

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem autentikasi wajah berhasil diimplementasikan dengan memanfaatkan model *yolov8n-face.pt* untuk proses deteksi wajah. Model ini mampu mendeteksi area wajah secara akurat dari gambar input maupun hasil tangkapan kamera secara langsung. Hasil deteksi berupa *bounding box* digunakan untuk memotong (*cropping*) area wajah, yang selanjutnya diproses lebih lanjut dalam tahap ekstraksi fitur. Proses deteksi berjalan efisien dan mendukung kondisi pencahayaan dan latar yang beragam.
2. Ekstraksi fitur wajah dilakukan menggunakan arsitektur InceptionResNetV1 yang telah dilatih sebelumnya (*pretrained*) pada dua dataset, yaitu VGGFace2 dan CASIA-WebFace. Model ini menghasilkan *embedding* berdimensi 512 yang mewakili karakteristik unik setiap wajah. Pengenalan wajah dilakukan dengan menghitung jarak kemiripan antar *embedding* menggunakan metrik *Euclidean distance*. Sistem kemudian membandingkan hasil *embedding* dari wajah input dengan *database embedding* wajah yang telah didaftarkan, dan mengembalikan identitas jika ditemukan kecocokan di bawah ambang batas tertentu (*threshold*).
3. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model InceptionResNetV1 dengan *pretrained* VGGFace2 memberikan hasil terbaik dibandingkan model dengan *pretrained* CASIA-WebFace. Pada *threshold* 0.6, model dengan VGGFace2 mencatatkan akurasi sebesar 98.75%, *precision* 98.53%, *recall* 100%, dan *f1-score* 99.26%. Sementara itu, model dengan CASIA-WebFace pada *threshold* terbaiknya, yaitu 0.7, mencatatkan akurasi sebesar 93.75%, *precision* 98.44%, *recall* 94.03%, dan *f1-score* 96.18%. Temuan utama dari penelitian ini adalah bahwa pemanfaatan model InceptionResNetV1 dengan *pretrained* VGGFace2 terbukti lebih optimal dan memberikan performa paling tinggi dalam sistem autentikasi wajah mahasiswa berbasis *website*, khususnya pada *threshold* 0.6.

4. Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting, yaitu bahwa sistem autentikasi wajah berbasis YOLOv8 dan InceptionResNetV1 *pretrained* pada VGGFace2 dapat menjadi alternatif yang lebih aman dan efisien dibandingkan metode konvensional seperti kata sandi. Sistem ini cocok diterapkan pada lingkungan kampus untuk kebutuhan *login* sistem akademik, karena mampu melakukan identifikasi secara cepat dan otomatis hanya dengan kamera ponsel atau *webcam*. Selain itu, hasil ini juga menekankan pentingnya pemilihan dataset *pretrained* yang tepat sebagai faktor kunci dalam meningkatkan performa sistem pengenalan wajah, dan dapat menjadi dasar bagi pengembangan atau penelitian lanjutan.
5. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang dapat menjadi pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, sistem belum diuji pada kondisi wajah dengan aksesoris yang beragam seperti masker, atau kacamata, sehingga ketahanan model terhadap variasi tersebut belum diketahui secara pasti. Kedua, sistem belum diujikan secara langsung pada skenario autentikasi *login* riil di lingkungan kampus, sehingga performanya dalam kondisi operasional sebenarnya masih perlu divalidasi. Ketiga, belum dilakukan pengujian terhadap pengguna akhir (*user testing*), baik dari sisi fungsionalitas sistem maupun aspek kegunaan antarmuka (*usability*). Terakhir, jumlah partisipan dalam dataset masih terbatas sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan keberagaman wajah di populasi yang lebih luas. Keterbatasan ini menjadi dasar penting bagi pengembangan dan evaluasi sistem secara lebih komprehensif di masa mendatang.

5.2. Saran Pengembangan

Meskipun sistem autentikasi wajah yang dikembangkan telah menunjukkan performa yang baik, terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan pada penelitian selanjutnya. Pertama, sistem ini masih terbatas pada pengujian dengan wajah tanpa aksesoris seperti masker atau kacamata. Oleh karena itu, disarankan untuk memperluas variasi data latih dan uji agar mencakup berbagai kondisi wajah, termasuk penggunaan aksesoris dan variasi ekspresi, agar model lebih robust terhadap kondisi dunia nyata.

Kedua, meskipun deteksi wajah dengan YOLOv8 dan ekstraksi fitur dengan InceptionResNetV1 telah terintegrasi dengan baik, performa sistem masih bergantung pada kualitas pencahayaan dan posisi wajah. Penambahan teknik augmentasi data atau *preprocessing* lanjutan seperti normalisasi pencahayaan dapat meningkatkan kestabilan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan

Ketiga, dari sisi implementasi, sistem telah dikembangkan dengan antarmuka lokal menggunakan Gradio. Namun, belum dilakukan analisis kegunaan (*usability*) atau pengujian terhadap pengalaman pengguna. Penelitian mendatang disarankan untuk menambahkan evaluasi terhadap antarmuka pengguna, serta mempertimbangkan penerapan sistem pada skenario dunia nyata secara langsung, seperti integrasi dengan sistem akademik atau absensi.

Terakhir, evaluasi performa model saat ini masih terbatas pada pendekatan perbandingan dua *pretrained dataset*. Akan lebih baik jika pada penelitian selanjutnya dapat dibandingkan pula dengan model *deep learning lain* atau teknik pembelajaran terkini atau pendekatan *self-supervised learning*, untuk melihat potensi peningkatan performa yang lebih signifikan.

Halaman ini sengaja dikosongkan