



Sistem Palang Pintu Otomatis dengan Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Yolo pada Perumahan Tiban Mas

Tugas Akhir

**Oleh:
Yusuf Efendi (4212201002)**

**Program Studi Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul :**"Sistem Palang Pintu Otomatis dengan Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Yolo pada Perumahan Tiban Mas"** adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 20 Januari 2026



Nama Yusuf Efendi
NIM: 4212201002

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
sarjana terapan teknik (S.Tr.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh:
Yusuf Efendi (4212201002)

Tanggal Sidang: 20 Januari 2026

Disetujui oleh :



I. Diono, S.Tr. T., M.Sc
NIK:122257



1. Adlian Jefiza S.Pd., M.T
NIK:119220



2. Abdullah Sani, S.ST, M.Sc
NIK:113119

[Sistem Palang Pintu Otomatis dengan Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Yolo pada Perumahan Tiban Mas]

Abstrak

Perkembangan teknologi di bidang keamanan dan otomatisasi mengalami peningkatan yang signifikan, khususnya dalam sistem pengawasan dan pengendalian akses kendaraan di lingkungan perumahan. Sistem palang pintu konvensional yang masih mengandalkan tenaga manusia memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi dan akurasi, sehingga diperlukan solusi otomatis yang mampu meningkatkan keamanan serta efektivitas pengelolaan akses kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem palang pintu otomatis dengan identifikasi plat nomor kendaraan menggunakan metode You Only Look Once (YOLO) dan Optical Character Recognition (OCR). Metode YOLO digunakan untuk mendeteksi objek plat nomor kendaraan secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang baik, sedangkan OCR dimanfaatkan untuk mengenali karakter huruf dan angka pada plat nomor hasil deteksi. Sistem dirancang untuk memproses gambar plat nomor kendaraan, melakukan pengenalan karakter, serta memverifikasi data kendaraan yang terdaftar pada database. Pengujian sistem dilakukan dengan variasi jarak kamera dan kondisi pencahayaan guna mengevaluasi kinerja dan keakuratan sistem. Hasil yang diharapkan adalah sistem dapat beroperasi secara otomatis, membuka palang pintu hanya untuk kendaraan yang terdaftar, serta meningkatkan keamanan dan efisiensi di area perumahan. Dengan implementasi ini, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia dan meminimalisir kesalahan dalam proses identifikasi.

Kata kunci: palang pintu otomatis, deteksi plat nomor kendaraan, You Only Look Once (YOLO), Optical Character Recognition (OCR), keamanan perumahan, *real-time detection*.

[Automatic Door Crossing System with Vehicle License Plate Identification Using Yolo Method at Tiban Mas Housing]

Abstract

Technological developments in the field of security and automation have seen significant improvements, particularly in vehicle surveillance and access control systems in residential areas. Conventional gate systems that still rely on human labor have limitations in terms of efficiency and accuracy, requiring automated solutions that can improve security and the effectiveness of vehicle access management. This study aims to design and implement an automatic gate system with vehicle license plate identification using the You Only Look Once (YOLO) and Optical Character Recognition (OCR) methods. The YOLO method is used to detect vehicle license plate objects in real-time with a good level of accuracy, while OCR is used to recognize the letters and numbers on the detected license plates. The system is designed to process vehicle license plate images, perform character recognition, and verify vehicle data registered in the database. System testing is conducted with variations in camera distance and lighting conditions to evaluate system performance and accuracy. The expected result is that the system can operate automatically, opening the gate only for registered vehicles, and improving security and efficiency in residential areas. With this implementation, it is hoped that dependence on human labor can be reduced and errors in the identification process can be minimized.

Keywords: automatic gate, vehicle license plate detection, You Only Look Once (YOLO), Optical Character Recognition (OCR), residential security, real-time detection.

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Sistem Palang Pintu Otomatis dengan Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Yolo pada Perumahan Tiban Mas”.

Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, ilmu, dan waktu yang berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan bagian dari syarat untuk meraih gelar S.Tr.T di Program Studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam. Penulis menyadari bahwa penyelesaian Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat yang diberikan.
2. Bapak Adlian Jefiza S.Pd., M.T, sebagai dosen pembimbing, atas bimbingan, dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Diono, S.Tr.T., M.Sc, sebagai dosen penguji 1, atas saran, masukan, dan koreksi yang membangun.
4. Abdullah Sani, S.ST, M.Sc, sebagai dosen penguji 2, atas saran, masukan, dan koreksi yang membangun.
5. Kedua orang tua, keluarga dan teman-teman atas dukungan moral, material, dan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Batam, 20 Januari 2026



Yusuf Efendi

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat	4
1.5. Batasan	4
Bab 2. Tinjauan Pustaka	6
2.1. Penelitian Terkait	6
2.2. Mini PC.....	13
2.3. ESP32	14
2.4. Power Supply.....	14
2.5. WebCAM.....	15
2.6. Relay	15
2.7. Lampu Indikator.....	16
2.8. Monitor.....	16
2.9. Sistem Otomatisasi Akses Kendaraan Menggunakan Palang Pintu	17
2.10. Dataset gambar.....	17
2.11. Labeling Dataset.....	17
2.12. Training Dataset.....	17
2.13. Evaluasi Model.....	18

2.13.1. Confusion Matrix	18
2.14. YOLO (<i>You Only Look Once</i>).....	20
2.15. <i>Optical Character Recognition</i> (OCR)	20
2.16. Pra-pemrosesan (<i>Preprocessing</i>).....	21
2.16.1. <i>Grayscale</i>	21
2.16.2. <i>Noise Filtering</i>	21
2.16.3. Segmentasi.....	22
2.16.4. Pengenalan Karakter.....	22
2.17. Verifikasi dengan <i>Database</i> Penghuni	22
2.18. Implementasi <i>GUI</i>	22
Bab 3. Metodologi Penelitian	24
3.1. Perancangan Penelitian.....	24
3.1.1. Perancangan Sistem	25
3.1.2. Perancangan Mekanikal	26
3.1.3. Perancangan Elektrikal.....	29
3.1.4. Perancangan Program	31
3.2. Alat dan Bahan	34
3.3. Pengujian	34
3.3.1. Pengujian Mekanikal.....	35
3.3.2. Pengujian Elektrikal.....	35
3.3.3. Pengujian Kamera	35
3.3.4. Pengujian Sistem OCR	36
3.3.5. Pengujian Sistem YOLO dan OCR	36
3.3.6. Pengujian dengan jarak 150 cm	36
3.3.7. Pengujian Pengujian dengan jarak 200 cm.....	37
3.3.8. Pengujian Pengujian dengan jarak 250 cm.....	37
Bab 4. Hasil Dan Pembahasan.....	39
4.1. Hasil Pengujian Mekanikal	39
4.2. Hasil Pengujian Elektrikal.....	40

4.3. Hasil Pengujian GUI	41
4.3.1. Pengujian Kamera	42
4.3.2. Pengujian Sistem Bluetooth.....	43
4.3.3. Pengujian Sistem Database.....	44
4.4. Hasil Pengambilan Dataset	48
4.5. Hasil Training Dataset.....	49
4.5.1. Evaluasi Performa Model Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	52
4.6. Hasil Pengujian OCR	57
4.7. Hasil Pengujian Sistem	60
4.8. Hasil Pengambilan Data Uji.....	62
4.8.1. Pengujian dengan jarak 150 cm	62
4.8.2. Pengujian dengan jarak 200 cm	80
4.8.3. Pengujian dengan jarak 250 cm	97
Bab 5. Kesimpulan dan saran	116
5.1. Kesimpulan.....	116
5.2. Saran.....	116
Daftar Pustaka	118
Biodata.....	122
Lampiran	123

Daftar Gambar

Gambar 1. Akses Masuk dan Keluar Serta Kontrol Palang Pintu..... 2

Gambar 2. Mini PC 13

Gambar 3. ESP32 14

Gambar 4. Power Supply 14

Gambar 5. Kamera Webcam..... 15

Gambar 6. Relay..... 15

Gambar 7. Lampu Indicator 16

Gambar 8. Monitor 16

Gambar 9. Contoh Gambar Confusion Matrix 18

Gambar 10. Perancangan Penelitian..... 24

Gambar 11. Perancangan Sistem 25

Gambar 12. Flowchart Perancangan Mekanikal 26

Gambar 13. Perancangan Design Mekanikal 27

Gambar 14. Perancangan Ukuran Desain Mekanikal 28

Gambar 15. Flowchart Perancangan Elektrikal 29

Gambar 16. Perancangan Design Elektrikal..... 30

Gambar 17. Flowchart Perancangan Program..... 32

Gambar 18.Desain Menu Manajemen 33

Gambar 19. Hasil Pengujian Mekanikal..... 39

Gambar 20. Hasil Pengujian Elektrikal 40

Gambar 21. Hasil Pengujian GUI..... 41

Gambar 22. Hasil Pengujian Kamera 42

Gambar 23. Hasil Pengujian Koneksi Bluetooth..... 43

Gambar 24. Hasil Tampilan Database 45

Gambar 25. Hasil Pengujian Tambah Database 46

Gambar 26. Hasil Pengujian Mencari Database..... 46

Gambar 27. Hasil Pengujian Menghapus Database..... 47

Gambar 28. Contoh Pengambilan Gambar Dataset 48

Gambar 29. Pelabelan Gambar Dataset Dengan Roboflow 49

Gambar 30. Hasil Training Dataset 50

Gambar 31. Grafik Pelatihan, Validasi Model, Metrik Evaluasi..... 51

Gambar 32. Hasil Confusion Matrix Data Train..... 52

Gambar 33. Hasil Confusion Matrix Data Validation 53

Gambar 34. Hasil Confusion Matrix Data Test..... 54

Gambar 35. Hasil Evaluasi Model Data Train 55

Gambar 36. Hasil Evaluasi Model Data Validation 55

Gambar 37. Hasil Evaluasi Model Data Test..... 56

Gambar 38. Pengujian Sistem OCR Benar 57

Gambar 39. Hasil Pengujian OCR Benar 58

Gambar 40. Pengujian Sistem OCR Salah	58
Gambar 41. Hasil Pengujian OCR Salah	59
Gambar 42. Hasil Pengujian Deteksi salah.....	60
Gambar 43. Hasil Pengujian Deteksi Benar.....	61

Daftar Tabel

Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2. Keterangan Design Elektrikal.....	30
Tabel 3. Estimasi biaya.....	34
Tabel 4. Data Jarak 150cm.....	36
Tabel 5. Data Jarak 200 cm.....	37
Tabel 6. Data Jarak 250 cm.....	37
Tabel 7. Hasil Pengujian Jarak Koneksi Bluetooth	44
Tabel 8. Hasil Pengujian OCR.....	59
Tabel 9. Hasil Pengujian Jarak 150cm	62
Tabel 10. Hasil Pengujian Jarak 200cm	80
Tabel 11. Hasil Pengujian Jarak 250cm	98

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kota Batam merupakan salah satu kota terbesar di Provinsi Kepulauan Riau dan dikenal sebagai daerah dengan pertumbuhan ekonomi tercepat di wilayah tersebut. Perkembangan ekonomi ini mendorong peningkatan signifikan dalam jumlah penduduk dan kendaraan setiap tahunnya[1]. Namun, pertumbuhan ini juga memunculkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah meningkatnya kasus pencurian yang berdampak pada meningkatnya kebutuhan masyarakat akan hunian yang aman dan nyaman.

Dengan perkembangan teknologi aspek keamanan menjadi perhatian utama, salah satunya adalah pengelolaan akses keluar masuk kendaraan pada perumahan, sistem keamanan berbasis tenaga manusia dinilai kurang efektif karena keterbatasan seperti kelelahan. Untuk mengatasinya, maka digunakan alat seperti barcode, kartu RFID, *password*, dan PIN. Namun, alat-alat ini rentan hilang, rusak, atau disalahgunakan.[2] Pada umumnya suatu perumahan menggunakan RFID (*radio frequency identification*) sebagai akses membuka palang pintu pada suatu perumahan. Akan tetapi metode ini dinilai kurang efisien dikarenakan, RFID dapat rusak karena faktor usia, tertinggal, rentan hilang, maupun disalahgunakan. RFID juga memiliki keterbatasan jarak dalam membaca, sehingga menyulitkan pengguna kendaraan khususnya mobil jika tidak pas saat berhenti.[3]





Gambar 1. Akses Masuk dan Keluar Serta Kontrol Palang Pintu

Gambar 1 di atas menunjukkan sistem palang pintu yang digunakan untuk mengatur akses keluar dan masuk kendaraan di area perumahan, sistem kontrol palang pintu ini menggunakan dua metode, yaitu: RFID untuk membuka palang pintu bagi penghuni, dan tombol manual yang digunakan oleh petugas keamanan (*security*), dan pada masalah kali ini pada perumahan Tiban Mas penghuni hanya di berikan 2 kartu akses per 1 rumah, sehingga hal ini dapat menyulitkan anggota keluarga lain yang memiliki lebih dari 2 kendaraan dalam mengakses keluar masuk perumahan.

salah satu solusi yang dapat diimplementasikan dalam masalah ini adalah dengan menerapkan Sistem Palang Pintu Otomatis yang menggunakan Identifikasi Plat Nomor Kendaraan. Sistem ini memanfaatkan teknologi YOLO (*You Only Look Once*), yang merupakan algoritma *deep learning* yang dikembangkan untuk mendeteksi objek secara langsung dalam waktu nyata dengan mengolah data visual yang terkenal akan keakuratan dan kecepatannya dalam mengenali objek, termasuk plat nomor kendaraan.[4] Dengan memanfaatkan metode YOLO, sistem dapat secara otomatis mendeteksi dan mengidentifikasi plat nomor kendaraan yang masuk, sistem ini dilengkapi dengan kamera yang di pasang di dekat palang pintu dan akan mengambil gambar atau video secara *real-time* dari kendaraan yang mendekati palang pintu.[5] Kemudian akan di baca oleh *Optical Character Recognition* (OCR) dan melakukan verifikasi dengan database apakah kendaraan tersebut terdaftar atau tidak. Apabila kendaraan terdaftar, palang pintu akan terbuka secara otomatis, namun jika tidak terdaftar, akses akan secara otomatis ditolak.

Penelitian ini merujuk pada serangkaian studi terdahulu yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Pertama, penelitian yang berjudul “YOLO v5 untuk Deteksi Nomor Kendaraan di DKI Jakarta” yang di lakukan oleh Illmawati & Hustinawati (2023) Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa sistem yang

dikembangkan mampu mengenali rata-rata 92,38% objek dalam setiap video. Tingkat kepercayaan dalam deteksi objek mencapai rata-rata 75,55%. Sementara itu, proses ekstraksi karakter pada plat nomor menunjukkan keberhasilan sebesar 95,45%, dengan rata-rata akurasi deteksi berdasarkan kategori plat nomor mencapai 97,2%. Temuan ini membuktikan bahwa sistem deteksi plat nomor kendaraan sangat efektif dalam mengidentifikasi serta mengklasifikasikan plat nomor ganjil dan genap.[6]

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ananda Ilham Utomo, Nilla Rachmaningrum, Dr. Fannush Shofi Akbar dengan judul "Analisis Metode *Optical Character Recognition* (OCR) dan *You Only Look Once* (YOLO) pada Sistem Deteksi Plat Kendaraan dan Tipe Kendaraan". Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat akurasi YOLO dalam mengidentifikasi jenis kendaraan dipengaruhi oleh waktu pengambilan gambar. Pada pagi hari, akurasi deteksi mencapai 85,33% untuk mobil dan 90,25% untuk motor, namun mengalami penurunan pada malam hari menjadi 52% untuk mobil dan 63,2% untuk motor. Waktu pemrosesan tercepat terjadi pada sore hari dengan rata-rata 84,31 ms, sedangkan pemrosesan paling lambat terjadi pada siang hari dengan waktu 139,99 ms. Sementara itu, akurasi OCR dalam membaca plat nomor kendaraan sangat bergantung pada pencahayaan, dengan tingkat akurasi tertinggi sebesar 28,39% di pagi hari dan terendah 1,42% pada malam hari. Hal ini mengindikasikan bahwa kinerja sistem optimal dalam kondisi pencahayaan yang baik.[7]

Penelitian lainnya dilakukan oleh Kenneth Christoper Nugraha, dan Evasaria Magdalena Sipayung dengan judul "Deteksi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma YOLO." Penelitian ini menunjukkan bahwa Teknologi YOLO dan *EasyOCR* dimanfaatkan untuk mendeteksi objek serta mengenali karakter. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, yakni 88,8% untuk resolusi HD dan 86,3% pada resolusi sub-HD.[8]

Berdasarkan penelitian sebelum-sebelumnya tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan Sistem Palang Pintu Otomatis Berbasis Identifikasi Plat Nomor Kendaraan menggunakan metode YOLO (*You Only Look Once*) dan *Optical Character Recognition* (OCR). Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan akses kendaraan di perumahan, sehingga memberikan keamanan yang lebih optimal bagi penghuni, sehingga mengurangi risiko masuknya kendaraan yang tidak dikenal atau tidak sah.

