

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen parkir merupakan aspek vital dalam mendukung kelancaran aktivitas di kawasan padat seperti pusat perbelanjaan, perkantoran, dan apartemen. Pengawasan parkir yang buruk dapat berdampak besar, termasuk kemacetan yang sering terjadi di area parkir. Banyak pengemudi yang frustrasi karena kesulitan menemukan tempat parkir dan membuang waktu secara cuma-cuma (Tukadi, Arief, and Rosyadi 2020). Seiring pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang meningkat tiap tahunnya, kebutuhan akan sistem parkir yang efisien dan tertata semakin mendesak.

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) di tahun 2021-2022, menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun kendaraan pribadi sangat meningkat jumlahnya. Lonjakan ini tidak diimbangi dengan penambahan lahan parkir yang memadai, sehingga memicu kemacetan dan kesulitan bagi pengemudi dalam menemukan slot parkir yang tersedia.

Tabel 1.1 Perkembangan Jumlah Kendaraan

Jenis Kendaraan Bermotor	2021	2022
Mobil Penumpang	16.413.348	17.168.862
Mobil Bis	237.566	243.450
Mobil Barang	5.299.361	5.544.173
Sepeda Motor	120.042.298	125.305.332
Jumlah	141.992.573	148.261.817

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan (BPSDMP) Kominfo Jakarta dari Kementerian Komunikasi dan Informatika membandingkan antara parkir konvensional dan *smart parking*. Hasil perbandingan tersebut menunjukkan bahwa parkir konvensional menimbulkan antrean panjang di gerbang masuk dan keluar, memperlambat arus kendaraan, serta menyulitkan pengelola dalam melakukan pencatatan dan

kontrol secara *real-time*. Sebaliknya, *smart parking* memungkinkan pengguna untuk melihat ketersediaan slot parkir melalui aplikasi yang dapat selalu diakses. Dari perspektif pengguna, *smart parking* lebih efisien karena menghilangkan kebutuhan untuk berkeliling mencari tempat kosong, sehingga menghemat energi dan bahan bakar (Hernikawati 2021).

Perkembangan teknologi menghadirkan solusi baru untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya dengan memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT) dalam *smart parking* yang mampu memonitor kendaraan secara otomatis dan *real-time* menggunakan sensor, pengolahan gambar, dan teknologi *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) untuk meningkatkan efisiensi, akurasi penghitungan kendaraan, serta mempercepat proses pembayaran (Pradhan et al. 2025). IoT adalah konsep yang memanfaatkan konektivitas internet untuk memungkinkan berbagai perangkat di sekitar kita bertukar informasi satu dengan yang lain (Yudho Yudhoanto 2019). Teknologi ALPR muncul sebagai inovasi yang mampu menjawab tantangan tersebut. ALPR adalah sistem pengenalan pelat kendaraan otomatis yang menggunakan kamera dan algoritma *Optical Character Recognition* (OCR) untuk membaca dan mengidentifikasi pelat kendaraan secara cepat dan akurat (Anany Srivastava et al. 2023). Teknologi ini memanfaatkan pengolahan data visual, salah satunya dengan OpenCV. OpenCV adalah sebuah pustaka sumber terbuka yang memungkinkan sistem mengenali kondisi tempat parkir secara otomatis. OpenCV dapat digunakan untuk memproses dan menganalisis suatu gambar atau video dari kamera pengawas guna mengidentifikasi apakah sebuah slot parkir sedang terisi atau kosong. Melalui algoritma pengolahan citra, sistem dapat memantau dan memperbarui data secara otomatis, mengurangi ketergantungan terhadap sistem manual dan meningkatkan kecepatan serta akurasi identifikasi (Acuna 2022).

