

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modernisasi serta globalisasi saat ini, perkembangan teknologi digital semakin masif dan telah menyentuh berbagai sektor kehidupan termasuk bidang transportasi udara. Bandara udara sebagai salah satu infrastruktur dengan fasilitas atau aset dasar yang esensial yang menjadi pintu gerbang suatu negara mempunyai fungsionalitas yang sangat urgen di dalam mendukung mobilitas masyarakat, aktivitas perdagangan, hingga hubungan internasional (Trianah et al., 2024). Tingginya intensitas lalu lintas manusia di bandara menjadikan aspek keamanan sebagai hal yang sangat esensial. Sistem keamanan bandara sejatinya dituntut untuk dapat mencegah berbagai potensi ancaman, seperti penyusupan orang yang tidak berwenang, penggunaan identitas palsu, hingga ancaman kriminal dan terorisme (Hermawan, 2024). Oleh karena itu, teknologi pendukung keamanan yang cepat, akurat, dan efisien sangat diperlukan untuk mendukung pengelolaan bandara yang lebih modern dan andal.

Terlepas dari sistem keamanan yang berkembang saat ini menunjukkan bahwa sistem keamanan di banyak bandara telah memanfaatkan teknologi biometrik, khususnya pengenalan wajah (*face recognition*). Teknologi ini sendiri dinilai lebih praktis dibandingkan metode konvensional seperti pemeriksaan manual atau kartu identitas fisik karena dapat melakukan identifikasi secara *real-time* dan minim kontak fisik oleh penjaga maupun pengunjung. Namun implementasi teknologi pengenalan wajah yang ada umumnya membutuhkan perangkat keras (*hardware*) khusus dengan resolusi tinggi atau sistem terintegrasi berbasis perangkat *embedded* yang amat mahal, sehingga menimbulkan kendala dari sisi biaya maupun fleksibilitas implementasi itu sendiri. Hal ini menimbulkan pertanyaan bagaimana cara menghadirkan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah yang tetap akurat namun lebih ekonomis sehingga dapat diterapkan secara luas tidak hanya di

bandara besar, melainkan juga di fasilitas publik lainnya seperti di KAI ataupun di bandara lainnya.

Permasalahan umum yang sering muncul dalam pengembangan sistem pengenalan wajah adalah kebutuhan perangkat keras berbiaya tinggi dan kompleksitas instalasi sistem. Banyak penelitian sebelumnya menggunakan kamera resolusi tinggi atau perangkat khusus seperti *Raspberry Pi* dengan modul tambahan untuk memperoleh hasil deteksi yang optimal, seperti yang dilakukan oleh T.S Gunawan dkk. (Gunawan et al., 2017) yang mengangkat judul *Development of Face Recognition on Raspberry Pi for Security Enhancement of Smart Home System*. Penelitian ini mengembangkan sistem keamanan rumah *smart* dengan berbasis *Face Recognition* menggunakan *Raspberry Pi* sebagai perangkat utama atau kontrollernya dengan metode *Principal Component Analys* (PCA) dan *FaceNet*. Penelitian serupa yang juga dilakukan oleh (Norhashim et al., 2025) yang mengangkat judul "Face Recognition System at the Airport Based on Internet of Things and Cloud Technologies". Dalam penelitian tersebut, Norhashim dan tim mengembangkan sebuah sistem keamanan bandara berbasis *Internet of Things* (IoT) dan teknologi cloud yang disebut *Smart Face Surveillance Camera* (SFSC) dengan control *Raspberry Pi* dan Kamera cam. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan di gerbang keberangkatan dan boarding bandara dengan cara mengidentifikasi wajah penumpang dan awak kabin secara *real-time* , termasuk juga memverifikasi status vaksinasi sebelum penerbangan. Dari kedua penelitian tersebut, tentunya implementasi dari sistem yang dirancang memakan biaya yang sangat mahal. Kendati demikian, kebutuhan tersebut membuat sistem sulit diterapkan di lapangan dengan skala yang lebih luas. Selain itu, kualitas pencahayaan, kontras, dan resolusi kamera menjadi faktor penting yang sangat memengaruhi Performa sistem pengenalan wajah. Ketergantungan terhadap perangkat khusus tersebut menjadi hambatan dalam merancang sistem yang fleksibel dan efisien. Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam penelitian ini merancang sebuah sistem keamanan yang diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web (web-based application). Aplikasi berbasis web dipilih karena mampu mengintegrasikan

proses pengambilan citra wajah, verifikasi identitas, serta pengelolaan data penumpang secara terpusat tanpa memerlukan perangkat keras khusus. Melalui sistem berbasis web, aplikasi dapat diakses menggunakan browser sehingga lebih fleksibel, mudah diimplementasikan, dan lebih ekonomis dibandingkan sistem berbasis perangkat embedded.