1.2. Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini, diantaranya yaitu:

1. Bagaimana implementasi metode YOLO dan OCR dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara *real-time* pada sistem palang pintu otomatis?
2. Bagaimana kinerja sistem OCR dalam mengenali plat nomor kendaraan berdasarkan variasi kondisi pencahayaan, jarak kamera, dan kondisi fisik plat nomor?

1.3. Tujuan

Tujuan daripada dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengembangkan sistem palang pintu otomatis berbasis identifikasi plat nomor kendaraan menggunakan metode YOLO dan OCR.
2. Menganalisis tingkat akurasi sistem dalam mengenali plat nomor kendaraan berdasarkan berbagai kondisi pencahayaan, jarak, dan kondisi plat yang buruk.

1.4. Manfaat

Manfaat dari sistem palang pintu otomatis dengan identifikasi plat nomor kendaraan menggunakan metode YOLO pada perumahan adalah:

1. Membantu petugas *security* dan warga meningkatkan keamanan perumahan dengan mencegah masuknya kendaraan tak dikenal tanpa izin.
2. Meningkatkan kenyamanan penghuni dengan opsi akses masuk tanpa kartu RFID, seperti jika kartu tertinggal dan meminimalisir kehilangan kartu

1.5. Batasan

Dalam Penerapan sistem palang pintu otomatis dengan identifikasi plat nomor kendaraan menggunakan metode YOLO pada perumahan terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan. Beberapa batasan tersebut adalah:

1. Sistem hanya mendeteksi dan mengidentifikasi plat nomor kendaraan tanpa mengidentifikasi jenis kendaraan.
2. Sistem diuji dalam lingkungan perumahan dengan pencahayaan normal dan terbatas pada jarak kamera tertentu.
3. Penelitian ini hanya fokus pada penggunaan YOLO untuk deteksi plat nomor dan OCR untuk ekstraksi karakter, tanpa membandingkan dengan metode lain.
4. Sistem tidak mempertimbangkan variasi plat nomor dengan model plat nomor yang tidak sesuai standar nasional.

5. Kamera yang digunakan belum bersifat waterproof, sehingga pengujian sistem tidak dilakukan pada kondisi hujan lebat atau paparan air langsung
6. Penelitian ini menggunakan mini PC tanpa dukungan GPU, sehingga performa pemrosesan sistem hanya bergantung pada kemampuan CPU.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Berikut ini adalah beberapa referensi dari penelitian sebelumnya, referensi ini digunakan sebagai bentuk untuk perbandingan mengenai kelebihan dan kekurangan dari penelitian-penelitian sebelumnya terhadap Sistem Palang Pintu Otomatis, peneliti juga mencari informasi lain dari paper, jurnal, maupun situs website yang berkaitan dengan teori-teori yang akan kami gunakan untuk penelitian ini. Untuk memperkuat landasan penelitian ini, penulis mengumpulkan sejumlah literatur yang relevan dengan sistem yang dikembangkan. Tabel 1 menyajikan sepuluh penelitian terdahulu yang dijadikan referensi sekaligus acuan dalam penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini. Yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Penulis	Jurnal	Metode	Kelemahan
1	2023	Muhammad Rizky Rais, Fitri Utaminingrum, Hurriyatul Fitriyah	Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan untuk Akses Perumahan menggunakan YOLOv5 dan <i>Pytesseract</i> berbasis Jetson Nano	<i>Optical Character Recognition</i> (OCR)	Pada jurnal tersebut di jelaskan hanya 502 gambar digunakan untuk training, yang sangat sedikit dalam konteks deep learning. Tidak ada pengujian dalam kondisi gelap, atau variasi sudut pengambilan. Seluruh pengujian dilakukan

					dalam kondisi statis dan terkontrol.[2]
2	2023	Himawan Pramu Dito, Fitroh Amaluddin, Andik Adi Suryanto, Siti Rachmawati	Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan <i>Optical Character Recognition</i> (OCR) Untuk Mendeteksi Plat Nomor Kendaraan Berbasis Arduino	<i>Optical Character Recognition</i> (OCR)	Dalam jurnal tersebut di jelaskan bahwa proyek ini hanya prototipe dimana pengujianya dilakukan dalam kondisi yang sangat terkendali, padahal di lapangan sangat beragam, tidak ada pengujian dengan variasi keadaan kondisi Cahaya yang berbeda[9]
3	2023	Indah Purnama Sari , Al Hamidy Hazidar , Mhd Basri , Fanny Ramadhani , Asrar	Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan	<i>Radio Frequency Identification</i> (RFID)	Pada jurnal tersebut di jelaskan RFID hanya dapat di akses dengan jangkauan jarakpendek, kemudian

		Aspia Manurung			sistem ini juga bergantung menggunakan Wifi, sehingga jika koneksi ke internet terganggu, sistem monitoring akan berhenti, penggunaan RFID juga sangat rentan di duplikat, hilang, maupun rusak.[3]
4	2022	Indah Indriana, Ardianto Pranata, Mukhlis Ramadhann Rudi Gunawan	Rancang Bangun Keamanan Palang Pintu Gerbang Perumahan Menggunakan E-KTP Dengan Teknik Simplex Berbasis Arduino	<i>Radio Frequency Identification</i> (RFID)	Sistem ini memiliki kelemahan karena hanya menggunakan komunikasi satu arah (simplex), tanpa verifikasi dua arah atau enkripsi. Akibatnya, data e-KTP yang statis mudah disalin atau dipalsukan. Selain itu,

					RFID pasif hanya berfungsi dalam jarak dekat, dan penambahan atau penghapusan akses e-KTP harus dilakukan secara manual, sehingga menyulitkan pengguna.[10]
5	2024	Ganjar Tri Arfian, Sony Sumaryo, Muhammad Ary Murti	Implementasi Sistem Kontrol Jarak Jauh Untuk <i>Smart Barrier Gate</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> (IoT) Di Perumahan	<i>Internet Of Things</i> (IoT)	Pada jurnal tersebut di jelaskan bahwa sistem ini bergantung penuh pada koneksi internet, lalu verifikasi pada <i>website</i> hanya bergantung pada penglihatan penghuni melalui kamera, sehingga rentan terhadap <i>human error</i> ,

					rekayasa sosial, dan gangguan visual, kemudian, sistem ini memerlukan waktu yang lama saat registrasi untuk mengakses palang pintu, sehingga sangat tidak efisien. [11]
6	2025	Komang Mita Sari, Siti Sa'uda, Faton, Ahmad Syazili	Prototype Pintu Gerbang Otomatis Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	<i>Internet Of Things</i> (IoT)	Pada jurnal tersebut di jelaskan bahwa Teknologi ALPR sangat bergantung pada kualitas kamera, pencahayaan, dan posisi pelat nomor. Sisitem bisa gagal dalam mendeteksi plat nomor jika jarak melebihi 110cm, posisi plat terlalu

					miring, dan warna plat terlalu gelap, dan sistem ini sangat bergantung pada koneksi internet.[12]
7	2020	Azhar Mahendra , Usti Fatimah Sari Sitorus Pane, Sri Kusnasari	Implementasi <i>Internet Of Things</i> (IoT) Pada Sistem Keamanan Dan Kendali Pintu Menggunakan Nodemcu	<i>Internet Of Things</i> (IoT)	Pada jurnal tersebut di jelaskan bahwa penerapan sistem sangat bergantung kepada internet dan Bot Telegram sebagai akses untuk perintah kerja sistem, sistem hanya dapat bekerja jika tersambung dengan koneksi internet, dan sistem di rancang sebagai prototipe belum dalam kondisi nyata.[13]

8	2021	Dedi Kurniawan, Nopriadi	RANCANG BANGUN SISTEM AKSES KONTROL KELUAR MASUK PERUMAHAN MENGGUNAKAN SENSOR FINGER PRINT BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328	Rekayasa sistem berbasis eksperimen	Pada jurnal tersebut di jelaskan bahwa sistem hanya menggunakan fingerprint sebagai satu-satunya metode autentikasi, dan tidak ada Cadangan lain, sehingga, jika jari sidik terluka maka pengguna tidak dapat mengakses[14]
9	2024	MUHAMMAD MADIKH WANALI, MUH. FARHANFATHUNNU R	PENGEMBANGAN SECURITY PARKING SYSTEM BERBASIS IMAGE PROCESSING DAN RFID	<i>Image Processing dan Radio Frequency Identification (RFID)</i>	Pada jurnal tersebut di jelaskan bahwa berhasil menggabungkan <i>image processing</i> dan RFID, namun akurasi pengenalan plat yang rendah, dan kekakuan dalam proses

					validasi ganda, sistem akan terbuka jika dua kondisi terpenuhi[15]
10	2021	Krishna Tiwikrama , Abd. Rabi, Rahman Arifuddin	Implementasi Palang Pintu Otomatis dengan Pendeteksi Masker Berbasis Raspberry Pi 3B+	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	Pada jurnal tersebut di jelaskan bahwa performa lambat karena keterbatasan hardware, dan hanya bisa mendeteksi 1 orang, dan kondisi motor pada palang pintu yang kurang presisi[16]

2.2. Mini PC



Gambar 2. Mini PC

Mini PC adalah komputer berukuran kecil yang memiliki fungsi utama setara dengan komputer desktop konvensional, namun dirancang dengan dimensi yang lebih ringkas, konsumsi daya yang lebih rendah, serta mobilitas dan fleksibilitas penempatan yang lebih tinggi, sehingga menjadi solusi komputasi yang efisien, hemat energi, dan relevan untuk kebutuhan teknologi modern, khususnya pada

sistem terintegrasi, otomasi, serta aplikasi berbasis kecerdasan buatan ringan dalam konteks akademik dan penelitian terapan.[17]

2.3. ESP32



Gambar 3. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler berbasis *System on Chip* yang dikembangkan oleh Espressif Systems sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266 dan dirancang khusus untuk mendukung aplikasi *Internet of Things* serta sistem tertanam (*embedded system*).[18] Mikrokontroler ini telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi terintegrasi di dalam chip, serta mendukung konektivitas Bluetooth, sehingga mampu menjalankan fungsi komunikasi data secara nirkabel dengan efisien. Secara teknis, ESP32 menggunakan prosesor dual-core 32-bit dengan konsumsi daya yang relatif rendah dan dilengkapi berbagai antarmuka input/output yang memungkinkan integrasi dengan beragam sensor dan aktuator. Dengan kemampuan tersebut, ESP32 sangat sesuai digunakan pada sistem otomasi, monitoring *real-time*, dan pengembangan perangkat cerdas berbasis IoT.

2.4. Power Supply



Gambar 4. Power Supply

Power supply atau catu daya merupakan suatu perangkat elektronik yang berperan dalam menyediakan serta mengendalikan pasokan energi listrik agar suatu sistem atau peralatan elektronik dapat beroperasi dengan aman dan stabil.

Perangkat ini bekerja dengan mengonversi sumber listrik utama berupa arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang memiliki tingkat tegangan dan arus sesuai dengan kebutuhan komponen. Secara teknis, power supply berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan dan arus sekaligus memberikan perlindungan terhadap komponen elektronik dari gangguan seperti lonjakan tegangan (*overvoltage*), kelebihan arus (*overcurrent*), dan hubungan singkat (*short circuit*). Oleh karena itu, power supply memegang peranan penting dalam berbagai bidang aplikasi, guna menjamin ketersediaan daya yang stabil, efisien, dan andal.[19]

2.5. WebCAM



Gambar 5. Kamera Webcam

Webcam adalah kamera video digital kecil yang dapat dihubungkan ke komputer melalui *port* USB atau sudah terintegrasi di laptop, yang fungsinya untuk merekam gambar atau video secara *real-time* dan menampilkan hasilnya melalui internet (*World Wide Web*), aplikasi pesan instan, atau aplikasi komunikasi video seperti video call dan video *conference*. Webcam juga dapat dilengkapi dengan perangkat lunak yang mampu mendeteksi pergerakan dan suara, sehingga memungkinkan komputer yang terhubung untuk mengamati dan merekam aktivitas yang terdeteksi secara otomatis.[20]

2.6. Relay



Gambar 6. Relay

Relay adalah Saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.[21]

2.7. Lampu Indicator



Gambar 7. Lampu Indicator

Lampu indikator adalah perangkat elektronika berupa lampu yang digunakan sebagai penanda visual untuk menunjukkan kondisi atau status kerja suatu sistem maupun peralatan elektronik. Informasi yang ditampilkan dapat berupa lampu menyala atau padam, perubahan warna, serta kedipan cahaya yang merepresentasikan keadaan tertentu, seperti sistem sedang beroperasi, dalam kondisi siaga, atau tidak aktif. Lampu yang menyala menandakan bahwa peralatan atau fasa listrik yang masuk berfungsi dengan baik dan berada pada kondisi aktif, sedangkan lampu yang tidak menyala menunjukkan bahwa peralatan tidak bekerja. Dengan demikian, lampu indikator memegang peranan penting dalam memudahkan proses pemantauan dan pengoperasian peralatan secara efektif dan efisien.[22]

2.8. Monitor



Gambar 8. Monitor

Monitor adalah perangkat output utama pada komputer yang digunakan untuk menampilkan informasi visual dari hasil pengolahan data, baik berupa teks, gambar, maupun grafik.[23] Monitor memungkinkan pengguna melihat secara langsung proses dan hasil kerja komputer dalam bentuk tampilan grafis. Monitor bekerja dengan menerima sinyal dari kartu grafis (GPU) komputer, lalu mengubahnya menjadi gambar yang dapat dilihat di layar.

2.9. Sistem Otomatisasi Akses Kendaraan Menggunakan Palang Pintu

Palang pintu adalah perangkat penghalang mekanis yang digunakan untuk mengatur lalu lintas kendaraan masuk atau keluar dari suatu area tertentu setelah melewati pos penjaga.[24] pada awalnya, palang pintu menggunakan sistem manual yaitu di operasikan oleh tenaga manusia , hingga akhirnya menggunakan sistem otomatis dengan memanfaatkan perangkat seperti sensor, *microcontroller*, RFID, Kamera, *actuator* seperti motor AC dan perangkat lainnya.

2.10. Dataset gambar

Pengumpulan dataset gambar adalah kumpulan gambar yang berisi objek-objek tertentu (misalnya plat nomor kendaraan), tahapan ini dilakukan dengan mengumpulkan gambar secara langsung dari dokumentasi pribadi serta memanfaatkan dataset yang diperoleh dari internet.[25] Pengambilan gambar secara langsung dilakukan dengan memotret plat kendaraan dengan berbagai kondisi pencahayaan, sudut pandang, serta jarak antara kamera dan objek, agar model dapat mengenali objek dalam situasi yang mendekati kondisi nyata. Selain itu penelitian ini menggunakan dataset dari open source di internet, seperti Roboflow, dan Kaggle, dataset yang di ambil berupa gambar plat kendaraan. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4.327 gambar asli satu kelas yang belum melalui proses augmentasi.

