

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem Dosen *Tracker* berbasis Edge Computing dan pengenalan wajah yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Dosen *Tracker* berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan pemrosesan wajah pada Kiosk/Edge Node, *backend*, basis data, antarmuka *web*, dan *Bot* Telegram. Kiosk menjalankan deteksi dan pengenalan wajah, sedangkan *backend* mengelola data dosen, status, zona, riwayat *event*, dan penyampaian informasi. Integrasi antarkomponen telah berfungsi dalam lingkungan pengembangan, tetapi belum diuji menggunakan perangkat kiosk fisik pada lingkungan kampus.
2. Mekanisme pembentukan status keberadaan dosen berhasil diimplementasikan menggunakan NIP sebagai identitas tetap, transisi zona virtual, pencatatan *last_seen*, dan pengelolaan status berbasis FILO. Transisi dari Area B ke Area A menghasilkan *event* MASUK, sedangkan transisi dari Area A ke Area B menghasilkan *event* KELUAR. Informasi status, zona, dan waktu terakhir terdeteksi dapat disampaikan melalui antarmuka *web* dan *Bot* Telegram. Cooldown, idempotensi, antrean lokal, dan pemeriksaan data stale digunakan untuk mencegah *event* berulang serta menjaga relevansi status ketika terjadi gangguan komunikasi..

3. Hasil *black-box testing* menunjukkan bahwa fungsi utama sistem menghasilkan keluaran sesuai dengan skenario yang ditetapkan pada lingkungan pengembangan. Sebanyak 35 kasus *white-box testing* terhadap lima logika *backend* juga berhasil dijalankan. Pada pengujian komponen AI, YOLOv26 Nano memperoleh mAP@0,5 sebesar 87,94%, ArcFace Buffalo_SC memperoleh akurasi 99,88%, sedangkan MiniFASNetV2 memperoleh akurasi 66,04% pada data uji independen. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi sistem telah berfungsi, tetapi performanya belum dapat digeneralisasikan untuk kondisi kampus karena belum dilakukan UAT, *enrollment* langsung, dan pengujian lapangan menggunakan perangkat target.

B. Saran

Sistem Dosen *Tracker* pada tahap sistem dibangun dengan penekanan pada efisiensi sumber daya. Pada lingkup terbatas, sistem sudah menunjukkan kinerja yang memadai. Namun, agar performa, keamanan, dan skalabilitas tetap terjaga ketika cakupan layanan diperluas, disarankan bagi peneliti atau pengembang selanjutnya untuk mempertimbangkan peningkatan berikut:

1. Pengujian selanjutnya perlu dilakukan menggunakan kamera dan perangkat kiosk pada lingkungan target. Pengujian sebaiknya mencakup variasi pencahayaan, sudut kamera, jarak wajah, jumlah pengguna, perpindahan melalui Area A dan Area B, stabilitas jaringan, penyimpanan *event* ketika koneksi terputus, serta sinkronisasi ulang ke *backend*.

2. MiniFASNetV2 perlu dievaluasi dan dikalibrasi ulang menggunakan data *live* dan *spoof* yang lebih besar serta mewakili kondisi kamera target. Jenis serangan sebaiknya mencakup foto cetak, tampilan ponsel, tampilan laptop, dan video replay. Apabila diperlukan tingkat ketahanan yang lebih tinggi, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan sensor kedalaman atau inframerah dan model *anti-spoofing* yang sesuai dengan sensor tersebut.
3. Evaluasi ArcFace perlu diperluas dengan jumlah identitas dan citra yang lebih banyak, proses *enrollment* yang terpisah dari data pengujian, serta variasi pose, ekspresi, pencahayaan, jarak, dan kualitas citra. Perbandingan Buffalo_SC dengan model yang lebih besar, seperti Buffalo_L, dapat dilakukan berdasarkan akurasi, latensi, konsumsi memori, dan kemampuan perangkat yang digunakan.
4. Sebelum diterapkan secara operasional, perlu dilakukan *enrollment* ulang secara langsung dengan persetujuan dosen sebagai subjek data, UAT yang melibatkan mahasiswa, dosen, dan pengelola, serta penyusunan tata kelola data biometrik. Tata kelola tersebut perlu mencakup hak akses, perlindungan *embedding*, batas waktu penyimpanan, penghapusan data, pencatatan akses, dan pembatasan informasi yang ditampilkan melalui layar publik maupun *bot* Telegram.
5. Pengembangan dalam skala lebih besar perlu didahului pengujian kapasitas dan perencanaan infrastruktur. Perencanaan tersebut mencakup pemetaan ruangan, penempatan Area A dan Area B, jumlah kamera per

zona, kebutuhan CPU atau GPU, RAM, bandwidth jaringan, kapasitas penyimpanan log, serta mekanisme pemulihan ketika koneksi terputus. Optimasi menggunakan ONNX Runtime, TensorRT, atau teknologi akselerasi lain dapat dipertimbangkan setelah dilakukan pengukuran pada perangkat dan konfigurasi yang sebenarnya.