

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada bidang sistem parkir terus mengalami transformasi signifikan seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dari 5 tahun terakhir, pada tahun 2021 sebanyak 136.137.451 unit dan meningkat pada tahun 2024 sebanyak 166.465.914 unit (BPS-Statistics Indonesia, 2025). Kebutuhan terhadap pengelolaan ruang parkir yang efisien dan aman. Sistem parkir konvensional yang masih bergantung pada tiket kertas atau kontrol manual rentan terhadap kehilangan, pemalsuan, serta tidak mampu melakukan alokasi slot berdasarkan jenis kendaraan secara otomatis. Oleh sebab itu, integrasi teknik *computer vision* dan mekanisme kendali akses digital menjadi solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan pada area parkir.

Penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa model deteksi dan klasifikasi berkecepatan tinggi seperti *You Only Look Once (YOLO)*, termasuk varian terkini seperti *YOLOv8*, efektif untuk aplikasi *real time* pada masalah lalu-lintas dan klasifikasi kendaraan. Beberapa studi demonstratif melaporkan implementasi *YOLOv8* untuk deteksi dan klasifikasi kendaraan dalam konteks pemantauan lalu-lintas dan penghitungan kendaraan, menunjukkan kombinasi deteksi yang cepat dan akurasi yang memadai untuk aplikasi di lapangan (Da Luz et al., 2024).

Pada aspek kontrol akses, QR Code telah banyak digunakan sebagai mekanisme pembuktian identitas digital yang mudah diimplementasikan. Penelitian yang menggabungkan QR Code dengan metode keamanan tambahan, misalnya mekanisme OTP (*one-time password*) atau tanda tangan digital atau HMAC, menunjukkan bahwa QR Code dapat diformat sebagai token akses satu kali pakai untuk menekan risiko *replay attack* dan penyalahgunaan akses. Sistem QR+OTP ini relevan untuk desain prototipe parkir yang menghendaki token unik sementara (Asaad, R. R., 2023).

Beberapa prototipe *smart parking* yang menggabungkan sensor (IR/*ultrasonic*), modul pembaca QR, dan mikrokontroler seperti ESP32 juga telah

dilaporkan. Penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan bahwa kombinasi sensor untuk deteksi fisik kendaraan dan QR untuk kontrol akses memungkinkan implementasi sistem yang relatif mandiri (*standalone*) tanpa ketergantungan penuh pada infrastruktur *cloud*, sehingga cocok untuk lokasi dengan keterbatasan jaringan. Namun, studi-studi tersebut juga menyoroti tantangan praktis seperti keterbacaan QR pada layar kecil, manajemen token, dan reliabilitas mekanik palang (Alamgir et al., 2022).

Untuk komponen pemindai QR (*scanner* modul seperti GM65/GM66), manual dan dokumentasi produk menyebutkan bahwa modul tersebut mampu membaca 1D atau 2D (termasuk QR) dari layar maupun media cetak dengan kecepatan tinggi, namun performa baca sangat dipengaruhi oleh ukuran QR, kontras, jarak, dan kondisi pencahayaan. Oleh karenanya, desain antarmuka tampilan QR (memilih ukuran layar atau menampilkan di layar laptop) dan pengaturan ukuran versi QR menjadi faktor demi keberhasilan pembacaan pada skenario nyata (Chaabani, S., 2025).

Pada penelitian oleh Lisana Sidkin Alia (Alia, L. S., 2024), membahas tentang sistem parkir vertikal adalah solusi cerdas untuk menghemat lahan di kota karena desainnya yang bertingkat, portabel, dan mampu menampung 12 mobil, ditambah lagi keamanannya sangat terjaga karena area parkir tidak bisa diakses sembarangan oleh manusia dan sudah dilengkapi gerbang otomatis serta sensor berat untuk verifikasi. Keunggulan utamanya terletak pada teknologi kontrol PID dan sensor MPU6050 yang menjaga pergerakan alat angkut tetap stabil dan presisi, meskipun ada guncangan, serta adanya layar LCD untuk memantau slot parkir dengan mudah. Namun, karena alat ini masih berupa prototipe skala kecil untuk mobil mainan (5g–0,5kg) dan sangat bergantung pada listrik tanpa cadangan daya, sistem ini akan mati total jika listrik padam. Selain itu, performanya belum sempurna dengan tingkat keberhasilan baru mencapai 80% akibat motor servo yang terkadang kurang akurat saat terguncang dan adanya selisih pembacaan berat sekitar 3,7%, sehingga ke depannya masih perlu penyempurnaan seperti penambahan sensor di tiap slot, indikator parkir di luar gerbang, dan fitur perbaikan posisi otomatis agar kinerjanya makin optimal.