Sistem yang dirancang akan menggabungkan metode MTCNN (*Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network*) untuk deteksi wajah, *FaceNet* untuk ekstraksi fitur berupa *embedding* wajah, serta *Support Vector Machine* (SVM) sebagai algoritma klasifikasi identitas. Dengan kombinasi ini, wajah seseorang yang ditangkap kamera akan diproses secara berurutan, dideteksi posisinya, diekstraksi vektornya, lalu diklasifikasikan identitasnya. Integrasi sistem ini akan diwujudkan dalam sebuah antarmuka berbasis website yang menampilkan hasil verifikasi berupa nama, kode *booking*, serta nomor kursi penumpang yang bersangkutan. Selain itu, website juga akan dilengkapi pengaturan teknis sederhana seperti pengaturan *brightness*, *contrast*, dan filter gambar untuk menyesuaikan kondisi pencahayaan sehingga dapat meningkatkan akurasi sistem.

Dari permasalahan yang diuraikan di atas, maka timbullah ide peneliti dengan mengangkat judul “Rancang Bangun Sistem Keamanan Berbasis Face Recognition Menggunakan Metode *FaceNet* dan *Support Vector Machine* (SVM)” yang merancang dan menghasilkan sebuah *prototype* sistem keamanan berbasis Face Recognition dengan metode *FaceNet* + SVM.

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk bekerja secara *real-time* pada skala *prototype*, di mana proses deteksi dan pengenalan wajah dilakukan secara langsung melalui *input* kamera yang terintegrasi dengan sistem berbasis website. Konsep *real-time* dalam penelitian ini merujuk pada kemampuan sistem dalam merespons data visual secara langsung dan menampilkan hasil pengenalan wajah tanpa jeda pemrosesan yang signifikan selama proses pengujian berlangsung. Perlu ditekankan bahwa sistem *real-time* yang dimaksud tidak merujuk pada penerapan di lingkungan operasional instansi bandara, melainkan pada kinerja sistem aplikasi yang diuji dalam kondisi terbatas. Dengan demikian, penelitian ini difokuskan pada

pengujian kinerja sistem, metode pengenalan wajah, serta evaluasi akurasi dan waktu pemrosesan dalam skenario pengujian yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem keamanan berbasis pengenalan wajah yang dapat bekerja secara *real-time* dengan memanfaatkan kamera laptop (*Webcam* USB) sebagai perangkat *input* utama?
2. Bagaimana membandingkan kinerja sistem pengenalan wajah yang menggunakan *Webcam* dengan kamera smartphone dalam hal kualitas citra, akurasi deteksi, serta Performa klasifikasi identitas?
3. Bagaimana mengintegrasikan metode MTCNN, *FaceNet*, dan *Support Vector Machine* (SVM) ke dalam sebuah antarmuka berbasis website yang dapat menampilkan hasil verifikasi berupa identitas pengguna (nama, kode *booking*, dan nomor kursi) serta dilengkapi fitur pengaturan teknis seperti *brightness* dan *contrast* untuk mendukung akurasi sistem?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

- a. Untuk merancang dan membangun sebuah sistem keamanan berbasis pengenalan wajah yang dapat bekerja secara *real-time* dengan menggunakan kamera laptop (*Webcam* USB) sebagai perangkat *input* utama.
- b. Untuk membandingkan Performa sistem pengenalan wajah antara penggunaan kamera *Webcam* dan kamera smartphone dalam hal kualitas citra, akurasi deteksi, serta kecepatan klasifikasi.
- c. Untuk mengimplementasikan metode MTCNN, *FaceNet*, dan *Support Vector Machine* (SVM) ke dalam antarmuka berbasis website yang dapat menampilkan identitas pengguna berupa nama,

kode *booking*, dan nomor kursi, serta dilengkapi dengan fitur pengaturan *brightness* dan *contrast* guna mendukung peningkatan akurasi sistem.

1.3.2. Manfaat

- a. Dapat membantu meningkatkan sistem keamanan di bandara melalui penerapan teknologi pengenalan wajah yang lebih ekonomis dan praktis.
- b. Memberikan alternatif implementasi sistem *face recognition* dengan memanfaatkan perangkat sederhana seperti *Webcam* laptop atau kamera *smartphone* tanpa memerlukan perangkat keras yang mahal.
- c. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem keamanan berbasis biometrik, khususnya dalam hal integrasi algoritma *face recognition* dengan antarmuka berbasis web.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian hanya berfokus pada perancangan dan pembangunan *prototype* sistem pengenalan wajah berbasis *FaceNet* dan *Support Vector Machine* (SVM) dengan deteksi wajah menggunakan MTCNN.
- b. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini bersifat *prototype* dan belum diimplementasikan secara langsung pada sistem operasional bandara.
- c. Fokus penelitian dibatasi pada penggunaan kamera laptop (*Webcam* USB) dan kamera *smartphone* sebagai perangkat *input* citra wajah.
- d. *User* interface yang digunakan berbasis web.
- e. Sistem pengenalan wajah menggunakan citra wajah secara utuh (*full-face recognition*).
- f. Sistem pengenalan wajah dilakukan dengan posisi pengguna menatap atau menghadap ke kamera
- g. Metode *Support Vector Machine* (SVM) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki keterbatasan dalam menangani data berukuran besar, sehingga pengujian dilakukan pada dataset dengan skala terbatas.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Di dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan terdiri atas beberapa tahapan yang dilakukan secara sistematis agar tujuan penelitian dapat tercapai. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Studi Literature

