

PROPOSAL PROYEK DESAIN INOVASI ROBOTIK

SISTEM PARKIR OTOMATIS BERBASIS COMPUTER VISION DAN IOT
DENGAN DETEKSI PLAT NOMOR DAN PERHITUNGAN BIAYA
OTOMATIS



Kelompok : 22

Anggota Kelompok:

- 1. Andrew William Smith - 255150300111009**
- 2. Gerrard Arif Hastaryo – 255150307111001**
- 3. Janu Himawan Nahdhi – 255150307111079**
- 4. Muhammad Faiz Zaidan – 255150307111029**
- 5. Zaimah Althof Fakhriyyah – 255150300111005**

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
ABSTRAK	3
BAB I	
PENDAHULUAN	4
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.2 Penelitian Terdahulu	6
BAB III	
METODOLOGI DAN SOLUSI	8
3.1 Metodologi Perancangan	8
3.2 Solusi	9
BAB IV	
HIPOTESIS HASIL	13
4.1 Prediksi Keluaran Utama	13
4.2 Pencapaian Tujuan	13
4.3 Kesesuaian dengan Kajian Pustaka	13
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	15

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang sistem parkir otomatis berbasis *Computer Vision* dan *Internet of Things (IoT)* yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan akurasi dalam proses parkir kendaraan. Sistem ini bekerja dengan cara mendeteksi plat nomor kendaraan secara real-time menggunakan kamera CCTV dan algoritma *Optical Character Recognition (OCR)* yang terintegrasi dengan jaringan IoT. Data plat nomor, waktu masuk, dan waktu keluar kendaraan disimpan dalam basis data untuk menghitung biaya parkir secara otomatis sesuai durasi parkir tanpa memerlukan intervensi manusia. Selain itu, sistem ini mengendalikan palang parkir otomatis menggunakan mikrokontroler dan servo motor yang terhubung dengan jaringan IoT, sehingga proses keluar-masuk kendaraan menjadi lebih cepat dan praktis. Melalui metode prototyping, sistem diuji dan menunjukkan akurasi deteksi di atas 90% serta perhitungan biaya yang tepat. Implementasi sistem ini diharapkan mampu mengurangi antrian, meningkatkan efisiensi operasional, serta mendukung penerapan smart parking system yang sejalan dengan prinsip Sustainable Development Goals (SDGs) poin ke-9 dan ke-11 tentang inovasi industri dan kota berkelanjutan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pada masa kini telah berkembang sangat pesat dan membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Hampir semua bidang kini mulai beradaptasi dengan kemajuan teknologi, mulai dari pendidikan, industri, kesehatan, hingga transportasi. Perkembangan tersebut menuntut manusia untuk menciptakan sistem yang lebih efisien, cepat, dan mampu bekerja secara otomatis dengan intervensi manusia yang minimal. Salah satu bentuk kemajuan teknologi yang memiliki peran penting dalam hal ini adalah *Computer Vision*.

Computer Vision adalah bidang yang menggabungkan ilmu komputer, kecerdasan buatan, dan *image processing* yang memungkinkan komputer untuk memahami dan menginterpretasikan informasi visual dari gambar atau video. *Computer Vision* meniru kemampuan penglihatan manusia dengan mengembangkan algoritma dan teknik yang bisa menganalisis, memproses, dan mengambil informasi penting dari visual data. Teknologi ini telah banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti kesehatan, robotik, dan otomasi (Pandey, 2023). Dengan demikian, *Computer Vision* menjadi salah satu teknologi yang sangat potensial untuk dikembangkan di berbagai bidang.

Di berbagai tempat umum seperti kampus, rumah sakit, perkantoran, dan pusat perbelanjaan, aktivitas parkir merupakan hal yang sangat penting dan sering dilakukan. Namun, hingga saat ini sebagian besar sistem parkir di Indonesia masih menggunakan cara manual, yaitu dengan karcis atau kartu. Sistem tersebut sering kali menimbulkan berbagai permasalahan, seperti antrian panjang saat keluar-masuk area parkir, sistem mesin tiket yang error, karcis yang tidak keluar, hingga kehilangan tiket yang akhirnya menyulitkan petugas dan pengguna. Selain itu, sistem manual juga rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*) serta tidak efisien dalam hal waktu dan tenaga.