Dengan latar belakang dan permasalahan di atas, dirancanglah sebuah sistem keamanan parkir berbasis pengenalan objek, yang secara otomatis mampu mengklasifikasikan kendaraan truk atau mobil, dan mengarahkan sesuai dengan slot kosong yang tersedia. Informasi slot parkir yang dialokasikan ditampilkan langsung pada layar OLED di pintu masuk. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan parkir, waktu pencarian slot, serta meningkatkan efisiensi operasional fasilitas parkir secara keseluruhan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sistem yang dirancang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang mampu mengidentifikasi kendaraan secara otomatis menggunakan algoritma *YOLO*?
2. Bagaimana menentukan ketersediaan lahan parkir secara otomatis pada lokasi slot terdekat dari pintu masuk dan membuat sistem keamanan menggunakan QR Code yang sekali pakai?
3. Bagaimana merancang sistem parkir yang tidak berjalan secara *real-time*, tetapi aktif hanya saat dibutuhkan, untuk menghemat daya dan beban komputasi?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dari pembahasan penelitian tugas akhir yang akan dilakukan antara lain:

1. Menerapkan metode klasifikasi berbasis *YOLO* untuk mengidentifikasi kendaraan yang masuk ke area parkir.
2. Merancang sistem keamanan parkir yang mampu menunjukkan slot parkir kosong pada lokasi slot terdekat dari pintu masuk dan membuat QR Code yang sekali pakai.
3. Mengembangkan sistem berbasis sensor *infrared* yang bersifat *event-triggered*, sehingga sistem hanya aktif saat ada kendaraan masuk dan nonaktif saat slot telah terisi.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Mempermudah proses parkir dengan sistem otomatis yang mengarahkan kendaraan pada ketersediaan slot.
2. Mempercepat proses parkir pada setiap slot dan mengamankan kendaraan.
3. Menghemat daya listrik dibandingkan sistem yang terus-menerus aktif.

1.4. Batasan Masalah

Supaya penelitian sesuai dengan rencana, perlu ada beberapa hal yang harus dibatasi untuk memberikan titik fokus yang akan diteliti, hal tersebut antara lain:

1. Jenis kendaraan yang dapat dikenali hanya terbatas kendaraan penumpang roda empat (Alphard dan Inova).
2. Sistem hanya tersedia 4 slot yang bersifat *VVIP*.
3. *User* hanya bisa mendapatkan QR Code hanya dari layer OLED dan menyimpannya sendiri untuk memindai ke slot parkir.
4. Pada sistem yang digunakan adalah *YOLOv8*, dataset menggunakan kendaraan mainan bukan kendaraan nyata dan menggunakan *library*.

1.5. Metodologi Penulisan Sistem

Metodologi penelitian digunakan untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam melakukan penelitian. Adapun tahapan-tahapan metodologi yang digunakan pada penelitian sistem keamanan parkir berbasis QR Code menggunakan *YOLO* untuk klasifikasi kendaraan ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam merumuskan permasalahan yang akan diselesaikan. Masalah pada penelitian ini difokuskan pada bagaimana sistem dapat mengidentifikasi kendaraan (Alphard dan Inova), bagaimana menentukan slot parkir kosong dan bagaimana merancang sistem yang aktif hanya saat kendaraan masuk (tidak berjalan secara *real-time* terus menerus).

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh referensi dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem parkir otomatis, penggunaan algoritma *YOLO* untuk klasifikasi objek, prinsip kerja sensor *infrared*, mikrokontroler ESP32, serta QR Code yang digunakan hanya sekali pakai. Literatur yang digunakan berasal dari jurnal ilmiah, buku, artikel, dan sumber daring terpercaya.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi pembuatan rancangan sistem parkir. Tahap ini mencakup desain alur logika sistem, pemasangan sensor *infrared* untuk pendeteksian kendaraan di pintu masuk dan slot parkir, integrasi kamera dengan *YOLO* untuk identifikasi kendaraan, serta penentuan mekanisme pengaktifan dan penonaktifan sistem secara otomatis berdasarkan sensor.

4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Pengujian ini mencakup klasifikasi kendaraan oleh *YOLO*, validasi sensor *infrared* dalam mendeteksi keberadaan kendaraan di pintu masuk dan slot parkir, serta pengujian QR Code dalam membuka palang pada slot parkir ketika kendaraan hendak keluar dari slot parkir.

5. Pengumpulan Data Penelitian

Data penelitian diperoleh dari hasil uji coba sistem yang telah dirancang. Data yang dikumpulkan meliputi hasil klasifikasi kendaraan oleh *YOLO*, respon sensor *infrared* terhadap keberadaan kendaraan, respon sistem QR Code terhadap membuka palang slot parkir.

6. Analisis Data Penelitian

Analisis data bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Analisis dilakukan terhadap akurasi klasifikasi kendaraan, efisiensi sistem dalam mengarahkan kendaraan ke slot parkir, serta keandalan sistem dalam bekerja secara otomatis dan tidak berjalan secara terus-menerus. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pemahaman.

7. Pembuatan Laporan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan skripsi yang berisi keseluruhan proses penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga analisis data. Laporan ini disusun secara sistematis agar dapat menjadi dokumentasi ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan dan dijadikan referensi pada penelitian selanjutnya.

1.6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian membutuhkan perencanaan jadwal yang terstruktur

agar seluruh kegiatan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Berikut adalah jadwal pelaksanaan penelitian yang telah disusun oleh penulis. Jadwal ini mencakup seluruh tahapan penelitian, termasuk pendefinisian masalah, pencarian sumber referensi, perancangan sistem, pembuatan program, pengujian sistem, pengumpulan data, dan pembuatan laporan penelitian seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	Merancang Konsep						
	Mencari Referensi Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Parkir Berbasis Klasifikasi Kendaraan Menggunakan <i>YOLO</i> .						
3.	Perancangan sistem berupa pembuatan desain alat, rangkaian dan program.						
4.	Melakukan pengujian pada sistem yang telah dibuat.						
5.	Pengumpulan dan analisis data penelitian.						
6.	Pembuatan laporan penelitian.						