2.11. Labeling Dataset

Labeling dataset adalah proses memberi anotasi pada gambar untuk menunjukkan jenis dan posisi objek dalam gambar. Dalam YOLO, setiap objek ditandai dengan bounding box dan kelas, lalu disimpan dalam file teks berformat khusus, melalui situs website Roboflow.[26] Proses ini penting karena menjadi dasar bagi model untuk belajar mendeteksi objek secara akurat; tanpa labeling yang tepat dan konsisten, performa deteksi model akan menurun.

2.12. Training Dataset

Training dataset adalah kumpulan data yang digunakan untuk melatih model kecerdasan buatan agar mampu mengenali pola dan membuat prediksi. Dalam

YOLO, dataset ini terdiri dari gambar dan label yang telah dianotasi menggunakan bounding box dan class ID. Proses ini memiliki tujuan melatih komputer dalam mengolah gambar maupun anotasi yang telah dibuat, dan menghasilkan sebuah pola ataupun karakteristik pada setiap kelas yang nantinya menjadi sebuah bahan bagi model untuk mengenali objek baru. Melalui data tersebut.[27] YOLO mempelajari fitur visual seperti bentuk, warna, dan posisi objek agar dapat mendeteksi objek serupa di gambar lain. Kualitas training dataset sangat menentukan keberhasilan pelatihan.

2.13. Evaluasi Model

Evaluasi model adalah proses untuk mengukur, menilai, dan menganalisis kinerja sebuah model kecerdasan buatan atau pembelajaran mesin setelah proses pelatihan (training) selesai. Tujuan dari evaluasi model adalah untuk mengetahui seberapa baik model tersebut mampu memprediksi data baru, mengenali pola yang tepat, dan menghindari kesalahan prediksi.[28] Evaluasi ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi model terhadap label sebenarnya pada data uji atau data validasi. Untuk menilai kinerja model secara menyeluruh, dilakukan proses evaluasi guna mengukur sejauh mana model mampu mengklasifikasikan data dengan tepat. Evaluasi ini menggunakan beberapa metrik pengujian, antara lain Confusion Matrix, Akurasi, Presisi, Recall, dan F1-Score.

2.13.1. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang menggambarkan jumlah data uji yang berhasil diklasifikasikan dengan tepat dan jumlah data uji yang mengalami kesalahan klasifikasi.[29]

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	TP (True Positive)	FP (False Positive) <i>Type I Error</i>
	0 (Negative)	FN (False Negative) <i>Type II Error</i>	TN (True Negative)

Gambar 9. Contoh Gambar Confusion Matrix

Keterangan:

TP (*True Positive*) = jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 1

TN (*True Negative*) = jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0

FP (*False Positive*) = jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1

FN (*False Negative*) = jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0

Beberapa metrik evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi akurasi, presisi, recall, dan F1-Score.

1. Akurasi

Mengukur seberapa banyak prediksi sistem yang benar dari seluruh data yang diuji. Semakin tinggi akurasi, semakin baik kinerja sistem secara keseluruhan.

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (1)$$

2. Presisi

Menunjukkan seberapa tepat sistem dalam mendeteksi plat nomor. Fokus pada menghindari deteksi yang salah (*false positive*).

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (2)$$

3. Recall

Menunjukkan seberapa banyak plat yang berhasil dideteksi dari semua plat yang sebenarnya ada. Fokus pada menghindari plat yang terlewat (*false negative*).

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (3)$$

4. F1-Score

Menggabungkan presisi dan recall secara seimbang. Cocok digunakan jika data tidak seimbang dan butuh evaluasi menyeluruh.

$$\text{F1-Score} = \frac{\text{Presisi} \times \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}} \times 100\% \quad (4)$$

5. Mean Average Precision (mAP@50)

mAP@50 adalah rata-rata nilai Average Precision (AP) dari seluruh kelas pada ambang Intersection over Union (IoU) sebesar 0,50.

$$\text{mAP@50} = (1 / N) \times \sum AP_i (\text{IoU} = 0,50) \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

- N : jumlah kelas objek

- AP_i : Average Precision pada kelas ke-i dengan IoU 0,50

6. Mean Average Precision ($mAP@50-95$)

$mAP@50-95$ merupakan rata-rata nilai mAP pada beberapa ambang IoU, yaitu dari 0,50 hingga 0,95 dengan interval 0,05.

$$mAP@50-95 = (1/K) \times \sum mAP(IoU_k) \times 100\% \quad (6)$$

dengan:

$$IoU_k = 0,50 + (k-1) \times 0,05, \text{ dengan } k = 1, 2, \dots, 10 \quad (7)$$

Keterangan:

- K : jumlah ambang IoU (10 nilai)

- $mAP(IoU_k)$: nilai mAP pada ambang IoU ke-k

2.14. YOLO (*You Only Look Once*)

YOLO (*You Only Look Once*) adalah algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang dirancang untuk melakukan identifikasi dan pelokalan objek dalam gambar atau video secara cepat dan efisien. YOLO menggunakan satu jaringan saraf konvolusional (CNN) yang langsung memproses keseluruhan gambar dengan membaginya menjadi beberapa grid. Setiap grid bertugas memprediksi keberadaan objek melalui bounding box, serta label kelas.[30] Tidak seperti metode tradisional yang memisahkan proses deteksi menjadi beberapa tahap, YOLO mengintegrasikan seluruh proses dalam satu langkah komputasi, sehingga sangat unggul untuk aplikasi *real-time*. Dalam penelitian ini digunakan YOLOv11, versi terbaru dari algoritma YOLO yang lebih efisien, ringan, dan akurat untuk deteksi objek secara *real-time*. YOLOv11 diimplementasikan pada M sebagai unit pemroses utama, karena mampu menjalankan model seperti YOLOv11n secara optimal. Kombinasi ini memungkinkan sistem mendeteksi plat nomor kendaraan dan membuka palang pintu otomatis secara mandiri tanpa bergantung pada server eksternal.

2.15. Optical Character Recognition (OCR)

OCR (*Optical Character Recognition*) adalah teknologi yang digunakan untuk mendigitalkan sebuah karakter huruf atau angka dari gambar atau dokumen hasil *scan*, ke dalam format digital yang dapat diedit, dicari, dan digunakan kembali. Proses OCR umumnya melibatkan tiga tahapan utama, yaitu pra-pemrosesan untuk mempersiapkan data, pengenalan karakter untuk mengenali teks, dan pasca-pemrosesan untuk menyempurnakan hasil ekstraksi dalam format file tulisan.[31] Metode ini digunakan sebagai langkah untuk mendeteksi dan mengidentifikasi nomor plat kendaraan.

2.16. Pra-pemrosesan (*Preprocessing*)

Processing merupakan tahap yang bertujuan untuk membersihkan atau menghilangkan elemen-elemen yang tidak dibutuhkan dari sebuah gambar, sehingga gambar input menjadi lebih siap dan sesuai untuk diproses pada tahap selanjutnya.[5] *Processing* adalah tahap awal dalam proses pengenalan karakter dari gambar, seperti plat nomor kendaraan. Tujuan utamanya adalah untuk menyiapkan gambar agar lebih mudah dibaca oleh sistem OCR.

2.16.1. *Grayscale*

Grayscale adalah proses mengubah gambar berwarna (RGB) menjadi gambar dalam skala abu-abu, di mana setiap piksel hanya memiliki satu nilai intensitas cahaya antara 0 (hitam) hingga 255 (putih). Proses ini menyederhanakan data visual tanpa menghilangkan informasi penting seperti bentuk huruf atau angka. *Grayscale* tidak hanya menyederhanakan data, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kualitas visual gambar dengan menyesuaikan kecerahan dan kontras. Proses ini dilakukan melalui siklus berulang antara gambar *grayscale* asli dan gambar yang telah disempurnakan, sehingga gambar terlihat lebih jelas, tajam, dan menarik bagi mata manusia. Hasilnya, sistem dapat mengidentifikasi karakter, seperti plat nomor kendaraan, dengan lebih akurat.[32] Konversi dari RGB ke *grayscale* menggunakan rumus berdasarkan sensitivitas mata manusia terhadap warna sebagai berikut:

$$gray = 0,299 \times R + 0,567 \times G + 0,114 \times B \quad (8)$$

Keterangan :

R : Nilai intensitas komponen warna merah
G : Nilai intensitas komponen warna hijau
B : Nilai intensitas komponen warna biru

Rumus ini menunjukkan bahwa warna hijau memiliki pengaruh terbesar terhadap kecerahan karena mata manusia lebih sensitif terhadapnya. *Grayscale* penting untuk mempersiapkan proses selanjutnya karena menghasilkan gambar sederhana yang tetap mempertahankan bentuk objek dengan jelas.

2.16.2. *Noise Filtering*

Noise merupakan gangguan atau kesalahan yang terjadi selama proses pengambilan gambar, sehingga nilai intensitas piksel yang dihasilkan tidak menggambarkan kondisi sebenarnya. Untuk mengatasinya, digunakan *image filtering*, yaitu metode yang berfungsi untuk mereduksi atau menghilangkan *noise* pada gambar digital agar kualitas gambar menjadi lebih optimal.[34] *Noise filtering* adalah proses dalam pengolahan gambar digital yang bertujuan untuk

mengurangi atau meredam gangguan (*noise*) pada gambar tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya. *Noise filtering* membantu menjadikan karakter teks terlihat lebih jelas dan teratur agar dapat dikenali oleh sistem secara lebih akurat. Cara kerja *noise filtering* dilakukan dengan mengubah nilai suatu piksel pada gambar berdasarkan nilai-nilai piksel dari area di sekitarnya.

2.16.3. Segmentasi

Segmentasi gambar merupakan proses yang bertujuan untuk memisahkan objek dari latar belakangnya, sehingga objek tersebut dapat dikenali dan diolah lebih lanjut. Melalui tahapan ini, setiap objek dalam gambar dapat diambil secara individu dan digunakan sebagai data masukan untuk proses pengolahan berikutnya.[35] Segmentasi yang akurat memungkinkan sistem OCR mengenali dan mengklasifikasikan setiap karakter untuk menentukan posisi awal dan akhir dari masing-masing karakter. Hal ini penting agar hasil pembacaan plat nomor sesuai dengan data penghuni yang tersimpan dalam sistem.

2.16.4. Pengenalan Karakter

Pengenalan karakter merupakan teknik untuk mengenali dan mengubah simbol-simbol seperti huruf, angka, atau tanda baca dari bentuk visual—seperti gambar plat nomor kendaraan atau tulisan tangan menjadi teks digital yang dapat dibaca dan diproses oleh komputer. Proses ini sangat krusial dalam berbagai aplikasi teknologi informasi, terutama dalam sistem otomasi dan pengolahan dokumen secara elektronik.[36]

2.17. Verifikasi dengan *Database* Penghuni

Verifikasi data dengan *database* penghuni merupakan proses memeriksa dan memastikan bahwa data nomor plat kendaraan yang dibaca sistem pada proses sebelumnya sesuai atau cocok dengan data nomor plat yang sudah terdaftar dalam *database* penghuni, pengenalan plat nomor kendaraan penghuni perumahan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu mendeteksi plat nomor kendaraan yang sudah tercatat di *database* penghuni. Palang pintu akan terbuka secara otomatis jika plat nomor penghuni teridentifikasi, sedangkan jika tidak terdeteksi, palang pintu akan tetap dalam posisi tertutup.[2] pada penelitian ini untuk database menggunakan SQLite. SQLite adalah sistem manajemen database ringan yang tertanam langsung dalam aplikasi (embedded database). Karena tidak memerlukan instalasi dan hanya menggunakan sedikit memori, SQLite sangat cocok untuk penyimpanan data *end-user*..[37]

2.18. Implementasi GUI

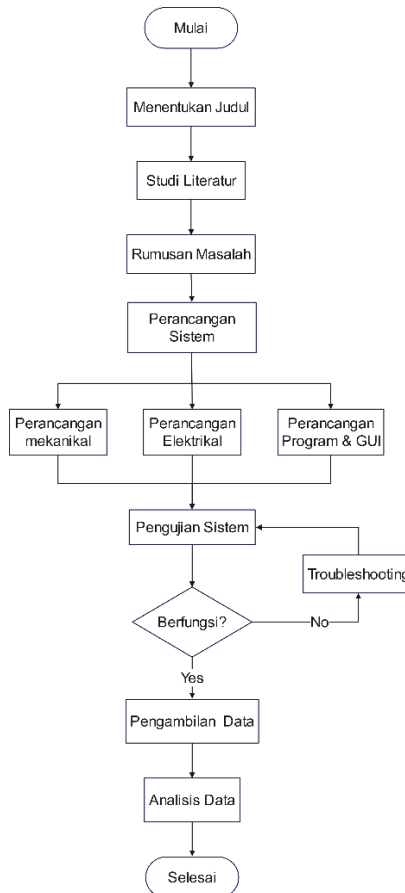
Graphical User Interface (GUI) atau antarmuka pengguna grafis adalah tampilan visual yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam

mengoperasikan perangkat lunak tanpa perlu mengetik perintah secara manual. GUI memungkinkan interaksi melalui elemen-elemen seperti tombol, menu, ikon, jendela, dan slider, sehingga aplikasi menjadi lebih user friendly. Antarmuka yang baik ditandai dengan desain yang konsisten, intuitif, dan menyediakan kontrol yang mudah dipahami, sehingga memudahkan pengguna mengakses fitur-fitur program tanpa harus memiliki kemampuan teknis yang tinggi.[38] Pada penelitian ini akan di terapkan menggunakan PyQt5. PyQt5 adalah library Python yang digunakan untuk membangun Graphical User Interface (GUI) yang modern dan interaktif. Library ini berperan sebagai jembatan antara bahasa pemrograman Python dan framework Qt, serta menyediakan berbagai pustaka dan komponen GUI yang memungkinkan pengembang membuat antarmuka aplikasi desktop secara professional.[39]

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1. Perancangan Penelitian

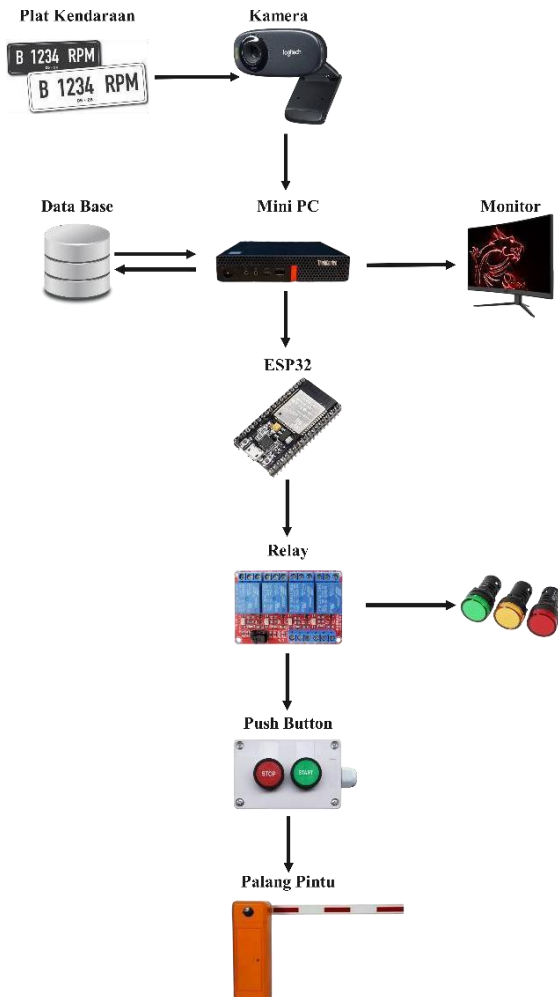
Dalam penelitian ini, diperlukan perancangan yang terstruktur untuk memperjelas tahapan yang akan dilakukan. Perancangan ini mencakup langkah-langkah yang disusun untuk menjawab rumusan masalah, sebagaimana digambarkan dalam *flowchart* rancangan penelitian tugas akhir berikut.



