

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem palang pintu konvensional maupun yang menggunakan kartu akses masih memiliki keterbatasan, seperti risiko kehilangan kartu, antrean kendaraan, dan potensi pencurian. Kasus pencurian kendaraan di Stasiun Gambir, Jakarta, menunjukkan bahwa pelaku memanfaatkan sistem *tap-in* parkir sehingga kendaraan dapat keluar tanpa proses verifikasi identitas kendaraan yang memadai [1]. Di Apartemen PIK 2, pelaku berhasil membawa kabur kendaraan dengan modus menukar plat nomor yang memanfaatkan kartu parkir yang ditinggalkan pemilik kendaraan [2]. Selanjutnya, dua kendaraan dilaporkan hilang di area parkir Gedung Pelayanan Satu Asap Pemerintah Kota Bandar Lampung, yang menunjukkan bahwa keberadaan petugas parkir belum mampu menjamin keamanan kendaraan [3]. Kasus pembobolan kendaraan di area parkir Kemang Village, Jakarta, serta pencurian melalui aksi pecah kaca mobil di TangCity Mall, Tangerang, juga membuktikan bahwa sistem pengawasan konvensional masih memiliki berbagai kelemahan[4][5] .

Permasalahan serupa juga ditemukan pada berbagai area perumahan. Salah satu kasus terjadi di Perumahan Cluster Azaira Village, Depok, dimana pelaku berhasil membawa kabur dua kendaraan dengan melewati portal perumahan sehingga menunjukkan bahwa portal tanpa sistem verifikasi kendaraan masih memiliki celah keamanan [6]. Kasus serupa juga terjadi di Kompleks Toa, Depok, dimana empat unit kendaraan hilang dalam satu malam akibat lemahnya pengawasan lingkungan [7]. Di Perumahan Gunung Sindur, Bogor, tiga kendaraan milik warga dari rumah yang berbeda berhasil dicuri hanya dalam satu malam [8]. Selain itu, pelaku pencurian di Perumahan Ciruas Land, Serang, bahkan menjebol pagar perumahan sebelum membawa kabur tiga kendaraan milik warga [9]. Kasus kehilangan kendaraan juga terjadi di Perumahan Puri Gardenia, Demak, yang menunjukkan bahwa keterbatasan pengawasan serta akses keluar-masuk kendaraan masih menjadi salah satu

faktor penyebab tindak pencurian [10]. Di sisi lain, kasus yang terjadi di Perumahan Persada Bekasi memperlihatkan bahwa keberhasilan menggagalkan pencurian kendaraan masih bergantung pada respons cepat petugas keamanan dalam menutup portal [11].

Penelitian yang dilakukan oleh Sinaga dkk. (2023) berfokus pada pengembangan sistem mekanik palang parkir menggunakan motor DC sebagai penggerak utama menggantikan sistem AC motor dan hidrolik yang umum digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan sistem mekanis palang pintu telah dilakukan dan setelah pengujian ditemukan bahwa durasi waktu yang diperlukan untuk membuka palang adalah 1,5 detik dan untuk menutup 1,5 detik. Namun penelitian ini lebih mengutamakan pada aspek mekanik dan efisiensi energi, tanpa integrasi sistem identifikasi kendaraan maupun sistem kontrol berbasis kecerdasan digital [12].

Penelitian lain oleh Priyulida dkk. (2024) mengembangkan sistem otomatisasi menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi kendaraan dan motor servo sebagai aktuator pembuka palang. Pusat kendali sistem menggunakan Arduino UNO. Sistem ini mampu menggantikan peran operator manual dalam membuka dan menutup portal parkir secara otomatis. Akan tetapi, sistem masih bergantung pada deteksi jarak kendaraan tanpa mekanisme autentikasi identitas kendaraan sehingga aspek keamanan akses belum optimal [13].

Selanjutnya penelitian oleh Siti Milda Alkan Dawasoka dkk. (2025) merancang sistem palang pintu otomatis berbasis RFID menggunakan Arduino Uno. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik. Sensor RFID berhasil mengidentifikasi kartu Tag RFID yang terdaftar dan servo berhasil untuk membuka palang pintu secara otomatis. Sedangkan untuk kartu yang tidak terdaftar, maka *buzzer* akan memberikan peringatan dan palang tidak terbuka. Kendaraan yang melewati palang bisa dideteksi oleh sensor inframerah dan servo berhasil menutup palang secara otomatis. Namun penelitian ini masih belum terintegrasi dengan IoT [14].

Penelitian oleh Irgi Setiawan Ardhana dan Muhammad Pikkri (2025) membuat sebuah palang otomatis yang menggunakan ESP32-CAM sebagai perangkat akuisisi citra kendaraan dan teknologi OCR berbasis Tesseract untuk mengenali plat nomor kendaraan. Sistem ini bekerja secara otomatis dengan bantuan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan kendaraan dan motor servo sebagai aktuator pembuka maupun menutup portal. Seluruh data kendaraan yang berhasil diidentifikasi kemudian dikirim dan disimpan ke dalam *database* berbasis web secara *real-time* sehingga memudahkan proses monitoring. Namun demikian, penelitian tersebut masih menghadapi kendala berupa tingginya delay pada kamera ESP32-CAM, sehingga respons sistem dalam memproses citra dan identifikasi kendaraan belum optimal [15].

