

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengembangan aplikasi deteksi emosi wajah siswa Sekolah Luar Biasa (SLB) berbasis Convolutional Neural Network (CNN), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi berbasis web menggunakan framework Streamlit yang mampu melakukan deteksi emosi wajah berdasarkan citra yang diambil melalui kamera perangkat. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan mengintegrasikan model Convolutional Neural Network (CNN) sebagai metode klasifikasi emosi, sehingga proses pengambilan citra, preprocessing, prediksi emosi, hingga penyajian hasil dapat dilakukan secara otomatis dalam satu aplikasi yang mudah digunakan.
2. Model Convolutional Neural Network (CNN) yang dilatih menggunakan kombinasi dataset FER2013 dan dataset citra wajah siswa SLB mampu mengklasifikasikan ekspresi wajah ke dalam tujuh kategori emosi, yaitu marah (anger), jijik (disgust), takut (fear), senang (happy), sedih (sad), terkejut (surprise), dan netral (neutral). Berdasarkan hasil evaluasi model menggunakan metrik accuracy, precision, recall, dan confusion matrix, model menunjukkan performa yang baik dalam mengenali pola ekspresi wajah sesuai dengan data yang digunakan pada penelitian.
3. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *Black Box Testing*, seluruh fitur utama aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Sistem mampu mengakses kamera perangkat, melakukan deteksi wajah, menjalankan preprocessing citra, melakukan klasifikasi menggunakan model CNN, serta menampilkan hasil deteksi berupa kategori emosi, nilai *confidence*, probabilitas setiap kelas emosi, dan rekomendasi edukatif kepada pengguna.

4. Hasil evaluasi pengguna menunjukkan bahwa aplikasi memiliki antarmuka yang sederhana, mudah dipahami, dan mudah dioperasikan oleh guru maupun orang tua. Informasi hasil deteksi beserta rekomendasi yang diberikan dinilai dapat membantu sebagai media pendukung dalam mengenali kondisi emosional siswa selama proses pembelajaran. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengembangkan sistem deteksi emosi wajah berbasis CNN sebagai media edukatif dalam membantu pengenalan emosi siswa SLB telah berhasil dicapai.
5. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi Artificial Intelligence (AI), khususnya algoritma Convolutional Neural Network (CNN), dapat diimplementasikan ke dalam sistem informasi berbasis web sebagai media pendukung pembelajaran di lingkungan Sekolah Luar Biasa (SLB). Penggabungan teknologi pengolahan citra digital dengan antarmuka web menghasilkan sistem yang mudah diakses, mudah digunakan, serta mampu memberikan informasi yang bermanfaat bagi guru dan orang tua dalam mendampingi siswa mengenali emosi secara bertahap.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dijadikan arah pengembangan penelitian maupun sistem pada masa mendatang sebagai berikut.

1. Menambah jumlah dan keberagaman dataset wajah siswa SLB.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengumpulkan dataset dari lebih banyak sekolah luar biasa dengan jumlah responden yang lebih beragam. Penambahan jumlah data akan membantu model mempelajari variasi ekspresi wajah yang lebih luas sehingga kemampuan generalisasi model dapat meningkat ketika digunakan pada pengguna baru.

2. Mengembangkan sistem agar mampu melakukan deteksi emosi secara real-time.

Pada penelitian ini, proses deteksi dilakukan berdasarkan satu citra yang diambil melalui kamera. Penelitian berikutnya dapat mengembangkan sistem agar mampu mendeteksi perubahan ekspresi wajah secara terus-menerus (*real-time*) menggunakan video sehingga kondisi emosional pengguna dapat dipantau secara lebih dinamis tanpa harus mengambil gambar secara manual setiap kali melakukan deteksi.

3. Mengembangkan model menggunakan arsitektur deep learning yang lebih kompleks.

Model CNN yang digunakan pada penelitian ini dapat dibandingkan dengan arsitektur lain yang memiliki performa lebih tinggi, seperti ResNet, EfficientNet, MobileNet, atau Vision Transformer (ViT). Perbandingan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui model yang paling sesuai dalam mendeteksi ekspresi wajah siswa SLB dengan tingkat akurasi yang lebih baik serta waktu komputasi yang lebih efisien.

4. Menambahkan fitur penyimpanan riwayat hasil deteksi.

Sistem dapat dikembangkan dengan menyediakan fitur penyimpanan riwayat hasil deteksi sehingga guru maupun orang tua dapat melihat perkembangan kondisi emosional siswa dari waktu ke waktu. Riwayat tersebut dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam proses pembelajaran maupun pendampingan siswa secara berkelanjutan.

5. Mengembangkan rekomendasi yang lebih personal dan interaktif.

Rekomendasi yang diberikan pada penelitian ini masih berupa saran sederhana berdasarkan kategori emosi yang terdeteksi. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan rekomendasi yang lebih personal dengan mempertimbangkan usia, karakteristik siswa, maupun hasil deteksi

sebelumnya sehingga informasi yang diberikan menjadi lebih relevan dan bermanfaat.

6. Melakukan evaluasi sistem pada jumlah pengguna yang lebih banyak.

Uji coba pada penelitian ini masih dilakukan dalam lingkup terbatas sesuai dengan kebutuhan penelitian. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan lebih banyak guru, orang tua, maupun siswa dari berbagai sekolah agar diperoleh umpan balik yang lebih beragam mengenai kemudahan penggunaan, kebermanfaatan sistem, serta performa aplikasi pada kondisi penggunaan yang berbeda.

7. Mengintegrasikan dataset dengan database

Mengintegrasikan sistem dengan database sehingga seluruh data yang digunakan maupun hasil deteksi emosi dapat tersimpan secara terstruktur. Integrasi database memungkinkan penyimpanan dataset, data pengguna, riwayat hasil deteksi, serta laporan klasifikasi secara lebih aman dan mudah dikelola. Selain itu, penyimpanan data dalam bentuk database juga dapat mendukung proses pembaruan dataset, analisis data secara berkelanjutan, serta retraining model menggunakan data baru sehingga performa sistem dapat terus ditingkatkan.