

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi sistem keamanan berbasis mikrokontroler mendorong hadirnya berbagai inovasi dalam pengendalian akses ruangan. Penggunaan kunci konvensional masih memiliki sejumlah kelemahan, seperti risiko kehilangan, pencurian, maupun duplikasi kunci yang dapat mengurangi tingkat keamanan. Selain itu, sistem kunci manual juga tidak mampu menyediakan informasi terkait aktivitas akses pengguna secara terpusat. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem keamanan yang mampu meningkatkan keamanan sekaligus memberikan kemudahan dalam pengelolaan akses pengguna. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknologi *biometrik* sebagai metode autentikasi. Teknologi ini memanfaatkan karakteristik unik setiap individu sehingga lebih sulit dipalsukan dibandingkan penggunaan kunci fisik. Pada tugas akhir ini dirancang sistem pintu otomatis berbasis biometrik yang menggabungkan pengenalan suara dan pengenalan wajah sebagai mekanisme autentikasi pengguna. Sistem menggunakan ESP32-S3 WROOM N16R8 yang terintegrasi dengan kamera OV2640 untuk memperoleh citra wajah serta sensor mikrofon INMP441 untuk merekam suara pengguna.

Proses autentikasi dilakukan secara berurutan melalui dua tahap, yaitu *voice identification* dan *face verification*. Suara pengguna terlebih dahulu diproses menggunakan model *Whisper* untuk menentukan identitas pengguna. Selanjutnya, identitas yang diperoleh digunakan sebagai acuan dalam proses verifikasi wajah menggunakan *DeepFace* dengan model *FaceNet* untuk memastikan kesesuaian identitas pengguna. Sistem terdiri dari unit outdoor dan unit indoor yang berkomunikasi secara nirkabel menggunakan modul nRF24L01. Unit outdoor bertugas melakukan proses autentikasi, sedangkan unit indoor bertugas mengendalikan *relay* yang terhubung dengan *solenoid door lock* sebagai aktuator pembuka pintu. Selain itu, sistem terintegrasi dengan aplikasi berbasis web yang dibangun menggunakan *framework Laravel*, database Supabase, dan layanan

backend FastAPI untuk pengelolaan data pengguna, penyimpanan data *biometrik*, serta pencatatan riwayat akses. Informasi proses autentikasi juga ditampilkan melalui LCD TFT SPI yang terpasang pada unit outdoor. Untuk mendukung aspek keselamatan dan kemudahan penggunaan, sistem dilengkapi dengan push button pada sisi dalam ruangan yang memungkinkan pintu dibuka secara manual saat diperlukan.

Hasil autentikasi digunakan sebagai dasar pemberian hak akses. Apabila proses identifikasi suara dan verifikasi wajah berhasil dilakukan, sistem akan mengirimkan perintah melalui komunikasi *nRF24L01* untuk mengaktifkan *relay* sehingga *solenoid door lock* terbuka secara otomatis. Sebaliknya, apabila salah satu tahapan autentikasi gagal, akses akan ditolak dan pintu tetap dalam kondisi terkunci. Dengan penerapan autentikasi *biometrik* multimodal berbasis suara dan wajah, sistem yang dirancang diharapkan mampu meningkatkan keamanan akses ruangan, mempermudah pengelolaan pengguna, serta menyediakan sistem pemantauan akses yang lebih terintegrasi (Saputra dan Winarno, 2024).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang sistem pintu otomatis yang memanfaatkan pengenalan wajah dan suara sebagai metode autentikasi?
- b. Bagaimana mengimplementasikan komunikasi data nirkabel antara unit pintu dan unit penerima menggunakan modul *nRF24L01*?
- c. Bagaimana merancang sistem agar tetap aman dan memungkinkan pengguna keluar dari ruangan dalam kondisi darurat?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun sistem pintu otomatis berbasis biometrik menggunakan pengenalan wajah dan suara.
- b. Mengimplementasikan komunikasi data nirkabel menggunakan modul *nRF24L01* sebagai media pertukaran data antar unit.

- c. Meningkatkan aspek keamanan dan keselamatan pengguna dengan menambahkan fitur tombol darurat pada sistem pintu.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari perancangan sistem ini antara lain:

- a. Menyediakan sistem keamanan pintu yang lebih aman dibandingkan dengan penggunaan kunci konvensional.
- b. Memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses ruangan tanpa memerlukan kunci fisik.
- c. Menambah wawasan dan pengalaman dalam penerapan teknologi *biometrik* dan komunikasi nirkabel berbasis *mikrokontroler*.
- d. Menjadi referensi bagi pengembangan sistem pintu otomatis berbasis ESP32 di masa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup pembahasan agar lebih terfokus, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

- a. Sistem autentikasi dibatasi pada penggunaan pengenalan wajah dan suara.
- b. Media komunikasi data antar unit menggunakan modul *nRF24L01*.
- c. Mekanisme penguncian pintu menggunakan *solenoid door lock* tanpa penerapan kunci mekanik manual.
- d. Sistem dirancang dalam bentuk prototype dan belum diterapkan pada lingkungan industri secara langsung.