

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan kawasan perkotaan yang semakin padat dalam beberapa tahun terakhir menyebabkan peningkatan signifikan terhadap kebutuhan fasilitas parkir kendaraan. Pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan parkir memunculkan berbagai permasalahan, seperti antrean kendaraan di pintu masuk area parkir, waktu pencarian slot yang lama, serta peningkatan kepadatan lalu lintas di sekitar kawasan komersial dan perkantoran. Fenomena kendaraan yang berputar mencari tempat parkir (*cruising for parking*) telah terbukti berkontribusi terhadap kemacetan dan peningkatan emisi kendaraan di area urban. Studi terbaru menunjukkan bahwa pencarian parkir yang tidak efisien dapat memperburuk kondisi lalu lintas dan berdampak pada pemborosan energi serta waktu pengguna jalan [1].

Sistem parkir konvensional yang masih mengandalkan pencarian manual tanpa informasi ketersediaan slot secara *real-time* dinilai kurang efektif dalam mengatasi permasalahan tersebut. Oleh karena itu, berbagai penelitian dalam lima tahun terakhir berfokus pada pengembangan sistem *smart parking* berbasis *Internet of Things* (IoT), sensor, dan pengolahan data untuk menyediakan informasi ketersediaan slot secara langsung kepada pengguna. Penelitian menunjukkan bahwa sistem *smart parking* berbasis IoT mampu mengurangi waktu pencarian parkir, meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, serta membantu mengurangi beban lalu lintas di kawasan perkotaan [2]. Pendekatan ini menjadi salah satu solusi yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas manajemen parkir di lingkungan urban modern.

Salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan lahan dan meningkatkan efisiensi manajemen parkir adalah penerapan sistem parkir vertikal otomatis, yang memanfaatkan ruang vertikal untuk menambah kapasitas parkir tanpa perlu perluasan lahan yang signifikan. Konsep ini memungkinkan kendaraan diparkir secara vertikal melalui mekanisme yang memindahkan slot parkir secara otomatis. Salah satu bentuk implementasinya adalah sistem *rotary parking system*, yaitu

model parkir di mana slot kendaraan ditempatkan pada platform putar vertikal sehingga setiap slot dapat dipindahkan ke posisi akses dengan mekanisme berputar, seperti *conveyor* [3].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem parkir otomatis, salah satunya strategi *smart parking* berbasis mikrokontroler dan sensor. Misalnya, penelitian oleh Wahyudi [4] yang mengimplementasikan sistem parkir cerdas menggunakan sensor ultrasonik dan RFID dengan konektivitas IoT untuk memantau ketersediaan slot secara *real-time*. Penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan dalam pengiriman data slot parkir ke server berbasis IoT, namun masih menggunakan sensor per-slot yang dapat meningkatkan kompleksitas sistem jika diterapkan pada jumlah slot parkir besar.

Pada penelitian Rajapasha [5] mengembangkan *prototype rotary parking* berbasis mikrokontroler dan Sensor *Hall Effect* untuk mengatur mekanisme perputaran slot. Sistem ini mampu memindahkan slot secara otomatis, tetapi proses penentuan slot parkir belum dilakukan dengan verifikasi visual untuk memastikan bahwa slot benar-benar kosong sebelum digunakan. Sensor inframerah yang digunakan masih bersifat pembacaan linear dan kurang tanggap terhadap perubahan kontekstual keadaan slot, sehingga kurang optimal dalam pemilihan slot kosong secara mandiri.

Di sisi lain, penerapan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) telah banyak digunakan pada sistem parkir modern sebagai metode identifikasi pengguna yang cepat dan aman. RFID memungkinkan proses masuk dan keluar kendaraan dilakukan secara otomatis dengan membaca identitas kendaraan tanpa perlu interaksi manual petugas. Integrasi RFID dalam sistem parkir juga dapat memberikan data pengguna yang lebih akurat untuk pencatatan dan analisis layanan.