Pada tahap ini dilakukanlah penelusuran berbagai sumber pustaka seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, maupun penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pengenalan wajah dan sistem keamanan bandara. Studi literatur dilakukan untuk memahami teori dasar mengenai metode deteksi wajah dengan MTCNN, ekstraksi fitur dengan *FaceNet*, dan klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM), serta mengetahui perkembangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai dasar perancangan sistem.

b. Tahap Persiapan dan Perancangan Sistem

Tahap ini meliputi penentuan kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan berupa laptop dengan *Webcam* USB dan kamera smartphone sebagai media pengambilan citra. Sedangkan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman Python dengan dukungan *Library* seperti TensorFlow, Keras, dan *scikit-learn*. Pada tahap ini juga dilakukan perancangan alur sistem yang mencakup proses deteksi wajah, ekstraksi fitur, klasifikasi identitas, serta integrasi dengan antarmuka berbasis web.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil citra wajah menggunakan perangkat *input* yang telah ditentukan, yakni *Webcam* laptop dan kamera smartphone. Data wajah ini selanjutnya dijadikan sebagai dataset untuk proses pelatihan dan pengujian sistem. Setiap citra wajah yang diperoleh akan diproses agar dapat digunakan dalam tahapan ekstraksi fitur.

d. *Preprocessing* dan Deteksi Wajah

Data citra wajah yang diperoleh melalui kamera akan dilakukan *preprocessing* seperti penyesuaian *brightness*, *contrast*, maupun

normalisasi gambar. Selanjutnya, metode MTCNN digunakan untuk mendeteksi keberadaan wajah serta menentukan posisi *bounding box* sehingga wajah dapat di-*crop* dengan tepat sebelum masuk ke tahap berikutnya.

e. Ekstraksi Fitur (*Feature Extraction*)

Citra wajah yang telah melalui tahap deteksi akan diekstraksi menggunakan metode *FaceNet* untuk menghasilkan vektor *embedding*. *Embedding* ini merupakan representasi numerik dari wajah yang dapat membedakan identitas seseorang dengan lebih akurat.

f. Klasifikasi Wajah

Vektor *embedding* yang dihasilkan kemudian Dimasukkan ke dalam algoritma *Support Vector Machine* (SVM) untuk melakukan klasifikasi identitas wajah.

g. Implementasi Sistem

Hasil klasifikasi wajah kemudian diintegrasikan ke dalam sebuah antarmuka berbasis web. Antarmuka ini akan menampilkan identitas pengguna berupa nama, kode *booking*, serta nomor kursi. Selain itu, web juga dilengkapi dengan pengaturan *brightness* dan *contrast* untuk menyesuaikan kondisi pencahayaan guna meningkatkan Performa sistem.

h. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Tahap ini dilakukan untuk menguji Performa sistem dengan membandingkan hasil pengenalan wajah menggunakan *Webcam* laptop dan kamera *smartphone*. Evaluasi dilakukan berdasarkan beberapa metrik seperti akurasi, *precision*, *recall*, serta waktu pemrosesan (*latency*). Hasil evaluasi kemudian dianalisis untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem yang dirancang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan skripsi ini terdiri dari beberapa bab yang tersusun secara sistematis sebagai berikut:

a. BAB I: Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

b. BAB II: Teori Penunjang

Bab ini menyajikan penelitian terdahulu dan teori dasar yang berkaitan dengan sistem pengenalan wajah, metode MTCNN, *FaceNet*, *Support Vector Machine* (SVM), serta teknologi pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian.

c. BAB III: Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, teknik pengumpulan data, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, diagram alur sistem, perancangan antarmuka, perancangan basis data, serta skema pengujian sistem.

d. BAB IV: Hasil Pembahasan dan Analisa

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem, pengolahan data, hasil training model, hasil pengujian sistem, serta analisis terhadap performa sistem berdasarkan kernel SVM, perangkat kamera, jarak, sudut wajah, pencahayaan, dan skenario pengujian lainnya.

e. BAB V: Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya.