

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas dan mobilitas masyarakat di wilayah perkotaan berkembang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir, seiring dengan melonjaknya populasi kendaraan bermotor. Kondisi ini membawa dampak langsung terhadap penyediaan fasilitas publik, di mana keterbatasan lahan menjadi hambatan utama dalam menampung volume kendaraan. Manajemen ruang yang tidak efektif kerap memicu penumpukan kendaraan di area masuk gedung serta mengganggu kelancaran arus lalu lintas di kawasan sekitarnya. Guna mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan inovasi pada sistem perparkiran yang mampu mengoptimalkan keterbatasan lahan secara efisien, presisi, dan memberikan kenyamanan bagi pengguna [1].

Sistem parkir konvensional yang masih mengandalkan proses manual umumnya menghadapi berbagai kelemahan, mulai dari proses masuk-keluar kendaraan yang lambat, ketergantungan pada petugas, hingga minimnya informasi ketersediaan slot parkir secara langsung. Hal ini menyebabkan inefisiensi yang cukup besar bagi pengemudi, di mana banyak waktu terbuang hanya untuk mencari slot parkir yang masih kosong. Berdasarkan berbagai penelitian, hampir 30% dari volume kemacetan lalu lintas di area perkotaan dipicu oleh kendaraan yang berputar-putar mencari lokasi parkir. Dampak dari permasalahan ini tidak hanya dirasakan pada aspek waktu dan kenyamanan, namun juga memicu pemborosan konsumsi bahan bakar, peningkatan emisi karbon, serta memperburuk kualitas lingkungan. Oleh karena itu, implementasi sistem parkir otomatis dinilai mampu memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi waktu pencarian slot, meningkatkan efisiensi mobilitas, serta menekan dampak negatif terhadap lingkungan [2].

Dalam sistem parkir otomatis, salah satu subsistem yang memiliki peran vital adalah sistem *control* akses atau *gate system*. Sistem ini bertanggung jawab terhadap proses identifikasi kendaraan masuk dan keluar, pencatatan identifikasi

pengguna, serta pengendalian mekanisme buka-tutup palang. Kinerja *gate* yang tidak optimal dapat menyebabkan antrean kendaraan, keterlambatan proses parkir, dan potensi celah keamanan.

Pada penelitian *Smart Rotary* sebelumnya [3], sistem akses kendaraan masih menggunakan keypad sebagai media *input* kode pengguna. Meskipun metode ini sederhana dan mudah diimplementasikan, pendekatan berbasis keypad memiliki beberapa keterbatasan teknis, seperti ketergantungan pada *input* manual, potensi kesalahan pengetikan (*human error*), serta risiko keamanan apabila kode akses diketahui oleh pihak yang tidak berwenang. Selain itu, penggunaan mikrokontroler dengan spesifikasi terbatas membatasi fleksibilitas pengembangan sistem.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muchtar *et al.* [4], telah mengembangkan sistem *barrier gate* berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan RFID dan menunjukkan performa operasional yang baik [4]. Namun, penelitian tersebut berfokus pada kontrol palang pintu secara umum dan belum mengintegrasikannya dalam sistem parkir mekanis seperti *rotary parking*. Di sisi lain, Ashari *et al.* [5] mengimplementasikan sistem *smart parking* berbasis RFID untuk identifikasi kendaraan, tetapi belum secara spesifik membahas pengembangan sistem *gate* dengan arsitektur mikrokontroler berperforma tinggi yang siap dikembangkan menuju sistem terintegrasi [5].

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat celah penelitian berupa belum adanya pengembangan sistem *gate* berbasis RFID yang diintegrasikan secara khusus pada sistem *Smart Rotary Parking* dengan memanfaatkan ESP32 sebagai unit pengendali utama. Penggunaan ESP32 memberikan nilai kebaruan karena memiliki kapasitas pemrosesan yang lebih tinggi, memori lebih besar, serta dukungan komunikasi nirkabel yang memungkinkan pengembangan sistem ke arah integrasi berbasis jaringan di masa mendatang.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan perancangan dan implementasi sistem *gate* berbasis RFID menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama pada

sistem *Smart Rotary Parking* guna meningkatkan efisiensi waktu identifikasi, memperkuat keamanan akses, serta menyediakan arsitektur sistem yang lebih adaptif dan skalabel.