Dalam pengembangan *smart parking* ini, Raspberry Pi digunakan sebagai perangkat *edge computing* yang berfungsi untuk melakukan pengolahan data secara lokal. Penggunaan Raspberry Pi memberikan keuntungan berupa solusi menghemat biaya sekaligus mampu melakukan proses secara *real-time* di lokasi, mengurangi ketergantungan terhadap sistem berbasis *cloud* yang membutuhkan *bandwidth* tinggi dan waktu respons yang lebih lambat (Paliwal, Kumar Yadav, and John 2020). Dengan perangkat ini, sistem mampu melakukan pendeteksian pelat kendaraan dan pengolahan data visual secara efisien tanpa harus bergantung sepenuhnya pada konektivitas internet atau *cloud*, sehingga meningkatkan kecepatan dan efektivitas sistem secara keseluruhan (Aswath et al. 2025).

Berbagai studi dan implementasi, seperti *smart parking* yang didukung Raspberry Pi dan pengolahan data visual otomatis membuktikan bahwa inovasi teknologi dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kenyamanan pengguna. Oleh karena itu, pengembangan sistem parkir berbasis IoT yang

mengintegrasikan sensor, perangkat *edge*, dan kecerdasan buatan menjadi suatu keharusan dalam rangka mewujudkan *smart city* yang berkelanjutan dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat (Thi Ha et al. 2023). Dengan integrasi teknologi ini, diharapkan *smart parking* tidak hanya membantu mengurangi kemacetan dan waktu pencarian parkir, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pengguna secara keseluruhan, terutama di kawasan padat seperti kampus, pusat perbelanjaan, dan area komersial lainnya (Aswath et al. 2025).

Dengan berbagai perkembangan tersebut, kebutuhan akan sistem parkir terintegrasi menjadi semakin jelas. Sistem ini dibangun tidak hanya mengenali pelat nomor atau menerima reservasi semata, tetapi sistem juga mampu memverifikasi hak akses kendaraan yang berhak masuk, menyediakan data harian bagi pengelola untuk keperluan pemantauan dan manajemen, serta menjaga respons sistem tetap cepat agar tidak menimbulkan antrean.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti memutuskan untuk mengangkat judul penelitian yaitu **“Sistem Reservasi Parkir Berbasis Web dengan Integrasi Multi Sensor”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian yang dipresentasikan oleh (Koten et al. 2023) disorot bahwa penggunaan teknologi IoT dalam merancang sistem aplikasi *smart parking* dapat menjadi solusi yang potensial dalam menghadapi tantangan kemacetan kendaraan yang sering terjadi saat memasuki area parkir. Penelitian lain juga mengatakan bahwa integrasi sensor *infrared* (IR) bersama dengan platform IoT memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* yang akurat, sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir dan mengurangi waktu pencarian slot kosong (Aditya et al. 2022).

Dalam perancangan awal, penelitian ini semula direncanakan untuk mengintegrasikan *payment gateway* (Midtrans) agar pengguna dapat melakukan pembayaran parkir secara *online*. Namun, implementasi tersebut memiliki kendala, yaitu persyaratan legalitas usaha yang menjadi syarat utama dalam proses registrasi dan penggunaan layanan Midtrans. Mengingat penelitian ini bersifat simulasi dan bukan untuk kepentingan komersial, maka fitur pembayaran *online* tidak dapat diwujudkan. Oleh karena itu, ruang lingkup penelitian dibatasi hanya pada perancangan dan implementasi sistem reservasi parkir berbasis web dengan integrasi multi sensor tanpa melibatkan proses transaksi *online*.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian adalah bagaimana merancang sistem reservasi parkir

berbasis web dengan integrasi multi sensor yang mampu memastikan kendaraan yang lewat benar-benar sah sesuai data yang terdaftar, menetapkan batas waktu respons yang aman agar tidak menimbulkan antrean, mengurangi kesalahan dalam pembacaan maupun validasi data kendaraan, serta menghadirkan keunggulan dibandingkan sistem parkir konvensional maupun sistem yang sudah ada.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk membangun solusi reservasi parkir berbasis web dengan integrasi multi sensor yang terintegrasi, cepat, akurat, dan mudah dipantau. Sistem ini ditujukan untuk menyediakan ringkasan harian penggunaan parkir, sekaligus meminimalkan kesalahan dalam pembacaan maupun validasi data kendaraan, sehingga proses operasional parkir dapat berjalan lancar, aman, dan efisien. Dengan keberhasilan pengembangan sistem ini, diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dan praktis yang dapat diimplementasikan secara luas, serta mendukung peningkatan kualitas layanan pengelolaan parkir yang berkelanjutan.