Selain itu, penelitian oleh Ariya Panna dkk. (2025) memanfaatkan Raspberry Pi sebagai pengendali utama dengan integrasi sensor ultrasonik, pengenalan suara klakson sebagai *event-trigger*, serta teknologi *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) untuk autentikasi kendaraan. Sistem berhasil mengenali plat nomor secara *real-time* serta meningkatkan keamanan akses melalui pencatatan log kendaraan berbasis web. Meskipun demikian, penelitian tersebut memerlukan sumber daya komputasi yang cukup besar serta sangat bergantung pada posisi kamera dan kondisi pencahayaan sehingga akurasi pembacaan masih dipengaruhi faktor lingkungan [16].

Dengan adanya permasalahan dan penelitian sebelumnya, saya memiliki inovasi untuk penelitian ini. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya karena tidak hanya menerapkan ANPR sebagai sistem identifikasi kendaraan, tetapi juga menambahkan fitur OTP sebagai autentikasi tambahan pada proses kendaraan keluar untuk meningkatkan keamanan akses. Selain itu, sistem yang dikembangkan diintegrasikan dengan IoT sehingga proses identifikasi kendaraan, validasi data, pengendalian palang pintu, dan *monitoring* dapat dilakukan secara *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun purwarupa sistem palang pintu otomatis ANPR yang terintegrasi dengan ESP32 dan dilengkapi fitur OTP sebagai sistem autentikasi tambahan?
2. Bagaimana kinerja sistem palang pintu otomatis yang dirancang berdasarkan hasil pengujian setiap komponen dan integrasi sistem?
3. Bagaimana implementasi konsep IoT pada purwarupa sistem sehingga proses monitoring kendaraan dapat dilakukan secara *real-time* melalui *website*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun purwarupa sistem palang pintu otomatis berbasis ANPR yang terintegrasi dengan ESP32 serta dilengkapi fitur OTP sebagai sistem autentikasi tambahan
2. Mengevaluasi kinerja purwarupa sistem palang pintu otomatis berdasarkan hasil pengujian setiap komponen dan integrasi sistem.
3. Mengimplementasikan konsep IoT pada purwarupa sistem sehingga proses monitoring data kendaraan dan status akses dapat dilakukan secara *real-time* melalui *website*.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pembangunan purwarupa sistem palang pintu otomatis dalam skala laboratorium, bukan implementasi langsung pada sistem skala industri atau komersial.
2. Sistem ANPR yang digunakan hanya berfungsi untuk mengenali plat nomor kendaraan dengan format standar Indonesia pada kondisi pengujian tertentu.

3. Proses pengenalan plat nomor dibatasi pada kondisi pencahayaan yang cukup dan sudut pengambilan gambar yang telah ditentukan selama pengujian.
4. Sistem IoT digunakan hanya untuk pemantauan data kendaraan, status palang pintu, dan pengendalian dasar melalui jaringan internet, tanpa membahas aspek keamanan jaringan secara mendalam.
5. Hardware yang digunakan terbatas pada komponen prototipe seperti mikrokontroler, kamera, sensor pendukung, serta aktuator motor untuk simulasi palang pintu.
6. Penelitian tidak membahas integrasi dengan sistem pembayaran, manajemen *database* skala besar, maupun sistem keamanan tingkat lanjut.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Praktis

Penelitian rancang bangun purwarupa sistem palang pintu otomatis menggunakan ANPR berbasis IoT diharapkan memberikan manfaat praktis dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem akses kendaraan. Melalui penerapan teknologi pengenalan plat nomor secara otomatis, proses keluar-masuk kendaraan dapat berlangsung lebih cepat tanpa ketergantungan pada operator manual. Selain itu, integrasi teknologi IoT memungkinkan sistem untuk dipantau dan dikendalikan secara *real-time* dari jarak jauh, sehingga memudahkan pengelolaan data kendaraan dan meningkatkan efektivitas pengawasan area.

1.5.2 Manfaat Teoritis

Dari sisi teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya pada sistem kendali, pengolahan citra digital, serta komunikasi data berbasis IoT. Hasil penelitian dapat menjadi referensi akademik bagi mahasiswa dan peneliti lain dalam mengembangkan sistem otomatisasi berbasis pengenalan citra dan mikrokontroler. Selain itu, penelitian ini juga

memperkaya kajian mengenai integrasi *hardware* dan *software* dalam sistem cerdas yang terintegrasi, sehingga dapat mendukung pengembangan teknologi otomasi yang lebih inovatif di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian yang berisi latar belakang masalah, penelitian terdahulu, rumusan masalah, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas konsep pendukung yang berkaitan dengan penelitian, meliputi teori pengolahan citra digital, metode ANPR, teknik deteksi tepi menggunakan metode dekteksi tepi, penggunaan OCR dalam pembacaan karakter, konsep IoT, fitur OTP, *hardware* dan *software* yang digunakan, dan rumus-rumus yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan dalam perancangan dan pembangunan sistem. Pembahasan meliputi tahapan penelitian, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diagram alir penelitian, metode pengambilan data, serta metode pengujian dan analisis kinerja sistem palang pintu otomatis berbasis ANPR dan IoT dilengkapi fitur OTP.

BAB IV PENGUJIAN, HASIL, DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil perancangan sistem yang telah dirancang, meliputi proses pembuatan purwarupa, implementasi algoritma pengolahan citra, integrasi sistem IoT, serta hasil pengujian sistem berdasarkan parameter akurasi deteksi plat nomor, fitur OTP, waktu respon sistem, dan keberhasilan mekanisme buka-tutup palang pintu.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan sistem.