Gambar 10. Perancangan Penelitian

3.1.1. Perancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan Diagram Blok Sistem untuk merepresentasikan alur dan komponen sistem secara keseluruhan. Berikut adalah penjelasannya:

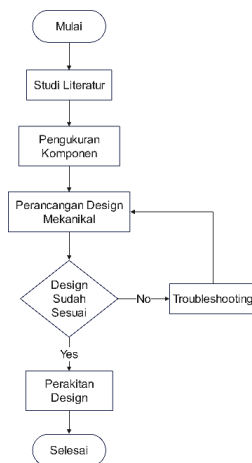


Gambar 11. Perancangan Sistem

Pada gambar perancangan sistem diatas, tahap awal perancangan *hardware* sebagai berikut, dimana plat kendaraan merupakan objek utama yang akan di kenali oleh sistem, plat kendaraan menjadi input awal untuk proses identifikasi, lalu kamera bertugas menangkap gambar plat nomor pada kendaraan yang mendekati gerbang, lalu gambar akan di kirimkan ke unit proses utama yaitu mini PC menggunakan program python, yang bertugas mengelola sistem, mini pc memproses gambar dari kamera dan mengekstrak gambar menjadi teks digital, yang kemudian mencocokkan data plat kendaraan yang terdata dan tersimpan di data base untuk menentukan apakah kendaraan tersebut diperbolehkan masuk atau tidak, lalu monitor disini berfungsi untuk menampilkan informasi GUI, kemudian mini pc akan saling berkomunikasi dan mengirim sinyal dengn ESP32 melalui Bluetooth, dimana ESP32 akan menerima sinyal untuk mengaktifkan relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang di kendalikan , terdapat juga lampu indicator oren, merah, dan hijau, untuk keadaan siaga, terdeteksi salah dan terdeteksi benar. Ketika plat nomor di kenali dan diizinkan, maka relay akan aktif, dan lampu Indicator hijau juga ikut menyala dan palang pintu akan terbuka dan menutup Kembali setelah kendaraan melewati gerbang.

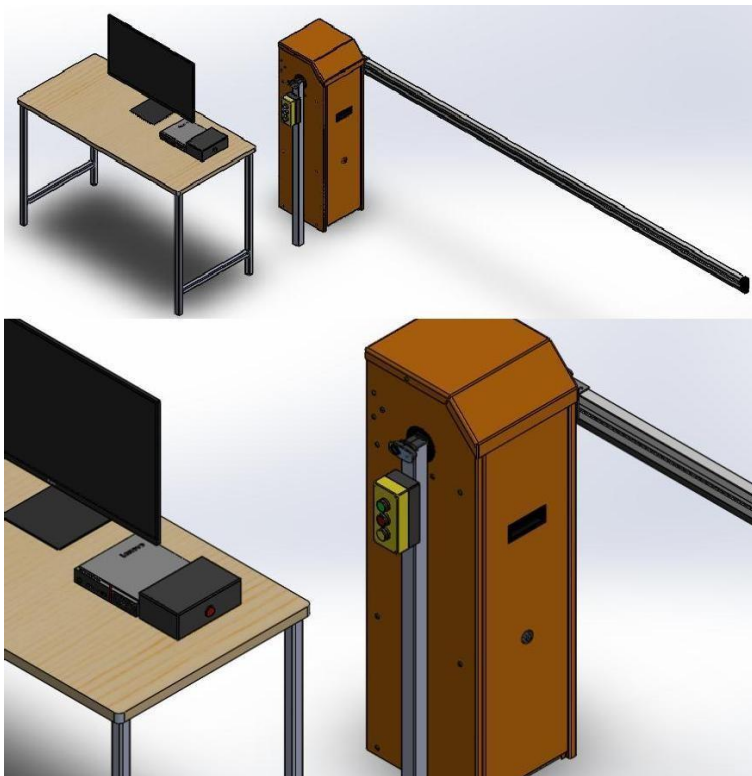
3.1.2. Perancangan Mekanikal

Berikut ini adalah *flowchart* perancangan sistem mekanikal yang dirancang oleh peneliti guna memastikan proses implementasi berjalan lebih terstruktur. Adapun tahapan-tahapan beserta penjelasannya dijabarkan sebagai berikut:

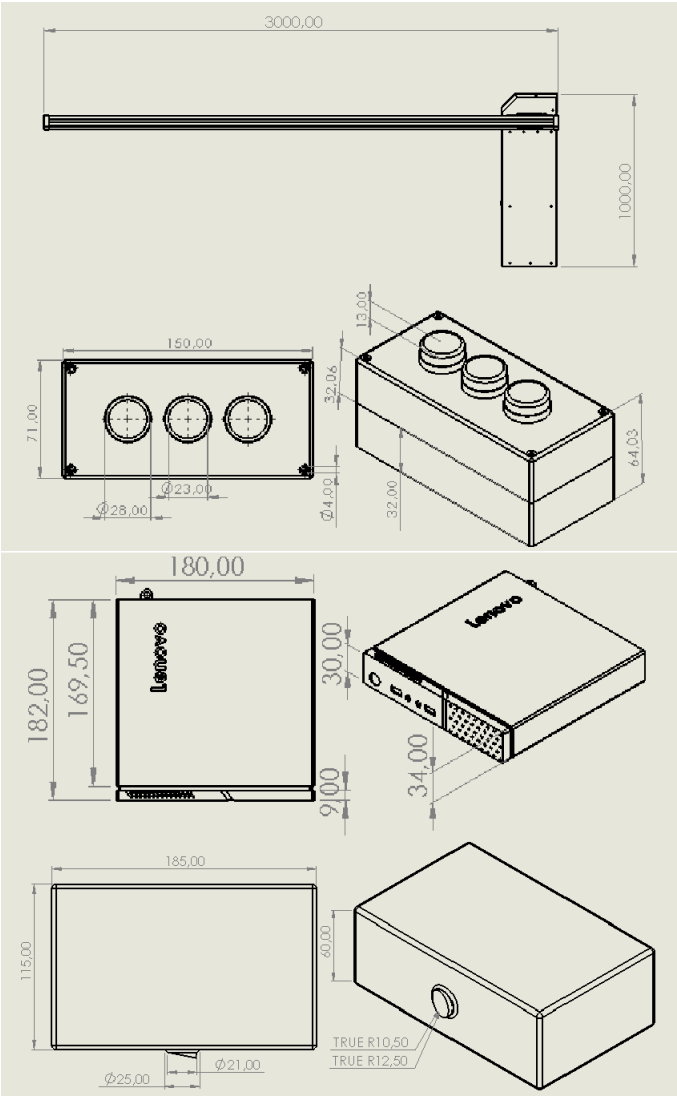


Gambar 12. Flowchart Perancangan Mekanikal

Dalam perancangan ini, peneliti melakukan studi literatur terlebih dahulu dan mencari referensi sebagai dasar perancangan, selanjutnya melakukan pengukuran dan melakukan perancangan design terhadap komponen komponen yang di butuhkan, lalu jika design belum sesuai maka dilakukan proses *troubleshooting* untuk memperbaiki kesalahan, setelah selesai yaitu tahap perakitan *assembly* dan menggabungkan semua komponen sesuai dengan yang di inginkan, jika desain sesuai maka perancangan mekanikal di anggap telah selesai. Berikut merupakan gambar rancangan mekanikal design secara keseluruhan yang berisikan kamera, mini pc, monitor, black box, switch button power supply, ESP32, relay, dan lampu indicator serta gambar keterangan ukuran dimensi dari palang pintu, lampu indicator, mini pc lalu, dan black box yang berisikan switch button, power supply, ESP32, dan relay:



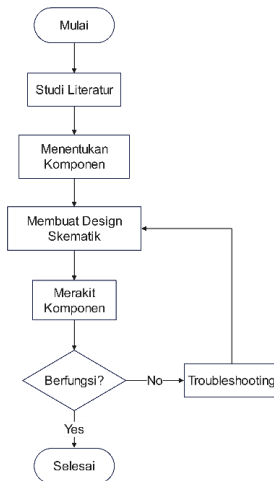
Gambar 13. Perancangan Design Mekanikal



Gambar 14. Perancangan Ukuran Desain Mekanikal

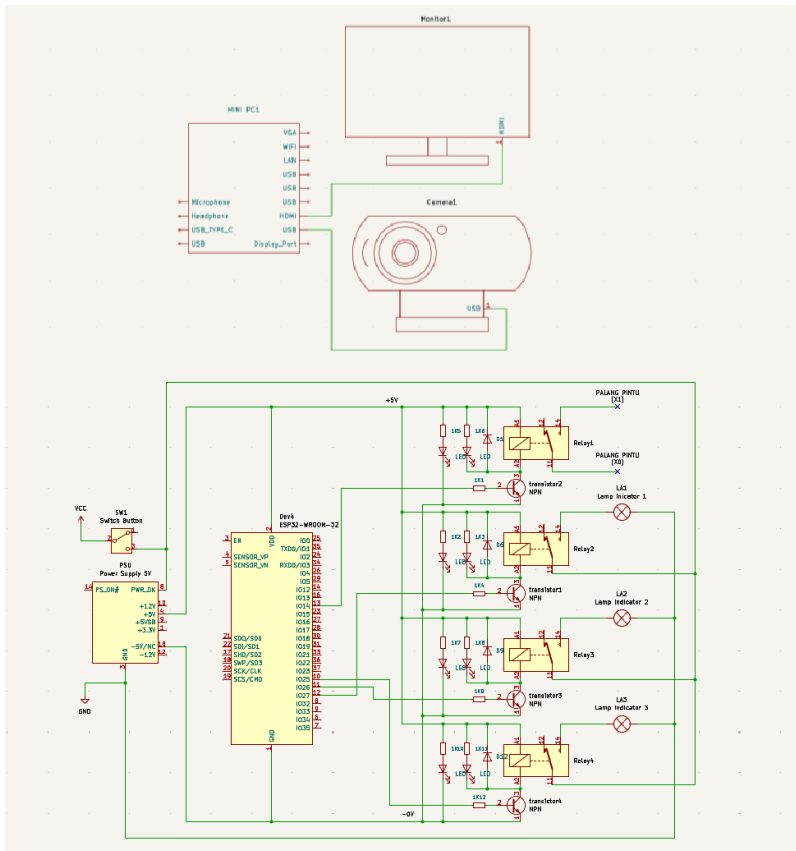
3.1.3. Perancangan Elektrikal

Berikut ini adalah *flowchart* perancangan sistem elektrikal yang dirancang oleh peneliti guna memastikan proses implementasi berjalan lebih terstruktur. Adapun tahapan-tahapan beserta penjelasannya dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 15. Flowchart Perancangan Elektrikal

Pada tahap perancangan sistem elektrikal, proses dimulai dengan melakukan studi literatur. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman terkait teori, referensi, serta spesifikasi teknis komponen yang akan digunakan dalam sistem. Selanjutnya dilakukan proses penentuan komponen yang akan digunakan dalam perancangan. Komponen dipilih berdasarkan kebutuhan sistem, serta kesesuaian teknis dengan rancangan yang diinginkan. Langkah berikutnya adalah membuat desain skematik rangkaian. Desain ini dibuat menggunakan perangkat lunak perancangan elektronik dan bertujuan untuk memvisualisasikan hubungan antar komponen secara sistematis. Tahap berikutnya adalah merakit komponen berdasarkan skematik yang telah dibuat. Setelah rangkaian selesai dirakit, sistem akan diuji untuk memastikan bahwa fungsi rangkaian berjalan dengan baik. Pada tahap ini dilakukan proses verifikasi untuk mengecek apakah sistem sesuai dengan rancangan atau tidak. Jika terdapat masalah dalam pengoperasian sistem, maka dilakukan proses *troubleshooting* guna menemukan letak kesalahan. Apabila sistem berfungsi dengan baik, maka perancangan elektrikal dianggap telah selesai.



Gambar 16. Perancangan Design Elektrikal

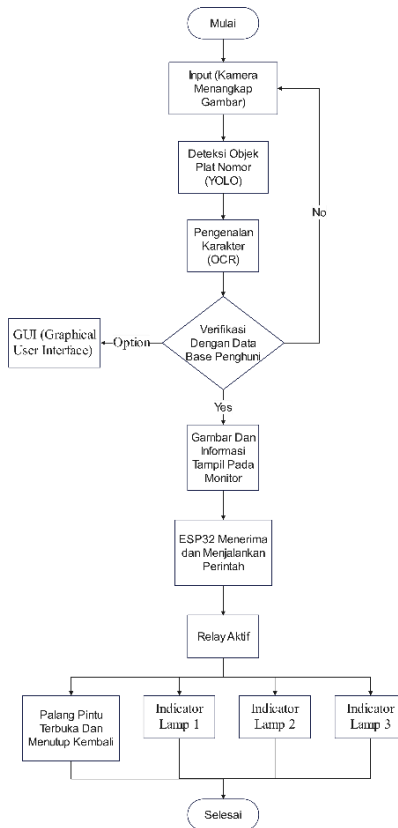
Tabel 2. Keterangan Design Elektrikal

Komponen	Port atau Pin	Keterangan
Mini PC	HDMI To HDMI	Port Monitor
	USB To USB	Port Kamera
Monitor	HDMI To HDMI	Port Monitor
Kamera	USB To USB	Port Kamera
Switch Button	220VAC To PSU	Switch Input 220VAC

Komponen	Port atau Pin	Keterangan
Power Supply	VCC 220VAC To Switch	Input 220VAC
	GND 0VAC To PSU	Input 0VAC
	5VDC	Output 5VDC
	0VDC	Output 0VDC
ESP32	VCC To 5VDC	Input 5VDC
	GND To 0VDC	Input 0VDC
	PIN 14 To Relay CH. 1	Output Pin 14
	PIN 27 To Relay CH. 2	Output Pin 27
	PIN 26 To Relay CH. 3	Output Pin 26
	PIN 25 To Relay CH. 4	Output Pin 25
Relay	VCC To 5VDC	Input 5VDC
	GND To 0VDC	Input 0VDC
	Channel 1 To Button Gate	Input Button Palang Pintu
	Channel 2 To Lamp 1	Indicator Lamp 1
	Channel 3 To Lamp 2	Indicator Lamp 2
	Channel 4 To Lamp 3	Indicator Lamp 3
Lampu Indicator	Indicator Lamp 1	Indicator Lamp Oren
	Indicator Lamp 2	Indicator Lamp Merah
	Indicator Lamp 3	Indicator Lamp Hijau

3.1.4. Perancangan Program

Berikut ini adalah *flowchart* perancangan sistem program yang dirancang oleh peneliti guna memastikan proses implementasi berjalan lebih terstruktur. Adapun tahapan-tahapan beserta penjelasannya dijabarkan sebagai berikut:

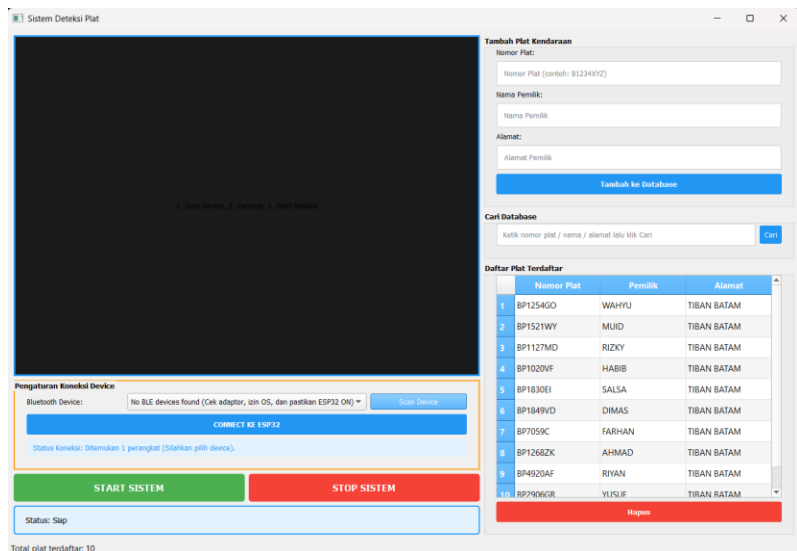


Gambar 17. Flowchart Perancangan Program

Proses dimulai saat kamera yang terpasang di gerbang mendeteksi keberadaan kendaraan dan secara otomatis mengambil gambar (input). Gambar ini kemudian diproses oleh algoritma YOLO (*You Only Look Once*) untuk melakukan deteksi objek berupa plat nomor kendaraan. Jika plat nomor berhasil terdeteksi, sistem melanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pengenalan karakter (OCR), di mana karakter huruf dan angka pada plat nomor diubah dari gambar menjadi teks digital. Setelah itu, sistem akan melakukan verifikasi dengan mencocokkan hasil teks tersebut ke dalam database penghuni perumahan. Jika plat nomor tidak ditemukan atau tidak cocok, sistem akan Kembali ke awal mendeteksi plat, kemudian sistem juga akan berkomunikasi dengan ESP32 melalui jaringan bluetooth, dimana ESP32 akan menerima sinyal untuk mengaktifkan

lampu relay yang terhubung ke lampu indicator oren siaga, merah mendeteksi salah, dan hijau mendeteksi benar, yang jika sistem mendeteksi plat nomor salah maka palang tidak akan terbuka. Namun jika plat nomor terverifikasi sebagai milik penghuni, maka selanjutnya sistem mengaktifkan relay, yang berfungsi sebagai pengendali mekanik untuk membuka palang pintu secara otomatis. Palang pintu terbuka, lampu indicator hijau menyala, dan kendaraan diperbolehkan masuk, dan setelah beberapa saat, palang akan menutup kembali secara otomatis. Proses berakhir setelah kendaraan masuk dan palang kembali pada posisi semula, lalu sistem kembali ke mode siaga dan menyalakan lampu indicator oren untuk menunggu kendaraan berikutnya.

