

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian tahapan penelitian yang telah dilaksanakan secara sistematis—dimulai dari fase analisis kebutuhan, perancangan arsitektur menggunakan pendekatan *Unified Modeling Language* (UML), implementasi baris kode program, hingga eksekusi pengujian eksperimental secara komprehensif—dapat disimpulkan bahwa sistem aplikasi presensi biometrik wajah yang dikembangkan telah berhasil menjawab seluruh rumusan masalah secara tuntas sekaligus mencapai target tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Sistem ini sukses mentransformasikan prosedur tata kelola administrasi kepegawaian di CoffeeShop Archaic dari metode manual konvensional yang lambat dan tidak praktis menjadi sistem berbasis digital yang sepenuhnya otomatis, presisi, dan efisien. Secara lebih spesifik, keberhasilan pencapaian penelitian ini dapat dijabarkan ke dalam poin-poin kesimpulan sebagai berikut:

Dimensi Operasional dan Tata Kelola Administrasi Efisiensi

1. Alur Presensi: Sistem berhasil memangkas birokrasi fisik kertas (*logbook*) menjadi sebuah interaksi digital tunggal yang dapat diselesaikan dalam hitungan detik per pegawai, sehingga secara efektif mengeliminasi risiko kerusakan, kehilangan, maupun kesalahan pencatatan waktu kerja secara subjektif.
2. Otomatisasi Rekapitulasi Data: Kehadiran fitur ekspor laporan otomatis ke dalam format Excel terbukti mampu menghilangkan beban kerja administratif manajer operasional secara masif dalam melakukan rekapitulasi data absensi bulanan menjelang fase penggajian (*payroll*).
3. Peningkatan Akurasi dan Transparansi: Sistem berhasil mengeliminasi celah kesalahan manusia (*human error*) dalam

kalkulasi akumulasi jam kerja efektif maupun konversi menit keterlambatan pegawai, sehingga tingkat integritas, transparansi, dan akurasi data penggajian dapat dijamin validitasnya secara mutlak.

Dimensi Teknis, Keamanan, dan Keandalan Perangkat Lunak

1. Optimasi Algoritma Visi Komputer: Implementasi algoritma *Local Binary Patterns Histograms* (LBPH) terbukti menjadi solusi yang paling tepat guna dan efisien untuk lingkungan operasional dengan keterbatasan sumber daya perangkat keras (seperti laptop kasir), karena andal mengenali identitas pegawai tanpa membebani kinerja memori RAM maupun siklus prosesor secara berlebihan.
2. Mitigasi Celah Keamanan (*Anti-Buddy Punching*): Sinergi fitur keamanan active liveness detection berbasis perhitungan *Eye Aspect Ratio* (EAR) dan logika *State Machine* penangkap kedipan kelopak mata berfungsi secara optimal sebagai benteng pertahanan dalam mencegah, mendeteksi, dan menolak praktik kecurangan titip absen, termasuk serangan pemalsuan menggunakan media foto digital beresolusi tinggi pada layar ponsel pintar.
3. Arsitektur dan Manajemen Data yang Kokoh: Penggunaan bahasa Python dengan *micro-framework Flask* mampu menunjukkan tingkat reliabilitas, stabilitas, dan toleransi kesalahan yang tinggi melalui pemisahan hak akses antara Portal Pegawai dan Portal Admin. Keandalan ini diperkuat oleh optimalisasi basis data SQLite melalui konfigurasi *thread-safe* yang sukses mengamankan alur transaksi data *multi-thread*, sehingga proses pengaliran video dari sensor kamera dan permintaan rute web dapat berjalan bersamaan secara simultan tanpa kendala kemacetan data.

5.2. Saran

Meskipun rancang bangun sistem presensi biometrik yang diimplementasikan telah berhasil memenuhi tujuan utama penelitian serta menunjukkan performa operasional yang baik, penulis menyadari bahwa perkembangan inovasi teknologi informasi bersifat dinamis dan berkelanjutan. Oleh karena itu, masih terdapat beberapa ruang keterbatasan yang memerlukan penyempurnaan di masa mendatang. Berdasarkan hasil temuan dan evaluasi selama penelitian, beberapa saran strategis yang dapat direkomendasikan untuk pengembangan sistem selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penguatan Ketahanan Sistem terhadap Intensitas Pencahayaan

Peningkatan Algoritma (*Software*): Untuk mengatasi penurunan akurasi pada kondisi ruangan yang terlalu gelap atau silau (*backlight*), penelitian selanjutnya disarankan mengintegrasikan algoritma perbaikan kualitas citra otomatis yang lebih mutakhir, seperti metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) pada tahapan pra-pemrosesan data citra.

Peningkatan Perangkat Keras (*Hardware*): Disarankan untuk mempertimbangkan peningkatan spesifikasi sensor kamera dengan menggunakan perangkat yang dilengkapi teknologi pemindaian inframerah (*Infrared Sensor*) guna menjamin kestabilan serta akurasi pembacaan struktur wajah pegawai di segala kondisi pencahayaan eksternal yang ekstrem.

2. Skalabilitas Data untuk Ekspansi Perusahaan

Migrasi ke *Deep Learning*: Pendekatan ekstraksi fitur lokal (LBPH) saat ini sangat efisien untuk skala kecil hingga menengah. Namun, seiring rencana ekspansi bisnis dan penambahan jumlah pegawai yang masif, disarankan untuk melakukan migrasi metode pengenalan wajah dari pendekatan statistik konvensional ke arsitektur berbasis pembelajaran mendalam (*Deep Learning*).

Peneliti selanjutnya dapat menerapkan algoritma *Convolutional*

Neural Networks (CNN) atau FaceNet yang memiliki kemampuan ekstraksi fitur karakteristik wajah secara multidimensi, sehingga memiliki tingkat presisi yang superior dalam mengklasifikasikan dataset biometrik berskala besar tanpa memicu penurunan akurasi akibat kemiripan visual.

3. Perluasan Fitur dan Integrasi Sistem Hulu-ke-Hilir

Integrasi Modul Penggajian (*Payroll System*): Pengembangan arsitektur aplikasi di masa depan disarankan untuk tidak berhenti sebagai modul pencatat kehadiran mandiri (*standalone*), melainkan diintegrasikan langsung dengan Sistem Penggajian Otomatis perusahaan melalui *Application Programming Interface* (API).

Otomatisasi Manajemen SDM: Melalui integrasi ini, sistem akan mampu melakukan kalkulasi matematika secara otomatis dan *real-time* untuk menetapkan nominal upah bersih pegawai berdasarkan akumulasi jam kerja efektif, penalti pemotongan upah akibat keterlambatan, hingga kalkulasi bonus lembur dalam satu kesatuan ekosistem aplikasi yang utuh dan transparan.