Melihat berbagai permasalahan yang terjadi, diperlukan inovasi untuk menciptakan sistem parkir yang lebih efisien, yaitu dengan menerapkan teknologi *Computer Vision* dan *IoT*. Dengan sistem ini, proses keluar masuk kendaraan dapat berjalan dengan lebih cepat dan praktis, sistem juga dapat menghitung biaya parkir secara otomatis berdasarkan lama kendaraan berada di area parkir, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan parkir. Selain itu, sistem ini juga sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin ke-9 mengenai *Industry, Innovation, and Infrastructure*, serta poin ke-11 mengenai *Sustainable Cities and Communities*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem parkir otomatis berbasis *Computer Vision* dan *IoT* yang mampu mendeteksi plat nomor kendaraan secara *real-time*?
2. Bagaimana sistem dapat mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan serta menghitung biaya parkir secara otomatis?

1.3 Tujuan

1. Merancang sistem parkir otomatis berbasis Computer Vision dan IoT yang mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan.
2. Mengembangkan sistem yang dapat mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan untuk menghitung biaya parkir secara otomatis.

1.4 Manfaat

- a. Manfaat Teoritis
 - Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang *Computer Vision* dan *IoT*.
 - Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam pengembangan sistem parkir cerdas.
- b. Manfaat Praktis
 - Meningkatkan efisiensi sistem parkir tanpa perlu menggunakan kartu atau tiket.
 - Mempermudah pengelolaan data kendaraan secara otomatis dan real-time.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

1. Computer Vision

Menurut Pandey (2023), Computer Vision merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer memahami dan menafsirkan informasi visual dari gambar atau video layaknya penglihatan manusia. Teknologi ini menggabungkan ilmu komputer, machine learning, dan pengolahan citra untuk mengenali objek, pola, serta fitur visual secara otomatis. Proses Computer Vision meliputi pengambilan citra, pra-pemrosesan, ekstraksi fitur, dan analisis menggunakan algoritma seperti Convolutional Neural Network (CNN) dan You Only Look Once (YOLO). Dalam penelitian ini, *Computer Vision* menjadi komponen utama yang digunakan untuk mendeteksi kendaraan dan mengenali plat nomor secara real-time.

2. Internet of Things

Menurut Mhatre et al. (2021), *Internet of Things (IoT)* merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke jaringan internet agar dapat saling berkomunikasi, bertukar data, dan melakukan tindakan secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Teknologi ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu sensor untuk mengumpulkan data, jaringan untuk mentransfer informasi, dan aktuator untuk menjalankan perintah. IoT berperan penting dalam menciptakan sistem yang efisien dan cerdas di berbagai bidang seperti industri, kesehatan, transportasi, dan rumah pintar. Pada penelitian ini, IoT digunakan untuk menghubungkan kamera, mikrokontroler, serta palang parkir sehingga proses deteksi kendaraan dan pembukaan palang dapat dilakukan secara real-time dan terintegrasi.

3. Robotika Dasar

Menurut Sujatha et al. (2022), robotika merupakan teknologi yang menggabungkan sensor, pengendali, dan aktuator untuk menciptakan sistem otomatis yang mampu bekerja tanpa intervensi manusia. Melalui integrasi dengan *Internet of Things (IoT)*, robot dapat saling berkomunikasi dan menjalankan tugas secara real-time. Konsep ini memungkinkan terciptanya sistem otomasi yang efisien dan adaptif. Pada penelitian ini, prinsip robotika diterapkan untuk menggerakkan palang parkir otomatis.

2.2 Penelitian Terdahulu

Juliano et al. (2025) mengembangkan *Automated Vehicle Access Control System* berbasis *Computer Vision* dengan teknologi *License Plate Recognition (LPR)* untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi akses kendaraan. Sistem ini menggunakan algoritma YOLOv8 dan dievaluasi dengan standar ISO/IEC 25010:2011, memperoleh hasil kategori “Excellent”. Dengan proses otomatisasi deteksi plat nomor secara real-time, sistem ini terbukti mampu mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat proses verifikasi kendaraan di lingkungan kampus.