Untuk memudahkan proses monitoring dan pengelolaan data kendaraan yang terdeteksi, sistem ini juga dilengkapi dengan antarmuka pengguna (GUI) berbasis desktop yang dirancang menggunakan Python PyQt5. GUI ini menampilkan layer tampilan pada kamera, kemudian fitur scan dan koneksi ESP32 melalui Bluetooth, tombol untuk memulai star dan stop sistem, kemudian form input data kendaraan, berupa plat nomor, nama pemilik, dan alamat, lalu ada fitur untuk mencari data yang sudah terdaftar di data base, kemudian ada tampilan berupa daftar isi dari database, dan tombol untuk hapus data yang berada di data base. Tampilan GUI tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 18.Desain Menu Manajemen

3.2. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan sejumlah alat dan bahan yang disesuaikan dengan kebutuhan serta berdasarkan referensi yang telah dikaji. Oleh karena itu, peneliti menyusun rincian beserta estimasi harganya sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi biaya

No.	Alat/bahan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah	Total (Rp.)	Keterangan
1	Mini PC	1.900.000	1	1.900.000	Dana pribadi
2	Monitor	400.000	1	400.000	Dana pribadi
3	Keyboard	100.000	1	100.000	Dana pribadi
4	Mouse	50.000	1	50.000	Dana pribadi
5	Kabel Extension USB 5 M	70.000	1	70.000	Dana pribadi
6	Tripot	100.000	1	100.000	Dana pribadi
7	Kable USB	10.000	1	10.000	Dana pribadi
8	Kable AC	120.000	1	120.000	Dana pribadi
9	Kabel AWG24	30.000	1	30.000	Dana pribadi
10	Kabel Bakar	5.000	1	5.000	Dana pribadi
11	Terminal Blok	10.000	1	10.000	Dana pribadi
12	Skun i	8.000	2	16.000	Dana pribadi
13	Switch Button	4.000	2	8.000	Dana pribadi
14	Power Supply	70.000	1	70.000	Dana pribadi
15	Expansion ESP32	80.000	1	80.000	Dana pribadi
16	ESP32	50.000	1	50.000	Dana pribadi
17	Relay	40.000	1	40.000	Dana pribadi
18	Black Box Besar	15.000	1	15.000	Dana pribadi
19	Black Box Kecil	8.000	1	8.000	Dana pribadi
20	Box Lampu	80.000	1	80.000	Dana pribadi
21	Lampu Indicator	75.000	3	225.000	Dana pribadi
22	Kepala Colokan	10.000	1	10.000	Dana pribadi
23	Kamera	-	1	-	Pinjam
Total				3.397.000	

3.3. Pengujian

Pada pengujian ini ada beberapa tahap yang dilakukan untuk mengetahui sistem dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan dalam tugas akhir. Teknik pengujian dilakukan secara eksperimen langsung terhadap sistem, yang mencakup mulai dari kesesuaian perancangan

mekanikal, elektrik, pengambilan gambar kendaraan, pendeteksian plat nomor dengan YOLO, konversi karakter plat dengan OCR, verifikasi ke *database*, hingga pembukaan palang pintu melalui relay. Tujuan utama dalam sistem ini adalah apakah sistem ini efektif dan dapat bekerja dengan baik dalam membuka palang pintu secara otomatis, dan menganalisis seberapa tinggi akurasi dalam mendeteksi plat nomor kendaraan dalam kondisi yang berbeda beda seperti jarak, kondisi plat dan pencahayaan seperti siang dan malam, selain itu juga dilakukan kecocokan dari hasil plat nomor yang terdeteksi dengan database penghuni dan menguji respon sistem dalam membuka palang pintu secara otomatis

3.3.1. Pengujian Mekanikal

Dalam tahap pengujian mekanikal ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen fisik dari alat sistem terpasang dengan baik dan bekerja sesuai rancangan. Pengujian ini mencakup kesesuaian kotak untuk relay ESP32, dan PSU, seperti ukuran yang presisi, sehingga relay, ESP32, dan PSU dapat terpasang dengan baik dan benar, lalu dudukan antara relay, ESP32, dan PSU yang sesuai dengan rancangan awal, serta penempatan kamera terhadap arah kendaraan.

3.3.2. Pengujian Elektrikal

Dalam tahap pengujian elektrik ini bertujuan untuk memverifikasi koneksi dan kelistrikan antar komponen, seperti Mini PC, relay, ESP32, PSU, kamera, dan monitor. Dalam tahap ini dilakukan pengecekan komponen secara individu, seperti alur tegangan dan arus, serta kestabilan catu daya untuk memastikan sistem tidak mengalami gangguan selama proses identifikasi. Sehingga meminimalisir kegagalan saat sistem berjalan, selain itu, pengujian ini memastikan bahwa sinyal dari GPIO ESP32 dapat mengaktifkan relay dengan benar untuk mengendalikan kontrol palang pintu.

3.3.3. Pengujian Kamera

Pengujian kamera difokuskan pada kualitas pengambilan gambar plat nomor kendaraan dalam berbagai kondisi, seperti siang dan malam hari, serta variasi jarak. Aspek yang diuji mencakup hasil gambar yang dihasilkan, sudut pandang kamera, dan kemampuan dalam menangkap plat nomor yang sedang bergerak. Tujuan utama dari pengujian ini adalah memastikan kamera mampu menyediakan input visual yang optimal untuk dideteksi oleh algoritma YOLO.

3.3.4. Pengujian Sistem OCR

Selain itu pengujian Optical Character Recognition (OCR) dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengenali dan mengonversi karakter pada gambar plat nomor kendaraan menjadi teks digital secara akurat. Pengujian dilakukan dengan beberapa contoh, seperti variasi plat dengan kondisi fisik bagus dan fisik plat buruk. Dengan pengujian ini, dapat diketahui sistem OCR dalam mendukung kinerja sistem identifikasi plat nomor kendaraan secara keseluruhan.

3.3.5. Pengujian Sistem YOLO dan OCR

Pengujian sistem YOLO dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan integrasi seluruh komponen berjalan sesuai fungsinya. Uji coba meliputi alur dari pengambilan gambar plat nomor, pendeteksian menggunakan YOLO, konversi karakter menggunakan OCR, pencocokan dengan database penghuni, hingga aksi pembukaan palang pintu. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem secara end-to-end dan menganalisis akurasi berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

3.3.6. Pengujian dengan jarak 150 cm.

Tabel 4.Data Jarak 150cm

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
1				
2				
3				
...				
10				

No	Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
1			
2			
3			
...			
10			

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (9)$$

3.3.7. Pengujian Pengujian dengan jarak 200 cm.

Tabel 5. Data Jarak 200 cm

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
1				
2				
3				
...				
10				

No	Kecocokan Data	Kondisi Relay	Akurasi
1			
2			
3			
...			
10			

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (10)$$

3.3.8. Pengujian Pengujian dengan jarak 250 cm.

Tabel 6. Data Jarak 250 cm

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
1				
2				
3				
...				
10				

No	Kecocokan Data	Kondisi Relay	Akurasi
1			
2			
3			
...			
10			

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (11)$$

Bab 4. Hasil Dan Pembahasan

Dalam Bab 4 penulis membahas hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem yang dirancang, serta penjelasan dari data yang diperoleh selama proses pembuatan. Data tersebut diambil dari pengujian alat yang telah dipastikan dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Melalui pembahasan ini, dapat diketahui apakah sistem yang dibuat sudah berjalan secara utuh dan sesuai dengan tujuan tugas akhir. Selain itu, bab ini juga menjelaskan kinerja setiap sistem dan alat yang digunakan, lalu mencari kelebihan dan kekurangannya pada sistem dan alat, serta kemungkinan perbaikan yang dapat dilakukan agar sistem menjadi lebih efektif dan optimal.

4.1. Hasil Pengujian Mekanikal

Berdasarkan pengujian mekanikal yang dilakukan menunjukkan hasil yang baik, box tempat perangkat komponen dapat melindungi komponen dari kerusakan fisik yang dapat menyebabkan eror, seluruh perangkat dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Casing yang digunakan juga memberikan perlindungan keseluruhan komponen.



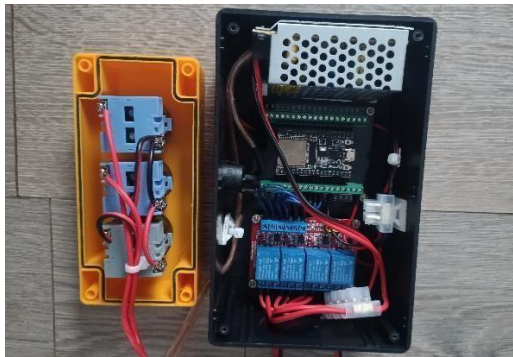
Gambar 19. Hasil Pengujian Mekanikal

Seperti pada gambar 19 yang ditunjukkan di atas seluruh komponen input bekerja dengan respons yang baik tanpa adanya gangguan mekanis, yang menandakan bahwa proses perakitan telah dilakukan secara rapi dan tepat. Seluruh komponen yang ada di dalamnya sesuai dan tersusun dengan rapi, dan kuat. Button switch yang tidak bergerak dan kokoh, kabel yang kuat dan tidak lepas, power supply, ESP32 dan Relay di dalam box yang rapi dan terpasang kokoh, dan pengkabelan yang rapi dan terstruktur. Secara umum, hasil pengujian mekanikal menunjukkan bahwa perangkat memiliki tingkat kekuatan, kestabilan, dan kenyamanan penggunaan yang baik. Oleh karena itu, perangkat dinilai siap

untuk dilanjutkan ke tahap pengujian berikutnya, yaitu pengujian fungsional dan pengujian sistem secara keseluruhan.

4.2. Hasil Pengujian Elektrikal

Berdasarkan pengujian elektrikal yang di lakukan sebelumnya bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan aman dan stabil sesuai dengan rancangan awal, adapun pengujian yang di lakukan meliputi seperti switch button, power supply, ESP32, relay, dan lampu. Pengujian secara menyeluruh di lakukan setelah semua perangkat terpasang di dalam box, seperti pada gambar yang di tunjukan berikut ini.



Gambar 20. Hasil Pengujian Elektrikal

Pada rangkaian ini digunakan sumber tegangan 220 VAC sebagai sumber utama. Pengujian diawali pada switch button yang berfungsi sebagai pemutus tegangan sekaligus pengaman apabila sistem mengalami kegagalan kerja. Output dari switch button kemudian dihubungkan ke power supply. Selanjutnya, dilakukan pengujian pada power supply untuk memastikan bahwa perangkat tersebut bekerja sesuai spesifikasi dan mampu menghasilkan tegangan 5 VDC sebagai catu daya untuk ESP32 dan modul relay.

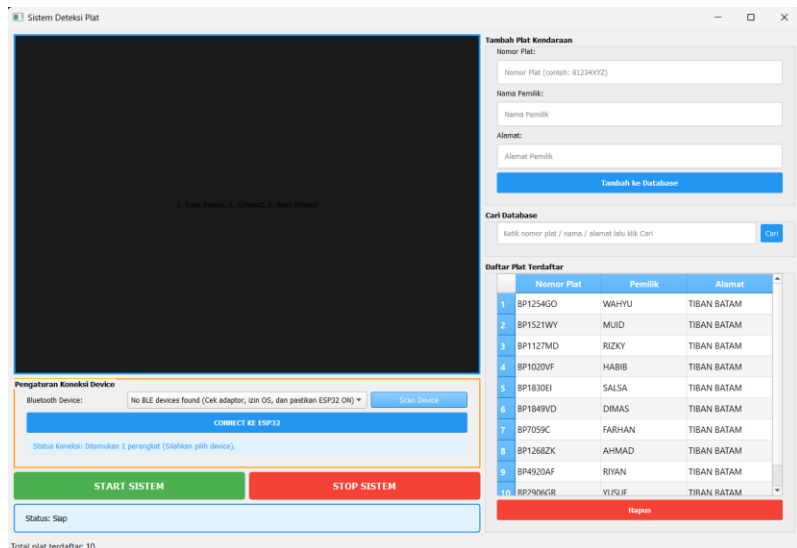
Tahap berikutnya adalah pengujian pada ESP32, dengan memberikan tegangan input pada pin 5V dan GND untuk memastikan mikrokontroler dapat menyala dan beroperasi dengan normal. Setelah itu, dilakukan pengujian pada pin GPIO 14, GPIO 27, GPIO 26, dan GPIO 25 yang digunakan untuk mengendalikan relay 4 channel. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap pin GPIO mampu mengeluarkan sinyal output dengan baik dan sesuai perintah.

Selanjutnya, dilakukan pengujian pada modul relay dengan memberikan tegangan input 5 VDC dan GND untuk memastikan relay dapat aktif. Pengujian dilanjutkan pada channel relay 1, 2, 3, dan 4 untuk memastikan coil relay dapat bekerja dan merespons sinyal dari ESP32 dengan baik. Tahap terakhir adalah pengujian lampu indikator untuk memastikan lampu dapat menyala dengan normal saat diberikan tegangan 220 VAC.

Berdasarkan hasil pengujian elektrikal yang telah dilakukan terhadap sistem alat dan komponen, hal tersebut dapat dinyatakan telah memenuhi standar keamanan dan kestabilan operasi. Sistem mampu berfungsi dengan baik saat mesin dalam kondisi aktif dan siap untuk dilanjutkan ke tahap proses pengambilan data, serta pengujian sistem secara menyeluruh.

4.3. Hasil Pengujian GUI

Pengujian antarmuka grafis (GUI) dilakukan untuk memastikan bahwa tampilan dan fungsi sistem dapat berjalan dengan baik serta mudah digunakan oleh pengguna. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian tampilan GUI dengan perancangan awal, kejelasan informasi yang ditampilkan, serta respons sistem terhadap setiap input atau perintah yang diberikan. Melalui pengujian ini, dapat diketahui apakah GUI mampu mendukung proses monitoring dan pengendalian sistem secara efektif dan baik.



