

ABSTRAK

Tingginya angka kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh pengemudi yang mengalami kantuk merupakan permasalahan serius dalam keselamatan berkendara. Kondisi kantuk sering kali terjadi secara bertahap dan sulit dikenali secara dini oleh pengemudi, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan fatal. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem deteksi kantuk yang mampu bekerja secara otomatis, akurat, dan real-time. Perkembangan teknologi computer vision dan deep learning membuka peluang untuk mengembangkan sistem non-invasif yang dapat mendeteksi tanda-tanda kantuk melalui analisis pergerakan kelopak mata pengemudi menggunakan kamera.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem deteksi kantuk pengemudi berbasis analisis pergerakan kelopak mata menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM). Metodologi penelitian yang digunakan mengacu pada kerangka kerja CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), yang meliputi tahapan *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modeling*, *evaluation*, dan *deployment*. Data yang digunakan berupa rekaman video wajah pengemudi yang dikumpulkan dalam berbagai kondisi. Selanjutnya, data diproses menggunakan *MediaPipe Face Mesh* untuk mengekstraksi titik-titik landmark pada area mata dan menghitung nilai *Eye Aspect Ratio* (EAR) sebagai fitur utama. Nilai EAR disusun dalam bentuk data sekuens untuk merepresentasikan dinamika pergerakan kelopak mata, yang kemudian digunakan sebagai masukan pada model LSTM.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model LSTM yang dikembangkan mampu mendeteksi kondisi kantuk dengan performa yang sangat baik. Berdasarkan evaluasi menggunakan *confusion matrix*, sistem memperoleh tingkat akurasi sebesar 96,8%, precision sebesar 100%, recall sebesar 90,2%, dan F1-score sebesar 94,9%. Selain itu, hasil pengujian secara real-time menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi mata terbuka dan tertutup secara akurat serta memberikan peringatan ketika terdeteksi kondisi kantuk. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kantuk yang diusulkan efektif dan berpotensi untuk diterapkan sebagai sistem peringatan dini guna meningkatkan keselamatan pengemudi dan mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas.

Kata kunci: Deteksi Kantuk, *Long Short-Term Memory*, *Eye Aspect Ratio*, *CRISP-DM*, *Computer Vision*

ABSTRACT

The high number of traffic accidents caused by driver drowsiness remains a critical issue in road safety. Drowsiness often develops gradually and is difficult to recognize at an early stage, which significantly increases the risk of accidents. Therefore, an automatic, accurate, and real-time drowsiness detection system is required to reduce such risks. Recent advances in computer vision and deep learning provide opportunities to develop non-invasive systems capable of detecting drowsiness by analyzing drivers' eyelid movements using camera-based monitoring.

This study aims to develop a driver drowsiness detection system based on eyelid movement analysis using the *Long Short-Term Memory* (LSTM) algorithm. The research methodology follows the CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) framework, which consists of business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, and deployment stages. The data used in this study consist of facial video recordings of drivers captured under various conditions. These data are processed using MediaPipe Face Mesh to extract eye-region landmarks and calculate the Eye Aspect Ratio (EAR) as the primary feature. The EAR values are then arranged into sequential data to represent the temporal dynamics of eyelid movement and are used as input for the LSTM model.

Experimental results indicate that the developed LSTM model is capable of detecting drowsiness with excellent performance. Based on evaluation using a *confusion matrix*, the proposed system achieves an accuracy of 96.8%, a precision of 100%, a recall of 90.2%, and an F1-score of 94.9%. Furthermore, real-time testing demonstrates that the system can accurately distinguish between open and closed eye conditions and activate an alert when drowsiness is detected. These results suggest that the proposed drowsiness detection system is effective and has strong potential to be implemented as an early warning system to enhance driver safety and reduce traffic accidents.

Keywords: *Drowsiness Detection, Long Short-Term Memory, Eye Aspect Ratio, CRISP-DM, Computer Vision*