Darapaneni et al. (2025) mengembangkan sistem manajemen parkir kendaraan otomatis berbasis computer vision yang mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara real-time. Sistem ini memanfaatkan algoritma YOLOv3 yang dikombinasikan dengan OpenCV dan Pytesseract untuk meningkatkan akurasi deteksi dan konversi teks dari citra plat nomor. Peneliti juga membandingkan performa beberapa metode seperti HAAR Cascade dan OpenCV, dimana YOLOv3 menunjukkan hasil paling akurat dengan tingkat deteksi mencapai 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat mengoptimalkan penggunaan lahan parkir, mempercepat proses identifikasi kendaraan, serta meminimalkan intervensi manusia dalam sistem parkir otomatis.

Adnan et al. (2023) memperkenalkan sistem parkir mobil otomatis yang memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dan computer vision untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi plat nomor kendaraan berbahasa Bengali menggunakan kamera dan teknologi Optical Character Recognition (OCR) yang terhubung ke basis data pusat untuk memverifikasi kendaraan yang telah terdaftar. Selain itu, sensor inframerah digunakan untuk memantau status slot parkir secara waktu nyata, dan informasi tersebut dapat diakses melalui aplikasi mobile maupun situs web. Dengan tingkat akurasi pengenalan mencapai 91,51%, sistem ini terbukti efektif dalam mengurangi waktu pencarian parkir, mencegah parkir ilegal, dan membantu mengurangi kemacetan di wilayah perkotaan.

Penelitian oleh Taylor et al. (2021) mengembangkan sistem parkir kendaraan pintar yang menggabungkan teknologi Computer Vision dan Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi serta mengelola area parkir secara otomatis. Sistem ini menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dan Mask R-CNN untuk mengenali kendaraan dan menentukan ketersediaan slot parkir pada citra atau video secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN mencapai akurasi sebesar 99,80% dalam mendeteksi kendaraan dan ruang kosong, sementara Mask R-CNN digunakan untuk segmentasi objek dengan tingkat ketelitian tinggi. Pendekatan ini membuktikan bahwa integrasi antara IoT dan Computer Vision dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir, mengurangi kemacetan, serta mendukung penerapan sistem parkir cerdas di lingkungan perkotaan.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Computer Vision* dan *IoT* mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem parkir otomatis. Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada aspek deteksi dan pengenalan plat nomor saja. Banyak sistem yang belum dilengkapi dengan fitur perhitungan biaya parkir otomatis maupun pengendalian palang parkir berbasis IoT. Padahal, kedua fitur tersebut memiliki peran penting dalam menciptakan sistem parkir yang benar-benar otomatis dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan untuk menyempurnakan sistem yang sudah ada dengan menambahkan kemampuan perhitungan biaya parkir secara *real-time* berdasarkan durasi kendaraan, serta integrasi dengan sistem kontrol palang otomatis.

BAB III

METODOLOGI DAN SOLUSI

3.1 Metodologi Perancangan

Penelitian ini menggunakan metode prototyping, yang dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari identifikasi masalah, perancangan sistem, pembuatan prototype, hingga simulasi proses kerja. Metode ini dipilih karena sesuai untuk pengembangan sistem parkir otomatis yang membutuhkan uji coba langsung terhadap integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak.

Tahap pertama adalah identifikasi masalah, yaitu dengan mengamati permasalahan yang muncul pada sistem parkir konvensional, seperti antrean panjang, kehilangan tiket, serta keterlambatan dalam proses verifikasi kendaraan. Setelah itu dilakukan analisis kebutuhan sistem, yang mencakup kebutuhan perangkat keras seperti kamera, sensor ultrasonik, dan palang otomatis, serta kebutuhan perangkat lunak seperti algoritma Computer Vision berbasis License Plate Recognition (LPR) dan sistem basis data untuk penyimpanan data kendaraan.