Gambar 21. Hasil Pengujian GUI

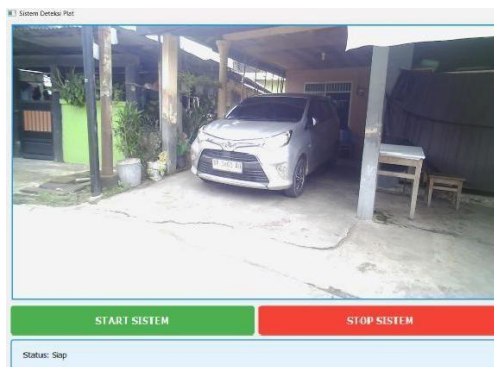
GUI pada sistem deteksi plat nomor kendaraan ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pengoperasian, pemantauan, dan pengelolaan data. Pada bagian kiri tampilan, terdapat area kamera yang berfungsi untuk menampilkan video secara *real-time* sebagai media utama dalam proses pendeteksian plat nomor kendaraan.

Pada bagian bawah tampilan, terdapat menu pengaturan koneksi perangkat yang digunakan untuk melakukan pemindaian dan koneksi Bluetooth antara sistem dan ESP32. Selain itu juga dilengkapi dengan tombol Start Sistem dan Stop Sistem yang berfungsi untuk mengendalikan proses kerja sistem. Informasi status sistem ditampilkan pada bagian bawah GUI untuk memberikan informasi kepada pengguna mengenai kondisi sistem saat berjalan.

Pada bagian kanan tampilan, tersedia modul pengelolaan database plat kendaraan. Modul ini terdiri dari form input untuk menambahkan data plat kendaraan baru. Selain itu, terdapat fitur pencarian database yang memungkinkan pengguna mencari data berdasarkan nomor plat, nama pemilik, atau alamat. Seluruh data plat kendaraan yang telah tersimpan ditampilkan dalam bentuk tabel sehingga mudah dipantau dan dikelola, serta dilengkapi dengan tombol hapus untuk menghapus data yang tidak diperlukan.

4.3.1. Pengujian Kamera

Pengujian kamera dilakukan untuk memastikan bahwa kamera dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan kamera dalam menangkap gambar secara jelas dan stabil, serta memastikan hasil gambar dapat digunakan dengan baik pada proses selanjutnya. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan untuk memastikan kamera dapat terhubung dengan sistem dan beroperasi secara optimal.



Gambar 22. Hasil Pengujian Kamera

Hasil dari gambar di atas merupakan pengujian kamera yang dilakukan untuk memastikan bahwa kamera dapat diakses oleh sistem dan berfungsi dengan baik dalam menangkap gambar secara *real-time*. Untuk menampilkan gambar pada gui, wajib terhubung terlebih dahulu dengan ESP32, kemudian ketika button start sistem di tekan maka gambar/video akan tampil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kamera mampu menampilkan gambar dengan jelas dan stabil, sehingga dapat digunakan untuk mendukung proses pada sistem yang dibuat.

4.3.2. Pengujian Sistem Bluetooth

Pengujian sistem Bluetooth dilakukan untuk memastikan bahwa komunikasi nirkabel antara perangkat mini pc dan perangkat penerima ESP32 dapat berjalan dengan baik dan stabil. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan proses koneksi, keandalan pengiriman data, serta jangkauan komunikasi Bluetooth dalam mendukung kinerja sistem secara keseluruhan.

The image displays three sequential screenshots of a software interface titled "Pengaturan Koneksi Device".

- Top Screenshot:** The "Bluetooth Device:" dropdown is empty. A "Scan Device" button is visible. Below it is a large blue button labeled "CONNECT KE ESP32". The status bar at the bottom shows "Status Koneksi: Scanning..." in yellow.
- Middle Screenshot:** The "Bluetooth Device:" dropdown now shows "--- 3 Perangkat Ditemukan ---". The "Scan Device" button remains. The "CONNECT KE ESP32" button is still present. The status bar shows "Status Koneksi: Ditemukan 4 perangkat (Silahkan pilih device)." in light blue.
- Bottom Screenshot:** The "Bluetooth Device:" dropdown shows a selected device: "[?] UNCHECKED ESP32_ALPR_Relay - F8:B3:B7:4F:43:9E". The "Scan Device" button is still present. The "CONNECT KE ESP32" button is still present. The status bar shows "Status Koneksi: Connected ✓ (F8:B3:B7:4F:43:9E)" in green.

Gambar 23. Hasil Pengujian Koneksi Bluetooth

Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan cara menekan tombol scan device, maka sistem akan mencari jaringan apa saja yang tersedia di sekitar jangkauan, kemudian perangkat yang di temukan akan tertampil di tampilan list, pilih perangkat ESP32, lalu tekan tombol connect ke ESP32, maka tampilan akan menampilkan status koneksi.

Setelah koneksi berhasil, pengujian dilanjutkan dengan mengirimkan data ke ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data dapat diterima dengan baik

dan sesuai dengan data yang dikirim. Komunikasi Bluetooth juga tetap berjalan stabil selama sistem aktif, meskipun dilakukan pada jarak tertentu. Maka dari itu dilakukan pengujian jarak di dalam ruangan seperti pada table berikut ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Jarak Koneksi Bluetooth

Jarak	Terhubung	Tidak terhubung
1 Meter	✓	
2 Meter	✓	
3 Meter	✓	
4 Meter	✓	
5 Meter	✓	
6 Meter	✓	
7 Meter	✓	
8 Meter	✓	
9 Meter	✓	
10 Meter	✓	
11 Meter	✓	
12 Meter	✓	
13 Meter	✓	
14 Meter	✓	
15 Meter	✓	
16 Meter	✓	
17 Meter	✓	
18 Meter		✓

Setelah dilakukan pengujian jarak komunikasi dengan menempatkan perangkat penerima pada beberapa jarak berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, sistem bluetooth masih dapat berfungsi dengan baik pada jarak tertentu, namun kualitas koneksi mulai menurun ketika jarak semakin jauh atau terdapat penghalang di antara kedua perangkat. Secara keseluruhan, hasil pengujian sistem bluetooth menunjukkan bahwa komunikasi nirkabel dapat berjalan dengan baik.

4.3.3. Pengujian Sistem Database

Pengujian sistem database dilakukan untuk memastikan bahwa proses penyimpanan, pengolahan, dan pengambilan data dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan perancangan sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan data, kestabilan koneksi, serta keandalan database

dalam mendukung kinerja sistem secara keseluruhan. Sistem database yang penulis buat seperti berikut ini.

Tambah Plat Kendaraan
Nomor Plat:

Nama Pemilik:

Alamat:

Tambah ke Database

Cari Database

Cari

Daftar Plat Terdaftar

	Nomor Plat	Pemilik	Alamat
1	BP1254GO	WAHYU	TIBAN BATAM
2	BP1521WY	MUID	TIBAN BATAM
3	BP1127MD	RIZKY	TIBAN BATAM
4	BP1020VF	HABIB	TIBAN BATAM
5	BP1830EI	SALSA	TIBAN BATAM
6	BP1849VD	DIMAS	TIBAN BATAM
7	BP7059C	FARHAN	TIBAN BATAM
8	BP1268ZK	AHMAD	TIBAN BATAM
9	BP4920AF	RIVAN	TIBAN BATAM
10	BP2906GR	YUSUF	TIBAN BATAM

Hapus

Gambar 24. Hasil Tampilan Database

Pengujian sistem database dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur pengelolaan data pada aplikasi dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Berdasarkan tampilan antarmuka seperti pada gambar, pengujian difokuskan pada fungsi penambahan data, pencarian data, penampilan data, serta penghapusan data plat kendaraan.

Tambah Plat Kendaraan

Nomor Plat:

BP1234AB

Nama Pemilik:

TES

Alamat:

DATA BASE

Tambah ke Database

Daftar Plat Terdaftar

	Nomor Plat	Pemilik	Alamat
1	BP1234AB	TES	DATA BASE
2	BP1254GO	WAHYU	TIBAN BATAM
3	BP1521WY	MULD	TIBAN BATAM

Database Structure:

Table:

id	data_number	owner_name	address
1	BP1234AB	TES	DATA BASE
2	BP1254GO	WAHYU	TIBAN BATAM
3	BP1521WY	MULD	TIBAN BATAM
4	BP1234AB	TES	DATA BASE
5	BP1234AB	TES	DATA BASE
6	BP1234AB	TES	DATA BASE
7	BP1234AB	TES	DATA BASE
8	BP1234AB	TES	DATA BASE
9	BP1234AB	TES	DATA BASE
10	BP1234AB	TES	DATA BASE
11	BP1234AB	TES	DATA BASE
12	BP1234AB	TES	DATA BASE
13	BP1234AB	TES	DATA BASE
14	BP1234AB	TES	DATA BASE
15	BP1234AB	TES	DATA BASE
16	BP1234AB	TES	DATA BASE

Gambar 25. Hasil Pengujian Tambah Database

Pada proses tambah data, pengujian dilakukan dengan memasukkan nomor plat kendaraan, nama pemilik, dan alamat pemilik melalui form input yang tersedia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang dimasukkan dapat tersimpan dengan baik ke dalam database setelah tombol tambah ke database ditekan. Data yang berhasil disimpan langsung ditampilkan pada tabel daftar plat terdaftar, dan juga di database sqlite, yang menandakan bahwa proses penyimpanan dan pemanggilan data berjalan dengan normal.

Cari Database

TES

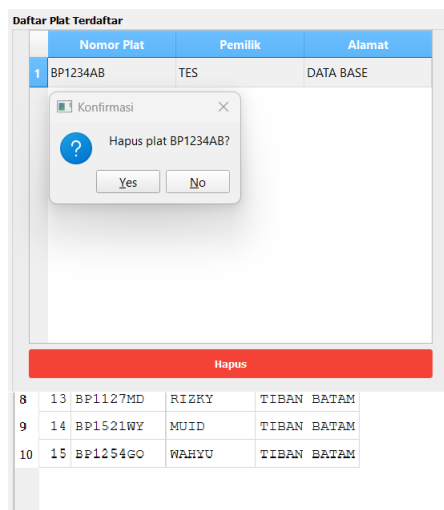
Daftar Plat Terdaftar

	Nomor Plat	Pemilik	Alamat
1	BP1234AB	TES	DATA BASE

Gambar 26. Hasil Pengujian Mencari Database

Selanjutnya, dilakukan pengujian fitur pencarian database dengan memasukkan kata kunci berupa nomor plat, nama pemilik, atau alamat pada kolom pencarian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data yang sesuai dengan kata kunci yang dimasukkan, sehingga memudahkan pengguna dalam menemukan data tertentu secara cepat dan akurat.

Pengujian juga dilakukan pada tampilan data, di mana seluruh data plat kendaraan yang tersimpan ditampilkan dalam bentuk tabel yang terdiri dari kolom nomor plat, pemilik, dan alamat. Data dapat ditampilkan secara lengkap dan tersusun rapi, serta dapat digulir untuk melihat data lainnya, menunjukkan bahwa fungsi penampilan data dari database berjalan dengan baik.



Gambar 27. Hasil Pengujian Menghapus Database

Terakhir, dilakukan pengujian fitur penghapusan data dengan memilih salah satu data pada tabel dan menekan tombol Hapus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang dipilih dapat dihapus dari database dan tidak lagi muncul pada daftar plat terdaftar, menandakan bahwa proses penghapusan data telah berjalan dengan benar.

Secara keseluruhan, hasil pengujian sistem database menunjukkan bahwa fungsi penyimpanan, pencarian, penampilan, dan penghapusan data dapat berjalan dengan baik dan stabil. Dengan demikian, sistem database dinilai telah siap digunakan untuk mendukung operasional sistem palang pintu otomatis secara keseluruhan.

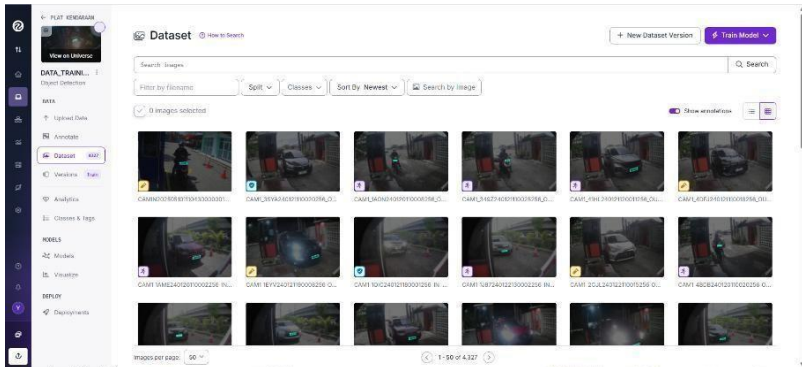
4.4. Hasil Pengambilan Dataset

Pada tahap pengambilan gambar dataset untuk proses pelatihan (training), pengambilan objek dilakukan dengan berbagai variasi kondisi. Posisi objek diambil dalam keadaan lurus dan menyamping, serta pada jarak 1 meter, 2 meter, dan 3 meter. Selain itu, pengambilan gambar dilakukan pada waktu yang berbeda, yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari, dengan kondisi pencahayaan yang beragam seperti cahaya terang, cahaya redup, dan cahaya buatan dari lampu. Pengambilan dataset juga dilakukan pada lingkungan indoor dan outdoor. Variasi kondisi tersebut bertujuan untuk menghasilkan dataset yang beragam sehingga dapat meningkatkan kemampuan model dalam mengenali objek pada berbagai situasi. Gambar di ambil sebanyak 4327 gambar untuk training kemudian gambar di simpan dalam bentuk format JPG.



Gambar 28. Contoh Pengambilan Gambar Dataset

Gambar tersebut merupakan contoh dari beberapa gambar yang telah di ambil untuk menjadi gambar yang akan di gunakan untuk mentraining dataset, untuk melatih model pada YOLOv11, dimana data yang di kumpulkn merupakan kendaraan dari motor dan mobil dengan berbagai macam warna plat kendaraan. Kemudian langkah selanjutnya adalah melabeling gambar menggunakan aplikasi roboflow.



Gambar 29. Pelabelan Gambar Dataset Dengan Roboflow

proses pelabelan gambar menggunakan Roboflow dilakukan sebagai tahap penting dalam mempersiapkan dataset untuk pelatihan model deteksi objek. Melalui Roboflow, setiap gambar diberi anotasi sesuai dengan kelas yang ditentukan, sehingga data yang digunakan dalam proses training menjadi terstruktur, akurat, dan siap digunakan untuk meningkatkan kinerja model, agar model yang didapat mempunyai akurasi yang tinggi. Kemudian setelah seluruh gambar di berikan anotasi pada plat kendaraan, Langkah selanjutnya iya itu membagi data menjadi 3 bagian, yaitu 70% training, 20% validation, dan 10% test, kemudian data train di augmentations sebanyak 2 kali, dengan beberapa fitur seperti rotasi, kecerahan, dan blur, untuk jumlah data dari ke 3 bagian tersebut sebagai berikut.

1. Data Train Sebelum Augmentations sebanyak 3029 gambar.
2. Data Train Setelah Augmentations 2X menjadi sebanyak 6058 gambar.
3. Data Validasi sebanyak 867 gambar.
4. Data Test sebanyak 431 gambar.
5. Total Keseluruhan data 7356

4.5. Hasil Training Dataset

Hasil pelatihan dataset pada penelitian ini diperoleh melalui proses training model menggunakan data yang telah dipersiapkan dan dilabeli sebelumnya. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam mengenali dan mendeteksi objek secara akurat berdasarkan variasi data yang digunakan. Hasil *training* selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat performa model serta kesesuaiannya dalam mendukung kinerja sistem yang dikembangkan.

Model di latih menggunakan YOLOv11. Untuk settingan pada data *training* seperti berikut.