Selain itu, penelitian ini juga menetapkan standar kelayakan sistem. Sistem dapat dianggap sangat layak untuk digunakan apabila akurasi pengenalan pelat kendaraan mencapai 80-90%. Tingkat keberhasilan deteksi sensor mendekati 100%, serta kecepatan respons sistem tetap berada dalam kisaran waktu yang efisien. Dengan standar ini, sistem diharapkan mampu memberikan keandalan yang tinggi serta meminimalkan kesalahan.

Dapat disebutkan bahwa ambang akurasi yang mencapai 80-90% sudah tergolong layak secara operasional untuk implementasi awal sistem di lingkungan nyata. Sebagai pembandingan, dalam penelitian (Azhari et al. 2025) dapat disebutkan meskipun akurasi hanya mencapai 71,40%, sistem tetap dianggap layak dan efektif untuk konteks ALPR di Indonesia. Dalam penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa kesalahan pengenalan umumnya bersifat minor, yakni hanya satu atau dua karakter yang salah per pelat nomor. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi tersebut masih berada dalam batas kelayakan praktis dan memiliki potensi kuat untuk diimplementasikan pada sistem *smart parking* di dunia nyata. Hasil serupa juga ditemukan pada penelitian (Akhir and Khariyyah 2024) yang memperoleh akurasi sekitar 70-75% pada kondisi lapangan dengan variasi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi di atas 70% sudah diterima untuk tahap implementasi awal sistem. Capaian akurasi 80-90% pada penelitian ini menunjukkan peningkatan performa dan realibilitas yang lebih baik, sekaligus menegaskan bahwa sistem yang dikembangkan telah mencapai ambang kelayakan praktis untuk diimplementasikan pada *smart parking* berbasis IoT.

Dengan begitu, menurut (Pradhan et al. 2025) bahwa dengan penerapan teknologi ALPR, memungkinkan identifikasi kendaraan secara otomatis dan *real-time*. Ketika teknologi tersebut dikombinasikan dengan sensor IR serta sistem koordinat parkir, sistem dapat meningkatkan keakuratan dalam mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot parkir.

1.4 Manfaat

a. Bagi Pengunjung

Pengunjung dapat memesan tempat parkir sebelum tiba di lokasi dan memantau ketersediaan slot secara *real-time* melalui sistem ini, sehingga mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir.

b. Bagi Pengelola

Sistem ini membantu pengelola pusat perbelanjaan dalam mengoptimalkan penggunaan area parkir dan memungkinkan pengelolaan kendaraan yang lebih efisien. Dengan sistem parkir yang lebih tertata dan nyaman, hal ini dapat menarik lebih banyak pengunjung. Pada akhirnya, peningkatan jumlah pengunjung berpotensi meningkatkan pendapatan dari biaya parkir.

c. Bagi Pemerintah dan Masyarakat

Sistem parkir yang efektif dapat mengurangi kemacetan di sekitar pusat perbelanjaan karena pengunjung tidak perlu berputar-putar untuk mencari tempat parkir. Hal ini membuat lingkungan sekitar menjadi lebih aman dan tertib, mengurangi parkir liar, serta meningkatkan estetika kawasan.

d. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem parkir cerdas dan integrasi teknologi IoT, serta dapat menjadi referensi untuk studi lanjutan yang lebih kompleks di masa mendatang.