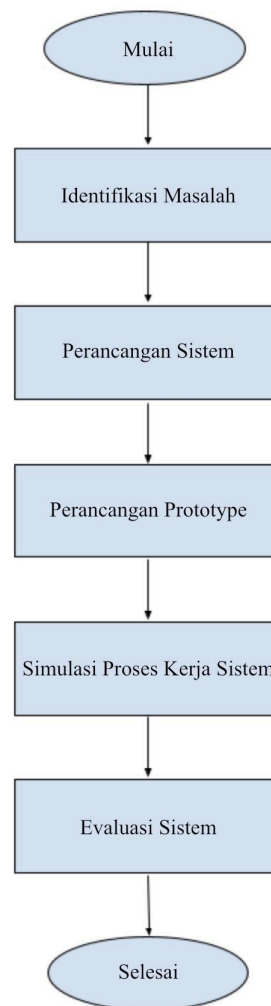
Tahap kedua adalah perancangan sistem, di mana rancangan dibuat dalam bentuk diagram alir untuk menggambarkan hubungan antar komponen. Kamera berfungsi sebagai sensor utama untuk menangkap citra plat nomor kendaraan. Citra tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma Computer Vision dengan bantuan Optical Character Recognition (OCR) agar karakter pada plat nomor dapat dikenali. Hasil deteksi disimpan dalam basis data bersama waktu masuk kendaraan untuk digunakan pada proses perhitungan biaya parkir.

Tahap ketiga adalah perancangan prototype, yaitu tahap implementasi awal sistem yang menggabungkan kamera, sensor, dan mikrokontroler untuk membentuk sistem parkir otomatis dalam bentuk simulasi. Pada tahap ini digunakan perangkat keras seperti Raspberry Pi atau Arduino Uno, serta perangkat lunak Python, OpenCV, dan MySQL untuk menjalankan fungsi utama sistem. Prototipe diuji untuk memastikan integrasi antarkomponen berjalan dengan baik dan sistem mampu mengenali plat nomor serta menggerakkan palang otomatis.

Tahap keempat adalah simulasi proses kerja sistem, di mana sistem dirancang agar dapat menghitung durasi parkir berdasarkan waktu masuk dan keluar yang tercatat secara otomatis. Saat kendaraan keluar, kamera kembali mendeteksi plat nomor dan mencocokkannya dengan data sebelumnya. Sistem kemudian menghitung total biaya parkir sesuai durasi, menampilkan jumlah yang harus dibayar, dan setelah pembayaran diverifikasi, sistem mengirimkan sinyal untuk membuka palang otomatis.

Tahap terakhir adalah evaluasi sistem, yaitu pengujian menyeluruh untuk menilai tingkat akurasi deteksi plat nomor, kecepatan proses, dan ketepatan perhitungan biaya parkir. Evaluasi juga mencakup penilaian terhadap keandalan sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut kamera. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan perbaikan dan penyempurnaan agar sistem dapat bekerja lebih stabil, responsif, dan efisien.