Sebagai alternatif, teknologi Radio Frequency Identification (RFID) bekerja dengan prinsip komunikasi gelombang radio antara *tag* dan *reader*. Setiap kartu atau tag RFID memiliki identitas unik (*unique ID*) yang tersimpan secara permanen. Ketika kartu didekatkan ke modul pembaca, gelombang elektromagnetik yang dipancarkan *reader* akan mengaktifkan tag dan mengirimkan data identitas ke sistem. Data ini kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk dilakukan identifikasi dan pencatatan pada sistem. Proses ini berlangsung dalam waktu sangat singkat dan tidak memerlukan *input* manual dari pengguna. Penelitian ini merupakan bagian dari pengembangan sistem yang dilakukan secara terintegrasi dalam tim bersama Rehan Ardika Akbar. Masing-masing penelitian memiliki fokus yang berbeda namun saling melengkapi dalam membangun sistem *smart rotary parking* secara keseluruhan. Penelitian ini berfokus pada sistem *gate*, sedangkan bagian lainnya dikembangkan oleh rekan tim, sehingga menghasilkan sistem yang terintegrasi.

Dalam penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai sistem kontrol utama yang menerima data identitas dari modul RFID, melakukan proses identifikasi dan pencatatan, serta mengendalikan aktuator seperti servo atau motor pada palang *gate*. Selain itu, ESP32 juga bertugas menampilkan informasi status akses melalui LCD dan Aplikasi MIT Invertor sebagai *human machine interface* (HMI). Dibandingkan mikrokontroler konvensional seperti Arduino Uno yang digunakan pada penelitian sebelumnya [3], ESP32 memiliki keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan, kapasitas memori, serta dukungan komunikasi nirkabel yang memungkinkan pengembangan sistem menuju arsitektur berbasis IoT di masa mendatang. Dengan arsitektur ini, RFID berperan sebagai perangkat identifikasi pengguna, sedangkan ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengintegrasikan proses identifikasi dan pencatatan, pengendalian aktuator, dan manajemen tampilan informasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem *gate* pada *prototype Rotary Parking* berbasis RFID sebagai metode identifikasi pengguna yang lebih efisien waktu?
2. Bagaimana mengimplementasikan ESP32 sebagai sistem *control* utama yang mampu memproses data identitas RFID, melakukan identifikasi dan pencatatan, serta mengendalikan *actuator gate* secara otomatis?
3. Bagaimana merancang sistem HMI berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat menampilkan status akses dan kondisi sistem secara *real-time* kepada pengguna?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan merealisasikan sistem *gate* berbasis RFID sebagai metode identifikasi pengguna pada sistem *Rotary Parking*.
2. Mengimplementasikan ESP32 sebagai pengendali utama yang bertugas memproses data RFID, melakukan pencatatan akses, serta mengontrol mekanisme buka-tutup *gate*.
3. Mengembangkan sistem HMI berbasis *Internet of Things* (IOT) untuk menampilkan informasi status akses dan kondisi sistem secara *real-time*.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi proses akses kendaraan masuk dan keluar pada sistem *Smart Rotary Parking* melalui penerapan teknologi RFID sebagai metode identifikasi pengguna yang lebih cepat dan akurat.
2. Mengurangi potensi kesalahan *input* (*human error*) serta meningkatkan keamanan sistem parkir melalui penggunaan identitas unik berbasis tag RFID yang diidentifikasi secara otomatis oleh sistem kontrol.
3. Menghasilkan rancangan dan implementasi sistem *gate* berbasis ESP32 sebagai pengendali utama yang mampu mengintegrasikan proses identifikasi

dan pencatatan, pengendalian aktuator, dan tampilan informasi secara *real-time*.

4. Menjadi referensi pengembangan sistem kontrol akses parkir berbasis *embedded system* yang lebih fleksibel, adaptif, dan berpotensi dikembangkan menuju sistem parkir terintegrasi berbasis IoT di masa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian ini bersifat kelompok, Sistem yang dirancang hanya difokuskan pada bagian *gate* parkir berbasis RFID dan HMI, tidak mencakup sistem mekanik *rotary* secara keseluruhan.
2. Sistem identifikasi pengguna yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada teknologi RFID sebagai media identifikasi akses masuk/keluar kendaraan.
3. Sistem tidak membahas aspek keamanan lanjutan seperti enkripsi data atau autentikasi multi-level.
4. Sistem ini belum membahas untuk fitur Pembayaran Parkir Digital.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Demi terwujudnya suatu penulisan yang baik, maka diperlukan adanya sistematika penulisan. Sistematika dari tugas akhir sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian selama tugas akhir berlangsung, rumusan masalah, tujuan, manfaat serta Batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II DASAR TEORI

Berisi deskripsi secara singkat tentang teori dasar dari masing-masing bagian yang akan terealisasi untuk menunjang perancangan tugas akhir ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi mengenai penjelasan dari metode penelitian yang digunakan serta menjelaskan bagaimana Langkah-langkah kerja blok diagram, keseluruhan rangkaian, dan flowchart pada alat.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Berisi hasil pengujian dan analisis data yang telah dikumpulkan. Sekaligus membahas mengenai uji coba alat yang telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan dan hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi Kesimpulan dalam merancang pembuatan alat tugas akhir serta saran yang disampaikan oleh penulis.