1. Ukuran gambar (*image size*). Ukuran gambar input (640× 640 piksel)
2. Jumlah Epoch 500. Yaitu jumlah maksimum putaran *training*
3. *Stop Early* 25. Berfungsi untuk menghentikan proses training jika tidak ada peningkatan pada metrik validasi selama 25 epoch, dan berhenti di epoch 138
4. Batch 32. Merupakan Jumlah gambar yang diproses sekaligus dalam 1 iterasi
5. *Worker* 8. Jumlah *worker* CPU untuk loading data.
6. GPU L4. Untuk mengolah data training (Device=0).

```

Epoch    GPU mem    box loss    cls loss    obj loss    instance loss    total loss    speed    mem    gpu_mem    loss    box_loss    cls_loss    obj_loss    instance_loss
100/500   5.11G      0.537      0.303      0.207      0.4      1.447      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000
150/500   5.11G      0.538      0.310      0.207      0.4      1.447      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000
200/500   5.11G      0.538      0.310      0.207      0.4      1.447      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000
250/500   5.11G      0.538      0.310      0.207      0.4      1.447      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000      0.000

Training stopped early as no improvement observed in last 25 epochs. Best results observed at epoch 138. Best model saved as best.pt.
To update Karlostop/patience:25 pass a new patience value, i.e. patience:200 or use patience=0 to disable Karlostopping.

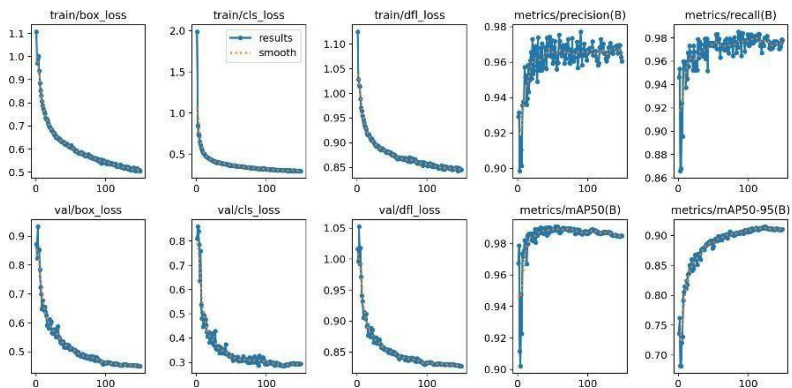
138 epochs completed in 1.00 hours.
Optimizer stripped from /content/plot/yolov11n/plot/weights/best.pt, 5.50M
Optimizer stripped from /content/plot/yolov11n/plot/weights/best.pt, 5.50M

YOLOv11 summary (Fused): 188 layers, 2,582,367 parameters, 0 gradients, 6.3 GFLOPS
train: 0.166 preprocess, 0.266 inference, 0.000 loss, 3.166 postprocess per image
results saved to /content/plot/yolov11n_results
training complete

```

Gambar 30. Hasil Training Dataset

Pelatihan model dilakukan menggunakan Google Colab karena platform ini mudah digunakan dan tidak memerlukan instalasi khusus di komputer. Dengan Google Colab, proses training dapat dijalankan secara online menggunakan sumber daya yang tersedia, sehingga pelatihan model menjadi lebih cepat dan praktis. Selain itu, Google Colab juga memudahkan peneliti dalam memantau proses pelatihan dan melihat hasilnya secara langsung.



Gambar 31. Grafik Pelatihan, Validasi Model, Metrik Evaluasi

Gambar menunjukkan bahwa proses training model YOLOv11n berjalan dengan baik dan stabil. Hal ini terlihat dari nilai loss pada data training dan data validasi yang sama-sama menurun secara bertahap dan memiliki selisih yang kecil. Penurunan ini menunjukkan bahwa model semakin baik dalam memprediksi lokasi objek, dan menyesuaikan *bounding box* yang menandakan model tidak hanya menghafal data training, tetapi mampu mengenali data baru dengan baik.

Meskipun grafik precision dan recall terlihat sedikit naik turun, kondisi tersebut masih wajar karena adanya perbedaan data dan augmentasi selama training. secara umum nilai precision dan recall cenderung meningkat dan kemudian stabil di nilai yang tinggi, menandakan bahwa model semakin akurat dalam mendeteksi objek

Selain itu, nilai mAP50 dan mAP50-95 terus meningkat hingga stabil di akhir epoch, yang menunjukkan bahwa model telah belajar secara optimal dan tidak mengalami *overfitting*. Tidak terlihat adanya penurunan nilai mAP di akhir epoch, sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak mengalami overfitting. Secara keseluruhan, grafik ini menandakan bahwa model sudah cukup baik.

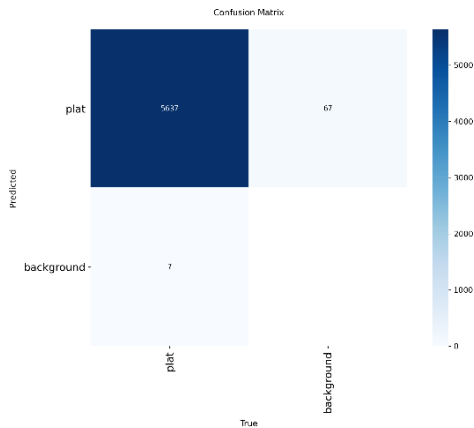
mAP@50 adalah metrik evaluasi deteksi objek yang menggunakan satu ambang Intersection over Union (IoU) sebesar 0,50. Suatu deteksi dianggap benar apabila tumpang tindih antara bounding box prediksi dan ground truth mencapai minimal 50%. Metrik ini bersifat lebih toleran terhadap kesalahan posisi bounding box dan digunakan untuk menilai keberhasilan deteksi objek secara umum.

mAP@50–95 adalah metrik evaluasi yang lebih ketat karena menghitung nilai mAP pada beberapa ambang IoU, yaitu dari 0,50 hingga 0,95 dengan interval 0,05, kemudian dirata-ratakan. Metrik ini tidak hanya menilai apakah objek

terdeteksi, tetapi juga mengevaluasi tingkat ketepatan dan presisi lokasi bounding box secara menyeluruh.

4.5.1. Evaluasi Performa Model Menggunakan *Confusion Matrix*

Confusion Matrix merupakan metode evaluasi yang digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil prediksi yang dihasilkan oleh model. Metode ini digunakan untuk melihat perbandingan antara data aktual dan data hasil prediksi, sehingga dapat diketahui sejauh mana model mampu melakukan klasifikasi dengan baik, dengan *confusion matrix*, kita dapat melihat performa model dalam mengenali kelas plat kendaraan, dan background.



Gambar 32. Hasil Confusion Matrix Data Train

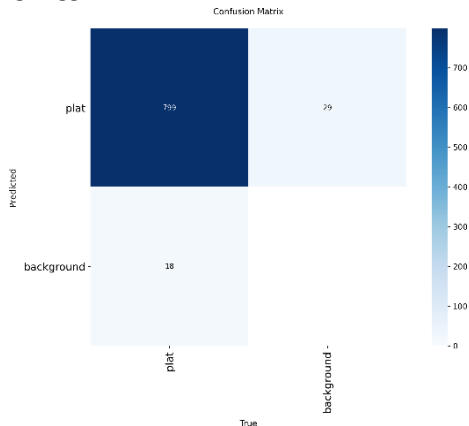
Berdasarkan *confusion matrix* pada gambar diatas, model melakukan klasifikasi terhadap dua kelas, yaitu plat dan background. Penjelasannya sebagai berikut:

1. *True Positive* (TP) = 5637
Model berhasil mendeteksi objek plat sebanyak 5637 gambar dengan benar. Artinya, data yang memang plat diprediksi sebagai plat.
2. *False Positive* (FP) = 67
Model memprediksi plat, tetapi data sebenarnya adalah background. Ini menunjukkan adanya kesalahan deteksi plat pada latar belakang.
3. *False Negative* (FN) = 7
Data yang sebenarnya plat, namun diprediksi sebagai background. Hal ini menunjukkan beberapa plat tidak berhasil terdeteksi oleh model.

4. *True Negative* (TN) = 0

Tidak terdapat data background yang berhasil diprediksi dengan benar sebagai background, yang menandakan keterbatasan model dalam mengenali kelas background.

Secara keseluruhan, *confusion matrix* dari data train ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan deteksi plat yang cukup baik, ditunjukkan oleh nilai *True Positive* yang tinggi.



Gambar 33. Hasil Confusion Matrix Data Validation

Berdasarkan *confusion matrix* pada gambar diatas, model melakukan klasifikasi terhadap dua kelas, yaitu plat dan background. Penjelasannya sebagai berikut:

5. *True Positive* (TP) = 799

Model berhasil mendeteksi objek plat sebanyak 799 gambar dengan benar. Artinya, data yang memang plat diprediksi sebagai plat.

6. *False Positive* (FP) = 29

Model memprediksi plat, tetapi data sebenarnya adalah background. Ini menunjukkan adanya kesalahan deteksi plat pada latar belakang.

7. *False Negative* (FN) = 18

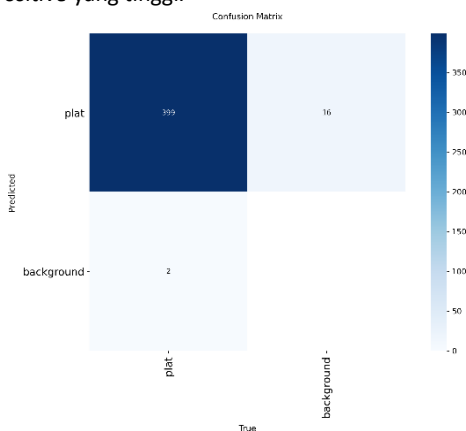
Data yang sebenarnya plat, namun diprediksi sebagai background. Hal ini menunjukkan beberapa plat tidak berhasil terdeteksi oleh model.

8. *True Negative* (TN) = 0

Tidak terdapat data background yang berhasil diprediksi dengan benar

sebagai background, yang menandakan keterbatasan model dalam mengenali kelas background.

Secara keseluruhan, *confusion matrix* dari data validation ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan deteksi plat yang cukup baik, ditunjukkan oleh nilai *True Positive* yang tinggi.



Gambar 34. Hasil Confusion Matrix Data Test

Berdasarkan *confusion matrix* pada gambar diatas, model melakukan klasifikasi terhadap dua kelas, yaitu plat dan background. Penjelasan sebagai berikut:

9. *True Positive* (TP) = 399

Model berhasil mendeteksi objek plat sebanyak 399 gambar dengan benar. Artinya, data yang memang plat diprediksi sebagai plat.

10. *False Positive* (FP) = 16

Model memprediksi plat, tetapi data sebenarnya adalah background. Ini menunjukkan adanya kesalahan deteksi plat pada latar belakang.

11. *False Negative* (FN) = 2

Data yang sebenarnya plat, namun diprediksi sebagai background. Hal ini menunjukkan beberapa plat tidak berhasil terdeteksi oleh model.

12. *True Negative* (TN) = 0

Tidak terdapat data background yang berhasil diprediksi dengan benar sebagai background, yang menandakan keterbatasan model dalam mengenali kelas background.

Secara keseluruhan, *confusion matrix* dari data test ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan deteksi plat yang cukup baik, ditunjukkan oleh nilai *True Positive* yang tinggi.

Kemudian peneliti membuat table matrix evaluasi dari hasil *training* untuk menilai kinerja model secara menyeluruh dengan membandingkan hasil prediksi terhadap data sebenarnya, sehingga dapat diketahui tingkat Presisi, recall, akurasi, F1 score dan MAP dalam menjalankan tugas klasifikasi atau deteksi.

Precision:	0.9928
Recall:	0.9972
Accuracy:	0.9950
F1 Score:	0.9950
mAP@0.5:	0.9948
mAP@0.5:0.95:	0.9572

Gambar 35. Hasil Evaluasi Model Data Train

Hasil data training menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik dan konsisten. Nilai precision sebesar 0.9648 menandakan bahwa sebagian besar prediksi yang dihasilkan model sudah tepat dan minim kesalahan. Recall sebesar 0.9792 menunjukkan kemampuan model yang sangat tinggi dalam mendeteksi seluruh objek atau kelas yang relevan pada data.

Tingkat akurasi mencapai 0.9719, yang berarti model mampu mengklasifikasikan data dengan benar hampir di seluruh kasus. Nilai F1 Score sebesar 0.9719 mengindikasikan keseimbangan yang sangat baik antara precision dan recall, sehingga model tidak hanya akurat tetapi juga andal.

Selain itu, nilai mAP@0.5 sebesar 0.9867 menunjukkan performa deteksi yang sangat tinggi pada ambang IoU 0.5, sedangkan mAP@0.5:0.95 sebesar 0.9129 menegaskan bahwa model tetap stabil dan akurat pada berbagai tingkat ambang IoU yang lebih ketat. Secara keseluruhan, model ini dapat dikatakan sudah terlatih dengan sangat baik dan siap digunakan untuk proses pengujian atau implementasi lebih lanjut.

Precision:	0.9648
Recall:	0.9792
Accuracy:	0.9719
F1 Score:	0.9719
mAP@0.5:	0.9867
mAP@0.5:0.95:	0.9129

Gambar 36. Hasil Evaluasi Model Data Validation

Hasil pelatihan model menunjukkan kinerja yang sangat baik. Nilai precision sebesar 0.9648 menandakan bahwa model mampu menghasilkan prediksi

dengan tingkat kesalahan yang rendah. Recall sebesar 0.9792 menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang sangat tinggi dalam mengenali seluruh data atau objek yang relevan.

Selanjutnya, akurasi sebesar 0.9719 mengindikasikan bahwa sebagian besar data dapat diklasifikasikan dengan benar oleh model. Nilai F1 Score sebesar 0.9719 menunjukkan keseimbangan yang sangat baik antara precision dan recall, sehingga model dapat dikatakan stabil dan andal.

Nilai mAP@0.5 sebesar 0.9867 menunjukkan performa deteksi yang sangat baik pada ambang IoU 0.5, sedangkan mAP@0.5:0.95 sebesar 0.9129 menunjukkan bahwa model tetap memiliki kinerja yang tinggi pada berbagai tingkat ambang IoU yang lebih ketat. Hasil ini menunjukkan bahwa model telah terlatih dengan optimal dan memiliki performa yang sangat baik.

Precision:	0.9699
Recall:	0.9900
Accuracy:	0.9799
F1 Score:	0.9799
mAP@0.5:	0.9907
mAP@0.5:0.95:	0.9270

Gambar 37. Hasil Evaluasi Model Data Test

Hasil pengujian (testing) menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik dan stabil. Nilai precision sebesar 0.9699 menandakan bahwa prediksi yang dihasilkan model pada data uji memiliki tingkat ketepatan yang tinggi dan kesalahan yang sangat rendah. Recall sebesar 0.9900 menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi hampir seluruh data atau objek yang seharusnya teridentifikasi.

Nilai akurasi sebesar 0.9799 mengindikasikan bahwa model mampu mengklasifikasikan data uji dengan benar pada sebagian besar kasus. F1 Score sebesar 0.9799 menunjukkan keseimbangan yang sangat baik antara precision dan recall, sehingga model tidak hanya akurat tetapi juga konsisten pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

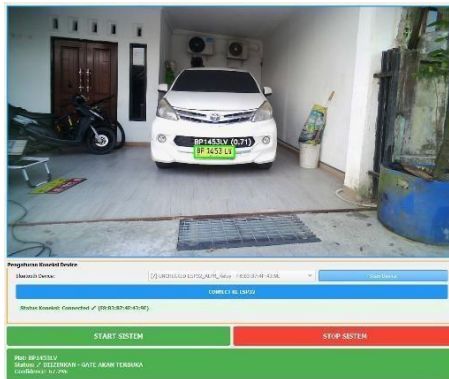
Selain itu, nilai mAP@0.5 sebesar 0.9907 menunjukkan performa deteksi yang sangat tinggi pada ambang IoU 0.5, sedangkan mAP@0.5:0.95 sebesar 0.9270 menegaskan bahwa model tetap memiliki kinerja yang sangat baik pada berbagai tingkat ambang IoU yang lebih ketat. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa model mampu melakukan generalisasi dengan sangat baik dan layak digunakan pada penerapan di kondisi nyata.

