

## ABSTRAK

Penurunan tingkat kewaspadaan akibat kelelahan dan kantuk, khususnya fenomena *microsleep*, menjadi permasalahan serius pada berbagai aktivitas operasional yang menuntut tingkat konsentrasi tinggi sehingga memerlukan solusi deteksi dini secara cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menganalisis kinerja model perangkat lunak pendeteksi *microsleep* berarsitektur komputasi hibrida menggunakan algoritma YOLOv5, *Facial landmark* (MediaPipe), dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) pada kondisi pencahayaan yang bervariasi. Model dieksekusi melalui tahapan pra-pemrosesan citra menggunakan metode CLAHE untuk meratakan distribusi piksel secara adaptif, dilanjutkan dengan lokalisasi area wajah secara makro menggunakan YOLOv5, serta ekstraksi titik koordinat mata menggunakan *Facial landmark* untuk menghitung metrik *Eye Aspect Ratio* (EAR). Berdasarkan hasil pengujian komparatif, integrasi CLAHE terbukti mampu mendongkrak rata-rata metrik evaluasi secara keseluruhan. Pada kondisi minim cahaya, metode ini berhasil meningkatkan *Face Detection Rate* (FDR) dan Akurasi menjadi 63,17%, sementara pada kondisi cahaya sedang dan terang terjadi lonjakan signifikan pada Presisi (mencapai 38,76%) dan *Recall* (mencapai 43,17%) tanpa memicu penceraian berlebih (*overexposure*). Model berhasil mengidentifikasi indikasi *microsleep* dan memberikan peringatan visual dini secara objektif dalam estimasi waktu respons yang sangat ideal, yakni 0,71 detik pada kecepatan pemrosesan 8 FPS, yang dipicu apabila nilai EAR berada di bawah ambang batas 0.2 selama minimal 5 *frame* berturut-turut. Secara keseluruhan, model ini terbukti tangguh (*robust*) beroperasi secara optimal pada berbagai dinamika pencahayaan serta mampu mengatasi hambatan visual berupa oklusi aksesoris wajah (masker, topi, hijab, dan kacamata baca), dengan batasan kegagalan klasifikasi yang secara mutlak hanya terjadi akibat penggunaan lensa kacamata hitam.

Kata kunci: *microsleep*, YOLOv5, *facial landmark*, CLAHE, *Eye Aspect Ratio* (EAR)



## **ABSTRACT**

*The decline in alertness due to fatigue and drowsiness, specifically the microsleep phenomenon, poses a serious problem in various operational activities demanding high concentration levels, thereby requiring a rapid and accurate early detection solution. This study aims to design, develop, and analyze the performance of a microsleep detection software model utilizing a hybrid computing architecture with YOLOv5, Facial landmark (MediaPipe), and Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) algorithms under varying lighting conditions. The model is executed through an image preprocessing stage using the CLAHE method for adaptive pixel distribution equalization, followed by macro-level face localization using YOLOv5, and extraction of eye coordinate points using Facial landmark to compute the Eye Aspect Ratio (EAR) metric. Based on the comparative testing results, the integration of CLAHE successfully boosted the overall average of the evaluation metrics. Under low-light conditions, this method increased the Face Detection Rate (FDR) and Accuracy to 63.17%. Meanwhile, under medium and bright lighting conditions, a significant surge occurred in Precision (reaching 38.76%) and Recall (reaching 43.17%) without triggering overexposure. The model successfully identified indications of microsleep and provided objective early visual warnings within a highly ideal estimated response time of 0.71 seconds at a processing speed of 8 FPS, which is triggered when the EAR value falls below the 0.2 threshold for a minimum of 5 consecutive frames. Overall, the model demonstrated robustness by operating optimally under various lighting dynamics and successfully overcoming visual obstacles such as facial accessory occlusions (masks, hats, hijabs, and reading glasses). Absolute classification failure strictly occurred only due to the use of dark sunglasses.*

*Keywords: microsleep, YOLOv5, facial landmark, CLAHE, real-time detection*