Gambar 3.1 Diagram Alur Tahapan Perancangan



3.2 Solusi

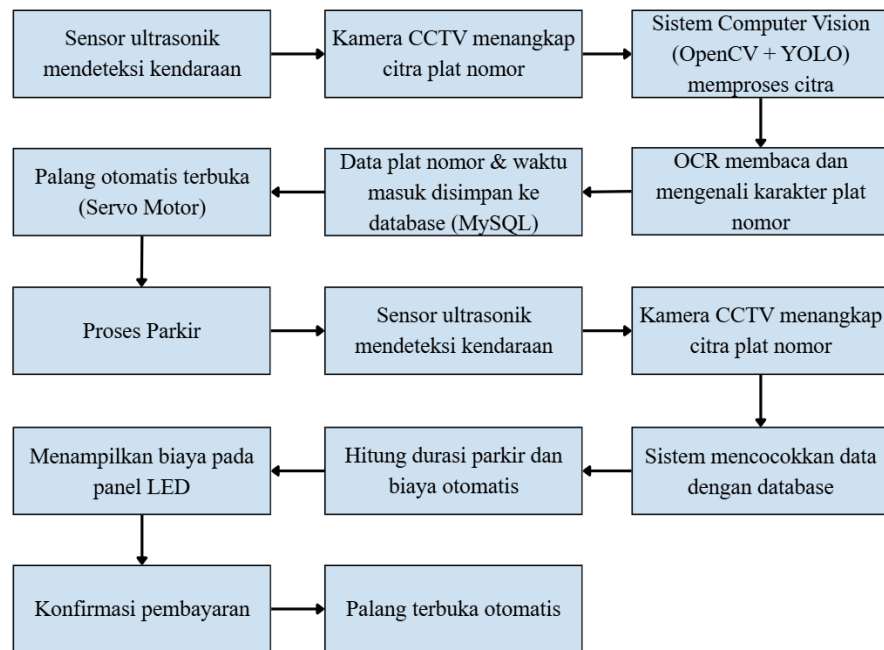
Untuk merancang sistem parkir otomatis yang mampu mendeteksi plat nomor kendaraan secara real time, serta menghitung biaya parkir secara otomatis berdasarkan durasi, diperlukan sistem terintegrasi yang melibatkan berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Beberapa komponen yang akan digunakan untuk membangun sistem tersebut antara lain kamera CCTV, sensor ultrasonik, microcontroller, LED panel, program computer vision, servo motor, OCR, MySQL untuk pengelolaan database, Blynk untuk platform IoT, python dengan framework FastAPI untuk backend & API Program, serta HTML, CSS, JS untuk frontend program.

MySQL dipilih sebagai program pengolah database karena keunggulan-keunggulan yang ditawarkan, selain karena program yang bersifat open source dan gratis, MySQL memiliki query yang tergolong ringan dan cepat, MySQL mampu menangani ribuan transaksi per hari tanpa mengalami gangguan, selain itu, MySQL juga sangat kompatibel dengan banyak bahasa pemrograman dan framework, sehingga sangat mudah terintegrasi dengan backend dan komponen IoT. Keamanan data juga cukup terjaga, sehingga untuk menyimpan

data sensitif seperti nomor plat kendaraan, MySQL dapat menjadi pilihan. Selanjutnya Blynk dipilih sebagai program untuk platform IoT karena kemudahan komunikasi dan integrasi dengan komponen IoT, selain itu Blynk juga cukup efisien untuk digunakan karena tidak perlu membuat server tambahan, library dan UI juga sudah tersedia. Untuk program backend sendiri, python dipilih sebagai bahasa pemrograman karena python sudah mendukung integrasi dengan sistem computer vision, sehingga OCR dan program computer vision bisa langsung dihubungkan ke backend tanpa perlu berpindah bahasa pemrograman. FastAPI sendiri digunakan sebagai framework karena kecepatannya yang tinggi, serta kemampuan untuk dapat menangani banyak permintaan sekaligus. Selain itu, FastAPI memiliki keamanan dan validasi data yang kuat, sehingga mencegah kesalahan input seperti data yang kosong, atau duplikasi plat nomor. untuk program frontend yang digunakan, HTML, CSS, dan JS dipilih karena kemudahan serta performanya yang ringan. Selain itu, HTML, CSS, dan JS sudah universal, sehingga dapat diakses dari browser apapun tanpa instalasi tambahan.

Cara kerja sistem ini diawali dengan sensor ultrasonik yang akan mendeteksi ketika kendaraan mendekati gerbang masuk, setelah terdeteksi, kamera CCTV akan menangkap citra plat nomor kendaraan, selanjutnya citra plat nomor tersebut dikelola oleh sistem computer vision, lalu sistem OCR akan membaca dan mengonversi huruf dan angka pada plat nomor menjadi teks digital yang dapat diproses oleh komputer, teks digital tersebut akan disimpan di database bersama dengan waktu kendaraan masuk, kamera ID dan informasi lainnya, dengan ini plat nomor kendaraan berhasil terdeteksi secara real time, selanjutnya setelah divalidasi, servo motor akan bereaksi dan palang otomatis terbuka, selanjutnya ketika kendaraan akan keluar, skema yang sama akan terjadi, sensor ultrasonik akan mendeteksi saat kendaraan mendekat, lalu kamera CCTV akan menangkap citra dari plat nomor kendaraan, sistem computer vision dan OCR akan mengelola citra tersebut, selanjutnya setelah data disimpan ke database bersama waktu saat kendaraan keluar, sistem akan melakukan pencocokan data untuk plat nomor kendaraan, setelah ditemukan data yang cocok, sistem akan menghitung selisih waktu antara kendaraan masuk dan kendaraan keluar, selanjutnya penghitungan biaya parkir otomatis akan bekerja dengan tarif yang sudah ditetapkan sebelumnya pada program, setelah itu, LED panel akan menampilkan biaya parkir yang dapat dilihat oleh pengemudi kendaraan, lalu setelah validasi, servo motor akan otomatis bekerja dan palang akan terbuka.

