

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh tahapan yang telah dilakukan terhadap pengembangan sistem presensi karyawan berbasis pengenalan wajah pada CV. Dwi Santoso, dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV2* mampu menghasilkan model pengenalan wajah yang akurat dan dapat diimplementasikan ke dalam sistem presensi berbasis *website*. Kesimpulan skripsi ini dijabarkan sebagai berikut:

- a. Pemetaan kebutuhan bisnis CV. Dwi Santoso menggunakan *CRISP-DM* berhasil menghasilkan alur pengerjaan yang sistematis dan sesuai dengan permasalahan perusahaan. Permasalahan utama yang ditemukan adalah proses presensi manual yang kurang efisien, sulit direkap, kurang fleksibel untuk karyawan dengan pola kerja berbeda, serta berisiko terhadap manipulasi identitas. Melalui fase *Business Understanding*, kebutuhan perusahaan diarahkan menjadi solusi sistem presensi berbasis *website* dengan validasi wajah. Fase *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modeling*, *Evaluation*, dan *Deployment* kemudian digunakan untuk menghubungkan kebutuhan bisnis tersebut dengan proses teknis pengembangan model dan implementasi sistem.
- b. *Dataset* wajah karyawan berhasil disusun dari 13 karyawan CV. Dwi Santoso dengan variasi sudut pandang depan, kanan, dan kiri. Total data mentah yang digunakan berjumlah 650 citra wajah, dengan masing-masing karyawan memiliki 50 citra. Data tersebut kemudian diproses melalui tahapan ekstraksi wajah, *resizing*, normalisasi piksel, serta augmentasi berupa rotasi, *horizontal flip*, pencahayaan, dan *grayscale*. Tahapan ini membuat *dataset* lebih siap digunakan oleh *MobileNetV2* dan meningkatkan kemampuan model dalam mengenali wajah pada kondisi pose dan pencahayaan yang bervariasi.
- c. Model pengenalan wajah menggunakan *MobileNetV2* berbasis *CNN* berhasil dibangun untuk mengklasifikasikan identitas 13 karyawan. *MobileNetV2* digunakan sebagai arsitektur utama karena memiliki karakteristik *lightweight*,

menerapkan *depthwise separable convolution*, *inverted residual*, dan *linear bottleneck*, serta mendukung *transfer learning*. Dengan struktur tersebut, model mampu mengekstraksi fitur wajah secara efisien dan menghasilkan representasi visual yang cukup kuat untuk membedakan identitas setiap karyawan.

- d. Evaluasi lima skenario *hyperparameter tuning MobileNetV2* berhasil dilakukan berdasarkan *accuracy*, *loss*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Setiap skenario menggunakan konfigurasi *K-Fold*, *learning rate*, *batch size*, *optimizer*, *dropout*, *dense unit*, dan *epoch* yang telah ditentukan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Skenario 4 menjadi skenario terbaik dengan *learning rate* 0,0001, *batch size* 32, *optimizer* Adam, *dropout* 0,3, *dense unit* 128, dan maksimum 50 *epoch*. Skenario ini memperoleh *mean validation accuracy* sebesar $0,9923 \pm 0,0094$, *mean validation loss* sebesar $0,0643 \pm 0,0286$, *hold-out test accuracy* sebesar 0,9923, dan nilai *accuracy* pada *classification report* sebesar 0,99. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengenali identitas karyawan dengan performa yang sangat baik dalam ruang lingkup *dataset* dan pengujian *hold-out test* yang digunakan. Meskipun demikian, masih terdapat satu kesalahan klasifikasi pada data uji, sehingga pengujian lanjutan pada kondisi operasional yang lebih beragam tetap diperlukan.
- e. Model terbaik berhasil diimplementasikan ke dalam sistem presensi berbasis *website* yang mendukung proses autentikasi pengguna, validasi wajah, *clock-in*, *clock-out*, pengelolaan data karyawan, dan rekapitulasi presensi. Sistem memanfaatkan model *MobileNetV2* untuk melakukan prediksi identitas wajah sebelum data kehadiran dicatat ke dalam basis data. Dengan alur tersebut, proses presensi menjadi lebih otomatis, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan CV. Dwi Santoso, khususnya untuk perusahaan yang memiliki kombinasi karyawan tetap, *freelancer*, dan *outsourcing*.

Hasil skripsi ini menegaskan bahwa arsitektur *MobileNetV2*, dengan tahapan *CRISP-DM*, augmentasi data wajah, *hyperparameter tuning*, dan implementasi sistem berbasis *website* mampu menghasilkan sistem presensi yang akurat dan dapat digunakan sebagai solusi digital. Model terbaik pada Skenario 4 menunjukkan performa yang kuat pada data validasi dan data *hold-out test*, tetapi

hasil tersebut tetap berada dalam ruang lingkup *dataset* yang digunakan, kondisi data yang terkontrol, serta distribusi kelas yang seimbang. Dengan demikian, sistem yang dibangun dapat menjadi solusi presensi digital yang efisien dan fleksibel, dengan tetap memerlukan pengujian lanjutan pada perangkat, pencahayaan, kualitas kamera, posisi wajah, dan koneksi internet yang lebih beragam.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil skripsi yang menunjukkan bahwa *MobileNetV2* berbasis CNN mampu digunakan untuk sistem presensi karyawan berbasis *website*, maka beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

- A. Memperbanyak variasi *dataset* untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap kondisi lapangan, disarankan untuk memperbanyak variasi *dataset*, khususnya citra wajah dengan atribut penutup (seperti kacamata atau masker).
- B. Melakukan pengembangan ke arah aplikasi *mobile* untuk karyawan yang memiliki mobilitas tinggi atau bekerja secara *remote* agar proses presensi menjadi lebih praktis.
- C. Meningkatkan keamanan dan validitas data, sistem dapat ditambahkan fitur koordinat lokasi (*GPS*) guna memastikan karyawan melakukan presensi di area yang telah ditentukan oleh perusahaan.
- D. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur notifikasi kehadiran otomatis ke HRD atau fitur rekapitulasi penggajian yang terintegrasi langsung dengan data presensi.
- E. Pengembangan sistem juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan teknologi atau *framework backend* lain yang memiliki performa lebih cepat dalam menangani proses komputasi dan komunikasi API. Beberapa opsi yang dapat dipertimbangkan antara lain Go dengan *framework Fiber* atau *Gin*, serta *Rust* dengan *framework Actix Web* atau *Axum*. Penggunaan teknologi tersebut dapat menjadi alternatif apabila sistem membutuhkan waktu respons yang lebih rendah dibandingkan implementasi *backend* menggunakan *Flask*. Selain itu, pengembangan juga dapat mempertimbangkan model pengenalan wajah yang lebih ringan,

seperti *MobileNetV3*, *EfficientNet-Lite*, atau *ShuffleNetV2*, untuk membandingkan performa akurasi dan kecepatan proses presensi.