

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan parameter visual *Eye Aspect Ratio* (EAR) dan *Mouth Aspect Ratio* (MAR) terbukti dapat mendeteksi tingkat kantuk pengemudi. Kedua parameter ini berhasil menangkap perubahan visual wajah secara *real-time*, dan mampu membedakan antara kondisi normal, lelah, mengantuk, dan mengantuk ekstreme. Dengan demikian, fitur-fitur ini relevan dan bermanfaat sebagai indikator utama dalam sistem deteksi kantuk berbasis citra wajah.
2. Sistem klasifikasi berbasis *Support Vector Machine* (SVM) yang dibangun menggunakan fitur *MediaPipe Face Mesh* mampu mengklasifikasikan tingkat kantuk dengan akurasi tinggi. Penerapan teknik SMOTE terbukti meningkatkan performa model, di mana akurasi total naik dari 95,5% menjadi 99% dan nilai *F1-score* seluruh kelas meningkat hingga berada pada kisaran 0,98–1,00. Dengan hasil ini, model menjadi lebih seimbang dalam mengenali seluruh kondisi kantuk, baik mayoritas maupun minoritas, sehingga lebih andal untuk diaplikasikan dalam sistem deteksi kantuk pengemudi.

5.2 Saran

Untuk mendukung pengembangan lebih lanjut serta penerapan sistem dalam skala yang lebih luas, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah data yang lebih besar dan melibatkan partisipan dengan variasi kondisi, seperti pencahayaan dan sudut pandang wajah yang berbeda.
2. Pengembangan sistem dapat diuji secara *real-time* pada kondisi kendaraan sesungguhnya guna mengukur kinerja dan keandalannya di lapangan.
3. Dapat dilakukan perbandingan kinerja algoritma SVM dengan metode lain seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) atau *Long Short-Term Memory* (LSTM).
4. Pengembangan sistem pada perangkat *embedded* seperti *Raspberry Pi* direkomendasikan untuk mendukung penerapan langsung dalam kendaraan.