkan sebagai berikut:

1. Fitur geometris EAR dan MAR dapat diekstraksi secara konsisten dari citra sekuensial.
2. Metode *deep learning* memiliki kemampuan untuk mendeteksi kantuk dengan memanfaatkan informasi temporal dari citra sekuensial.
3. Fitur mata, mulut, dan posisi wajah diasumsikan menghadap kamera serta terlihat dengan jelas untuk memungkinkan pengambilan data yang akurat.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan, baik dari perspektif teoritis, maupun praktis. Manfaat dari penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pengolahan citra dan kecerdasan buatan. Dengan mengintegrasikan fitur geometris seperti EAR dan MAR ke dalam pendekatan berbasis *deep learning* pada citra sekuensial, penelitian ini memperluas potensi penerapan dan inovasi dalam bidang deteksi kantuk. Lebih lanjut, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian serupa di masa depan.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini berpotensi meningkatkan keselamatan berkendara melalui pengembangan sistem deteksi kantuk berbasis fitur geometris. Sistem yang diusulkan dapat diintegrasikan dengan teknologi *Driver Monitoring System* (DMS) untuk melakukan pemantauan kondisi pengemudi secara *real-time*. Lebih lanjut, sistem ini dapat dikembangkan dengan fitur peringatan dini, termasuk alarm suara, untuk memberikan peringatan kepada pengemudi saat kantuk terdeteksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dalam beberapa bagian secara sistematis untuk memberikan pemahaman yang terstruktur kepada pembaca mengenai latar belakang, landasan teori dan metodologi yang digunakan. Sistematika penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan ruang lingkup penelitian sebagai dasar pelaksanaan skripsi.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini memuat kajian teori, penelitian terdahulu, serta kerangka berpikir yang relevan untuk mendukung analisis penelitian.

3. BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan pendekatan, metode, dan tahapan yang digunakan dalam pengumpulan dan pengolahan data penelitian.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil eksperimen yang diperoleh serta analisis dan interpretasi dari data yang telah dikumpulkan.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan atau penelitian selanjutnya.