Gambar 3.2 Diagram Alur Cara Kerja Sistem



Solusi ini memiliki beberapa dampak positif dan negatif bagi masyarakat dan pengelola parkir, yaitu

a. Dampak Positif

- i. Bagi masyarakat, efisiensi waktu dan kenyamanan karena tidak adanya antrian gerbang masuk. Transparansi biaya dengan ditunjukkannya total waktu parkir. Keamanan kendaraan lebih baik dengan tercatatnya plat nomor, waktu, dan citranya dalam database, mempermudah pelacakan jika terjadi kehilangan atau insiden.
- ii. Bagi pengelola parkir, peningkatan efisiensi operasional dengan sumber daya manusia yang bisa dipindahkan untuk tugas yang lebih penting. Mengurangi kebocoran pendapatan dengan adanya data akurat.

b. Dampak Negatif

- i. Bagi masyarakat, orang yang tidak terbiasa menggunakan sistem pembayaran digital mungkin terasa terhambat. Isu privasi dan keamanan data juga hal yang dapat dikhawatirkan jika data tidak dikelola dengan standar ketat.
- ii. Bagi pengelola parkir, biaya investasi awal tinggi. Potensi kelumpuhan sistem jika terjadi pemadaman listrik atau kegagalan koneksi internet.

Meskipun memiliki dampak yang positif, solusi ini memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan, yaitu

a. Kondisi Lingkungan

Kondisi Lingkungan seperti pencahayaan ekstrim, plat nomor yang kotor, rusak, atau memiliki modifikasi non-standar, dan sudut pengambilan gambar yang sangat miring dapat menurunkan kinerja deteksi plat nomor secara signifikan

b. Integrasi Pembayaran

Solusi awal belum mencakup sistem pembayaran terintegrasi secara penuh. Perhitungan biaya otomatis tersedia, tetapi penagihan dan verifikasi akhir mungkin masih memerlukan interaksi dengan sistem pembayaran pihak ketiga.

c. Manajemen Slot Parkir

Solusi ini fokus pada akses dan biaya. Sistem belum mencakup fitur untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir kosong.

d. Skalabilitas Awal

Implementasi awal hanya diuji pada satu atau dua gerbang parkir. Perluasan ke area yang lebih besar membutuhkan penyesuaian infrastruktur server dan jaringan.

BAB IV

HIPOTESIS HASIL

4.1 Prediksi Keluaran Utama

Hipotesis utama dari proyek ini adalah sistem parkir otomatis berbasis *Computer Vision* dan *IoT* bisa dikembangkan dan berfungsi dengan baik sesuai tujuan yang telah dirancang. Sistem ini diharapkan mampu mengenali plat nomor kendaraan secara akurat, mencatat waktu masuk dan keluar secara otomatis, serta menghitung biaya parkir dengan benar tanpa kesalahan. Selain itu, dengan dukungan teknologi *IoT*, sistem ini juga diharapkan dapat memberikan informasi parkir secara real-time dan membuat proses keluar-masuk kendaraan jadi lebih cepat dan efisien.