Sistem yang dikembangkan ini memiliki keterbaruan utama pada integrasi mekanisme *rotary parking* dengan teknologi pengolahan citra berbasis ESP32-CAM. Modul ESP32-CAM digunakan sebagai perangkat untuk melakukan proses deteksi slot parkir kosong secara otomatis dari posisi kamera yang ditempatkan di bagian bawah sistem *rotary*. Dengan pendekatan ini, sistem mampu melakukan pemindaian kondisi slot dan menentukan slot kosong secara lebih cepat dan

langsung dideteksi oleh Sensor *Hall Effect* agar berhenti secara akurat. Hal ini menjadi pembeda dibandingkan penelitian sebelumnya seperti Rajapasha [5] yang masih mengandalkan pembacaan sensor inframerah secara linear tanpa verifikasi visual. Penelitian ini merupakan bagian dari pengembangan sistem yang dilakukan secara terintegrasi dalam tim bersama Bayu Satria dengan judul yaitu “Rancang bangun sistem *gate* menggunakan sensor RFID dan *Human Machine Interface* (HMI) berbasis *Internet of Things* (IoT) pada *prototype Smart Rotary Parking*” yang akan berfokus dalam membahas sistem IoT dan juga mekanisme RFID. Masing-masing penelitian memiliki fokus yang berbeda namun saling melengkapi dalam membangun sistem *smart rotary parking* secara keseluruhan. Penelitian ini berfokus pada sistem penggerak dan kontrol, sedangkan bagian lainnya dikembangkan oleh rekan tim, sehingga menghasilkan sistem yang terintegrasi.

Selain itu, sistem ini juga mengintegrasikan ESP32 sebagai pengendali utama yang berperan dalam mengatur mekanisme motor DC melalui driver L298N, mengatur palang masuk–keluar menggunakan motor servo, serta melakukan pembacaan sensor inframerah sebagai penghitung posisi (*counter*) untuk memastikan pergerakan *rotary* berjalan sesuai posisi slot. Penggunaan Sensor *Hall Effect* sebagai *counter* posisi memberikan keuntungan berupa kemampuan sistem dalam mengetahui posisi slot terakhir secara terstruktur, sehingga *rotary* dapat diarahkan menuju slot tertentu tanpa harus memutar secara acak.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem *smart rotary parking* yang mampu mengoptimalkan penggunaan lahan parkir terbatas melalui mekanisme parkir vertikal?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan sensor *Hall Effect* sebagai penghitung posisi (*counter*) untuk menentukan posisi slot parkir secara akurat selama proses *rotary*?
3. Bagaimana mengimplementasikan ESP32-CAM digunakan sebagai *image processing* untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir secara akurat?

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem *smart rotary parking* yang mampu mengoptimalkan penggunaan lahan parkir terbatas melalui mekanisme parkir vertikal.
2. Mengimplementasikan Sensor *Hall Effect* sebagai penghitung posisi (*counter*) untuk menentukan posisi slot parkir secara akurat selama proses perputaran *rotary*.
3. Mengimplementasikan modul ESP32-CAM berbasis *image processing* untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir secara akurat.

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi sistem parkir otomatis yang lebih efisien dibandingkan sistem parkir konvensional, terutama dalam mengurangi waktu pencarian slot parkir.
2. Membantu mengoptimalkan penggunaan lahan parkir yang terbatas melalui penerapan mekanisme parkir vertikal berbasis *rotary parking*.
3. Memberikan rancangan sistem *smart rotary parking* yang dapat menjadi referensi pengembangan sistem parkir otomatis berbasis mikrokontroler dan sensor.
4. Meningkatkan efektivitas pengelolaan posisi slot parkir melalui penggunaan Sensor *Hall Effect* sebagai penghitung posisi (*counter*) yang lebih terstruktur.

1.5. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup pembahasan agar lebih terarah, maka batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem dirancang hanya dibuat dalam bentuk *prototype* skala mini (miniatur) dan hanya untuk simulasi kendaraan roda empat skala mini bukan termasuk bus dan truk.
2. Sistem belum membahas fitur pembayaran parkir digital.
3. Belum membahas keamanan jaringan dan integrasi *mobile* secara penuh, namun hanya berfokus pada perancangan *prototype* sistem, mekanisme perputaran

rotary, penentuan posisi slot menggunakan Sensor *Hall Effect*, serta deteksi slot kosong.

4. Sistem tidak bisa mendeteksi mobil dengan warna yang sangat cerah seperti putih atau cream.
5. Sistem camera akurat dalam mendeteksi mobil dengan tingkat intensitas cahaya yang diatas 41 lux, yang dihitung dari Luxmeter.

1.6.Sistematika Tugas akhir

Demi terwujudnya suatu penulisan yang baik, maka diperlukan adanya sistematik 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.