

ABSTRAK

Praktik manipulasi identitas menggunakan citra wajah, seperti serangan *spoofing* berbasis foto cetak maupun tampilan layar, menjadi tantangan dalam sistem autentikasi biometrik berbasis wajah karena banyak sistem hanya melakukan verifikasi wajah tanpa mekanisme deteksi keaslian wajah (*liveness detection*). Penelitian ini mengusulkan pendekatan autentikasi wajah berbasis *deep learning* yang mengintegrasikan deteksi keaslian wajah dan verifikasi wajah dalam satu *pipeline* inferensi berlapis. Modul *liveness detection* diimplementasikan menggunakan arsitektur YOLOv8 untuk mendeteksi tiga kelas kondisi wajah, yaitu wajah asli, *spoof print*, dan *spoof screen*, dengan komparasi tiga varian model YOLOv8 (*Nano*, *Small*, dan *Medium*) untuk menganalisis *trade-off* antara akurasi deteksi dan efisiensi komputasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa YOLOv8-Nano mencapai performa terbaik dengan nilai mAP50 sebesar 0,990 dan mAP50-95 sebesar 0,799 serta latensi inferensi yang lebih rendah dibandingkan varian lainnya. Tahap verifikasi wajah menggunakan pendekatan *face embedding* dengan model ArcFace yang dievaluasi secara komparatif terhadap FaceNet512 dan VGG-Face menggunakan skema *all-to-all comparison*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa ArcFace memperoleh performa terbaik dengan *Balanced Accuracy* sebesar 93,06%, *Equal Error Rate* (EER) sebesar 9,11%, serta ROC-AUC sebesar 0,9527 pada pengujian terhadap 16 subjek. Integrasi kedua modul membentuk *pipeline* autentikasi wajah yang mampu memfilter serangan presentasi sebelum proses verifikasi wajah dilakukan. Implementasi sistem pada arsitektur *serverless* Google Cloud Run menghasilkan latensi rata-rata *warm start* sebesar $\pm 1,55$ detik dengan stabilitas tinggi (P95 sebesar 1,61 detik), sementara latensi awal akibat *cold start* tercatat sebesar 34,72 detik dan dimitigasi melalui mekanisme *scheduled warm-up*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi YOLOv8-Nano dan ArcFace mampu meningkatkan keamanan autentikasi wajah terhadap serangan *spoofing* sekaligus mempertahankan efisiensi inferensi pada implementasi sistem presensi biometrik berbasis web.

Kata kunci : E-Presensi, *Deep Learning*, *Liveness Detection*, YOLOv8-Nano, ArcFace, Biometrik.