4.2 Pencapaian Tujuan

Hipotesis hasil dari penelitian ini adalah kedua tujuan utama pada Bab I dapat tercapai dengan baik. Pada tujuan pertama, sistem parkir otomatis berbasis *Computer Vision* dan *IoT* diprediksi mampu mendeteksi serta mengenali plat nomor kendaraan dengan tingkat akurasi diatas 90%, sesuai rancangan yang telah dibuat. Sedangkan pada tujuan kedua, sistem diharapkan dapat mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan secara otomatis serta menghitung biaya parkir tanpa kesalahan perhitungan.

4.3 Kesesuaian dengan Kajian Pustaka

Hipotesis hasil proyek ini diperkirakan selaras dengan teori dan penelitian terdahulu sekaligus mengisi celah penelitian yang ditemukan pada Bab II. Sistem diharapkan mampu memvalidasi efektivitas algoritma YOLO dalam *License Plate Recognition* (LPR) seperti pada penelitian Juliano et al. (2025) dan Darapaneni et al. (2020), dengan tingkat akurasi diatas 90%. Selain itu, integrasi *IoT* dan robotika dalam kontrol palang otomatis diharapkan menunjukkan kecepatan respon di bawah tiga detik, membuktikan keandalan konsep yang dijelaskan oleh Sujatha et al. (2022). Proyek ini juga diprediksi dapat mengatasi kekurangan penelitian sebelumnya dengan menghadirkan sistem parkir yang lebih terintegrasi antara deteksi plat nomor, kontrol palang otomatis, dan perhitungan biaya parkir.

DAFTAR PUSTAKA

- Pandey, A. (2023). Computer vision. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. 11(7), 510-514. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.54701>
- Juliano, J. J., Armada, M. K. A., Cosadio Jr., A. N., Portugues, F. F., & Reyes, R. E. (2025). Automated vehicle access control system utilizing computer vision-based license plate recognition. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 6(4), 1947–1977. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.06.04.27>
- Adnan, A., Ahmed, F., Bhuiyan, M. S. S., Talha, M. A., Ahmad, S., Islam, M. M., Mannan, L., & Rahman, M. A. (2023, December 13–15). Automated car parking using advanced image recognition and license validation. *Proceedings of the 2023 26th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*. Cox's Bazar. Bangladesh. <https://doi.org/10.1109/ICCIT60459.2023.10441506>
- Darapaneni, N., Mogeraya, K., Mandal, S., Narayanan, A., Siva, P., Paduri, A. R., Khan, F., & Agadi, P. M. (2020). Computer vision-based license plate detection for automated vehicle parking management system. In *Proceedings of the 2020 11th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/UEMCON51285.2020.9298091>
- Taylor, O. E., Ezekiel, P. S., & Emmah, V. T. (2021). Smart vehicle parking system using computer vision and Internet of Things (IoT). *European Journal of Information Technologies and Computer Science*. 1(2). 12–20. <https://doi.org/10.24018/ejcompute.2021.1.2.12>
- Zhou, I., Makhdoom, I., Shariati, N., Raza, M. A., Keshavarz, R., Lipman, J., Abolhasan, M., & Jamalipour, A. (2021). Internet of Things 2.0: Concepts, applications, and future directions. *IEEE Access*. 9. 99124–99157. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3078549>
- Sujatha, M., Priya, N., Beno, A., Sheeba, T. B., Manikandan, M., Tresa, I. M., Jose, P. S. H., Peroumal, V., & Timothy, S. P. (2022). IoT and machine learning-based smart automation system for Industry 4.0 using robotics and sensors. *Journal of Nanomaterials*. 2022. Article 6807585. <https://doi.org/10.1155/2022/6807585>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembagian Kerja Kelompok

No.	Nama	NIM	Uraian Tugas
1.	Andrew William Smith	255150300111009	Menyusun Bab III
2.	Gerrard Arif Hastaryo	255150307111001	Menyusun Bab III
3.	Janu Himawan Nahdhi	255150307111079	Menyusun Abstrak
4.	Muhammad Faiz Zaidan	255150307111029	Menyusun Bab IV
5.	Zaimah Althof Fakhriyyah	255150300111005	Menyusun Bab I dan Bab II

Lampiran 2. Foto Kerja Bersama Teman Kelompok



Lampiran 3. Foto dengan Mentor

