

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada seluruh tahapan penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan kombinasi algoritma YOLOv5 dan *Support Vector Machine* (SVM) dalam sistem presensi mahasiswa berbasis *face recognition*. Kombinasi kedua algoritma ini terbukti efektif dalam mendeteksi dan mengenali wajah mahasiswa secara otomatis, cepat, dan akurat sesuai dengan tujuan penelitian.
2. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mencapai akurasi deteksi dan klasifikasi wajah sebesar 98,09%, dengan nilai rata-rata *precision*, *recall*, dan *F1-score* sebesar 0.98. Hal ini menunjukkan performa model yang tinggi dalam mengenali wajah meskipun terdapat variasi sudut hingga 55°.
3. Proses evaluasi efisiensi waktu menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis *face recognition* membutuhkan waktu rata-rata 6 menit untuk 50 mahasiswa, jauh lebih cepat dibandingkan metode manual yang memerlukan waktu sekitar 13 menit. Dengan demikian, sistem ini mampu memangkas waktu absensi hampir dua kali lipat lebih efisien.
4. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa kombinasi metode deteksi objek berbasis *deep learning* (YOLOv5) dan klasifikasi berbasis *machine learning* (SVM) dapat saling melengkapi. YOLOv5 memberikan deteksi wajah yang cepat dan presisi tinggi, sementara SVM berperan optimal dalam mengklasifikasikan identitas wajah berdasarkan fitur HOG. Sinergi keduanya menghasilkan sistem pengenalan wajah yang efisien dan akurat, menjawab tantangan pada metode konvensional.
5. Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang *computer vision* dan *face recognition*, sedangkan secara praktis, hasil penelitian ini dapat diterapkan sebagai solusi presensi otomatis di lingkungan akademik untuk meningkatkan efisiensi administrasi dan meminimalkan kecurangan kehadiran mahasiswa.

5.2 Saran Pengembangan

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur pengelolaan data kehadiran *real-time*, termasuk integrasi langsung dengan sistem akademik kampus agar data absensi dapat disinkronkan otomatis.
2. Menambahkan fitur pengelolaan data kehadiran secara daring (online) agar sistem dapat digunakan di luar jaringan lokal.
3. Model dapat ditingkatkan dengan menggunakan dataset yang lebih beragam, mencakup kondisi pencahayaan berbeda, ekspresi wajah variatif, serta sudut pengambilan gambar yang lebih ekstrem untuk meningkatkan generalisasi model.
4. Penerapan algoritma deteksi dan pengenalan wajah berbasis *deep learning* murni, seperti *FaceNet* atau *ArcFace*, dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dan akurat untuk menggantikan proses kombinasi YOLOv5 dan SVM.
5. Pengujian lebih lanjut dapat dilakukan pada lingkungan nyata secara langsung di ruang kelas, untuk melihat kestabilan performa sistem terhadap faktor eksternal seperti jarak kamera, posisi duduk mahasiswa, dan pergerakan spontan.
6. Aspek keamanan data biometrik perlu menjadi perhatian utama pada pengembangan berikutnya, misalnya dengan menambahkan enkripsi pada penyimpanan fitur wajah agar sistem lebih aman dan sesuai etika privasi.