Perbandingan hasil data training, validation, dan testing menunjukkan bahwa model memiliki performa yang konsisten dan sangat baik. Nilai evaluasi pada data validation dan testing tidak jauh berbeda dari data training, yang menandakan bahwa model mampu melakukan generalisasi dengan baik serta

tidak mengalami overfitting. Dengan demikian, model dinilai stabil dan layak digunakan untuk pengujian maupun implementasi lebih lanjut.

4.6. Hasil Pengujian OCR

Pengujian Optical Character Recognition (OCR) dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengenali dan mengekstraksi teks dari gambar secara akurat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan hasil pembacaan karakter serta memastikan sistem OCR dapat bekerja dengan baik pada berbagai kondisi data uji. Melalui pengujian ini, dapat dievaluasi tingkat akurasi OCR serta kemampuannya dalam membaca karakter secara konsisten pada berbagai kondisi pengujian.



Gambar 38. Pengujian Sistem OCR Benar

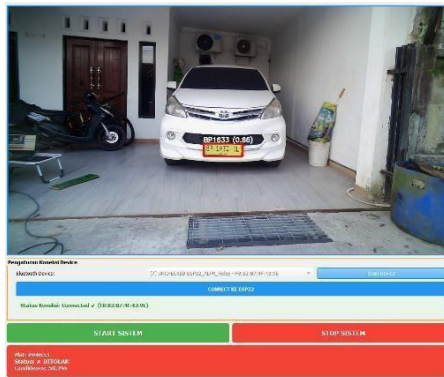
Pada gambar di atas pengujian dilakukan dengan cara sistem YOLO mendeteksi objek plat nomor kendaraan, kemudian hasil deteksi tersebut dilakukan proses *cropping* untuk memperoleh gambar plat nomor. Selanjutnya, gambar plat nomor yang telah diperoleh diproses oleh sistem OCR untuk melakukan pembacaan karakter. Hasil dari proses OCR berupa teks digital yang merepresentasikan karakter pada plat nomor, sehingga data tersebut dapat diproses lebih lanjut oleh perangkat atau sistem.



Plat: BP1453LV
Status: ✓ DIIZINKAN - GATE AKAN TERBUKA
Confidence: 67.2%

Gambar 39. Hasil Pengujian OCR Benar

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada gambar di atas, sistem berhasil mendeteksi plat nomor kendaraan menggunakan metode YOLO dan melakukan proses *cropping* pada area plat. Selanjutnya, gambar plat nomor tersebut diproses oleh sistem OCR sehingga menghasilkan teks digital berupa “BP1453LV”. Hasil pembacaan OCR menunjukkan bahwa karakter pada plat nomor dapat dikenali dengan baik dan sesuai dengan nomor plat pada objek aslinya. Pada status juga menampilkan hasil dari pembacaan OCR. Berdasarkan hasil tersebut menandakan bahwa data plat nomor berhasil dikenali dan diproses sesuai dengan sistem.



Gambar 40. Pengujian Sistem OCR Salah

Pada gambar di atas pengujian dilakukan dengan sistem yang sama menggunakan YOLO dan OCR akan tetapi pengujian di lakukan dengan objek plat fisik yang cacat untuk mengetahui seberapa akurat sistem OCR mampu mendeteksi karakter pada objek yang cacat pada objek plat nomor kendaraan, selanjutnya, gambar plat nomor yang telah diperoleh diproses oleh sistem OCR untuk melakukan pembacaan karakter. Hasil dari proses OCR berupa teks digital yang merepresentasikan karakter pada plat nomor, sehingga data tersebut dapat diproses lebih lanjut oleh perangkat atau sistem.



Gambar 41. Hasil Pengujian OCR Salah

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada gambar di atas, sistem YOLO berhasil mendeteksi objek plat nomor kendaraan dan melakukan proses *cropping* pada area plat. Namun, pada tahap pembacaan karakter menggunakan OCR, sistem menghasilkan teks digital yang tidak sesuai dengan plat nomor sebenarnya. Kesalahan pembacaan ini terjadi akibat kondisi fisik plat nomor yang mengalami kerusakan atau cacat, seperti karakter yang pudar, atau bentuk huruf dan angka yang tidak terbaca dengan jelas. Kondisi tersebut menyebabkan OCR kesulitan dalam mengenali pola karakter secara akurat. Sistem menghasilkan teks digital berupa “PP4633”. memberikan status “Ditolak”, yang seharusnya “BP1633OL”. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi fisik plat nomor sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan pembacaan OCR dan menjadi salah satu faktor utama penyebab kesalahan deteksi karakter.

Tabel 8. Hasil Pengujian OCR

Plat Nomor Asli	Hasil OCR Sistem	Kondisi Plat	Status
BP1453LV	BP1453LV	Baik	Berhasil
BP1633OL	PP4633	Cacat	Gagal
BP5762GF	BP5762	Cacat	Gagal
BP5812JF	BP5012	Pudar	Gagal
BP1416ZW	BP1416ZW	Baik	Berhasil
BP1547EJ	BP1547EJ	Baik	Berhasil
BP1014EH	BP1014EH	Baik	Berhasil
BP1955FH	BP1955FH	Baik	Berhasil
BP1052HJ	BP1052HJ	Baik	Berhasil
BP8012ED	BP8012ED	Baik	Berhasil

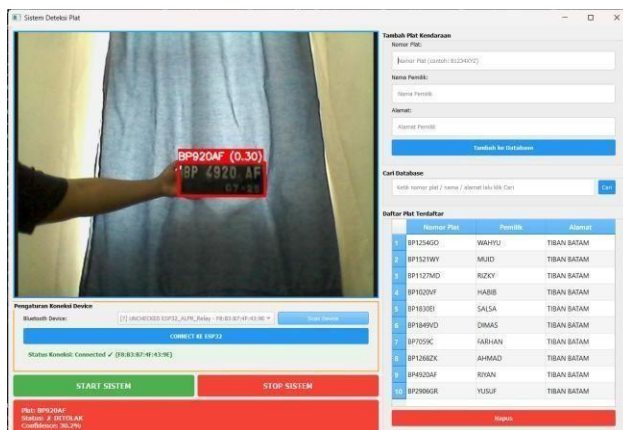
Berdasarkan hasil pengujian OCR terhadap 10 data plat nomor kendaraan, sistem mampu membaca karakter dengan baik pada plat yang memiliki kondisi fisik baik. Dari 10 data yang diuji, sebanyak 7 data berhasil dibaca dengan benar karena hasil OCR sesuai dengan plat nomor asli, sehingga sistem memberikan

status berhasil. Hal ini menunjukkan bahwa OCR bekerja dengan baik ketika gambar plat nomor berada dalam kondisi jelas dan tidak mengalami kerusakan.

Sebaliknya, terdapat 3 data yang mengalami kegagalan pembacaan OCR akibat kondisi fisik plat nomor yang cacat atau pudar. Pada kondisi tersebut, OCR mengalami kesulitan dalam mengenali karakter karena bentuk huruf atau angka tidak terbaca secara optimal, sehingga hasil pembacaan tidak sesuai dengan plat nomor asli dan sistem memberikan status gagal. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kondisi fisik plat nomor sangat mempengaruhi kinerja OCR, di mana performa sistem menurun pada plat yang mengalami kerusakan atau keputaran.

4.7. Hasil Pengujian Sistem

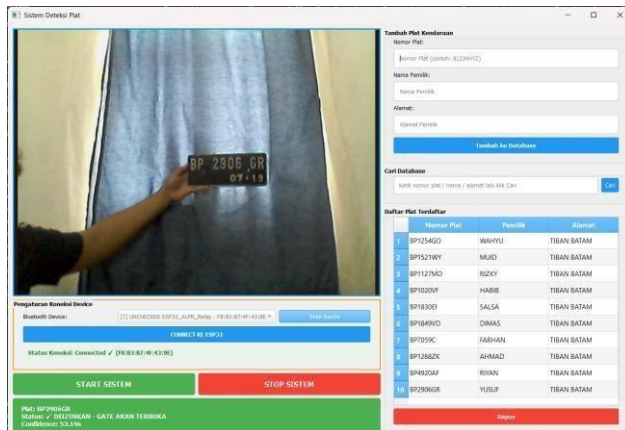
Pengujian sistem yang dilakukan adalah untuk mengetahui apakah seluruh bagian sistem dapat berfungsi dengan baik dan saling terhubung sesuai dengan perancangan. Melalui pengujian ini, kinerja sistem dapat dievaluasi sehingga dapat dipastikan sistem siap untuk digunakan, atau tidak.



Gambar 42. Hasil Pengujian Deteksi salah

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa pengujian terhadap plat kendaraan berhasil dideteksi oleh sistem. Plat nomor ditandai dengan kotak pembatas berwarna merah sebagai indikasi bahwa objek telah dikenali oleh sistem. Namun demikian, status menunjukkan bahwa plat BP920AF dinyatakan ditolak, karena hasil deteksi dianggap tidak valid dan tidak terdaftar di database. Sistem GUI juga memberikan respons dengan menampilkan hasil pembacaan huruf dan angka plat nomor yang terdeteksi. Selain itu, ESP32 yang terhubung melalui Bluetooth merespons dengan baik, ditandai dengan aktifnya relay indikator lampu salah.

Pada kondisi ini, relay yang berfungsi untuk membuka palang pintu tidak diaktifkan, sehingga sistem tetap menjaga keamanan dengan tidak memberikan akses masuk.



Gambar 43. Hasil Pengujian Deteksi Benar

Kemudian pada gambar di atas terlihat bahwa sistem berhasil mendeteksi dan mengenali plat kendaraan dengan benar. Plat nomor BP2906GR terdeteksi oleh kamera dan diproses oleh sistem, kemudian hasil pembacaan sesuai dengan data yang tersimpan di database. Sistem GUI menampilkan status “Diizinkan” yang ditandai dengan warna hijau, disertai informasi confidence sebesar 52,1%, yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil deteksi. Selain itu, ESP32 yang terhubung melalui Bluetooth merespons dengan baik, sehingga relay dan indikator lampu hijau untuk membuka palang pintu diaktifkan. Dengan demikian, sistem menyatakan kendaraan valid dan akses masuk diberikan secara otomatis.

Dari kedua sistem yang telah di ujikan, pertama sistem berhasil mendeteksi objek plat kendraan namun hasilnya salah, dan statusnya di tolak, kemudian pada sistem yang kedua sistem berhasil mendeteksi dan membaca plat dengan benar dan berhasil mencocokkan dengan daatbase, sehingga status di izinkan dan relay untuk palang pintu aktif. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu melakukan deteksi plat, tetapi juga melakukan validasi data secara akurat, serta memberikan respons yang benar melalui GUI dan ESP32 sesuai dengan hasil identifikasi.

4.8. Hasil Pengambilan Data Uji

Pada tahap selanjutnya pengambilan data dilakukan sebagai tahap awal untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam pengujian dan analisis sistem. Data yang dikumpulkan digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja sistem.

4.8.1. Pengujian dengan jarak 150 cm.

Pengambilan data uji pada penelitian ini dilakukan pada jarak plat kendaraan sejauh 150 cm dengan kondisi pencahayaan pada waktu siang dan malam hari. Data di ambil berulang sebanyak 15 kali untuk menguji seberapa presisi sistem dalam mendeteksi nomor plat dengan benar.

Tabel 9. Hasil Pengujian Jarak 150cm

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
1		Baik	Siang	BP1052HJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1052HJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
2	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
3	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
4	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
5	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
6	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
7	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
8	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
9	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
10	BP1052HJ	1052HJ	Gagal	
11	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
12	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
13	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
14	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
15	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{14}{15} \times 100\% : 93,33\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
2		Baik	Siang	BP8012ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8012ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
2	BP8012ED	BP1820	Gagal	
3	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
4	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
5	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
6	BP8012ED	BP182	Gagal	
7	BP8012ED	BP1329ED	Gagal	
8	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
9	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
10	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
11	BP8012ED	BP802ED	Gagal	
12	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
13	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
14	BP8012ED	BP8012	Gagal	
15	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
3		Baik	Siang	BP2371JR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2371JR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
2	BP2371JR	BP2371JR	Gagal	

3	BP2371JR	BP2371	Gagal	
4	BP2371JR	BP2871	Gagal	
5	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
6	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
7	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
8	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
9	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
10	BP2371JR	BP2371	Gagal	
11	BP2371JR	BP271	Gagal	
12	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
13	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
14	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
15	BP2371JR	2371	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
4		Baik	Siang	BP1453LV
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1453LV	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
2	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
3	BP1453LV	BP1453	Gagal	
4	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
5	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
6	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
7	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
8	BP1453LV	BP1458	Gagal	
9	BP1453LV	EP1453LV	Gagal	
10	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
11	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
12	BP1453LV	1453	Gagal	
13	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
14	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
15	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	

Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
5		Cacat	Siang	BP1633OL
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1633OL	Ch.1 & Ch.4 On	75%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1633OL	BP1633	Gagal	
2	BP1633OL	BP1633	Gagal	
3	BP1633OL	BP1633	Gagal	
4	BP1633OL	BP1633	Gagal	
5	BP1633OL	BP1633	Gagal	
6	BP1633OL	BP1633	Gagal	
7	BP1633OL	BP1633	Gagal	
8	BP1633OL	BP1633	Gagal	
9	BP1633OL	BP1633	Gagal	
10	BP1633OL	BP1633	Gagal	
11	BP1633OL	BP1633	Gagal	
12	BP1633OL	BP1633	Gagal	
13	BP1633OL	BP1633	Gagal	
14	BP1633OL	BP1633	Gagal	
15	BP1633OL	BP1633	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
6		Baik	Siang	BP8731BJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8731BJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	

1	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
2	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
3	BP8731BJ	B731	Gagal	
4	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
5	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
6	BP8731BJ	BP87311BJ	Gagal	
7	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
8	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
9	BP8731BJ	BP87311B	Gagal	
10	BP8731BJ	8731BJ	Gagal	
11	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
12	BP8731BJ	BP8731B	Gagal	
13	BP8731BJ	BP87311BJ	Gagal	
14	BP8731BJ	BP87311B	Gagal	
15	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{5}{15} \times 100\% : 33,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
7		Baik	Siang	BP1202AR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1202AR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
2	BP1202AR	BP1202AR	Gagal	
3	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
4	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
5	BP1202AR	BP122AR	Gagal	
6	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
7	BP1202AR	BP202AR	Gagal	
8	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
9	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
10	BP1202AR	1202AR	Gagal	
11	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
12	BP1202AR	1202AR	Gagal	
13	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	

14	BP1202AR	1202AR	Gagal	
15	BP1202AR	1202AR	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
8		Baik	Siang	BP2484DF
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2484DF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
2	BP2484DF	BP2484	Gagal	
3	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
4	BP2484DF	2484	Gagal	
5	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
6	BP2484DF	BP4484DF	Berhasil	
7	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
8	BP2484DF	BP4484DF	Berhasil	
9	BP2484DF	BP4484DF	Berhasil	
10	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
11	BP2484DF	BP2484DIF	Gagal	
12	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
13	BP2484DF	2484DF	Gagal	
14	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
15	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
9		Baik	Siang	BP1375HN
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1375HN	Ch.1 & Ch.4 On	100%

No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
2	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
3	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
4	BP1375HN	BP137HN	Gagal	
5	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
6	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
7	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
8	BP1375HN	BP1375H	Gagal	
9	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
10	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
11	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
12	BP1375HN	BP1375NN	Gagal	
13	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
14	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
15	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{12}{15} \times 100\% : 80\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
10		Baik	Siang	BP2098ME
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2098ME	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
2	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
3	BP2098ME	BP2098E	Gagal	
4	BP2098ME	BP298E	Gagal	
5	BP2098ME	EP2098ME	Gagal	
6	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
7	BP2098ME	BP2098	Gagal	
8	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
9	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
10	BP2098ME	2098ME	Gagal	
11	BP2098ME	BP2098E	Gagal	

12	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
13	BP2098ME	EP2098ME	Gagal	
14	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
15	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
11		Baik	Siang	BP5864ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5864ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
2	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
3	BP5864ED	BP5062ED	Gagal	
4	BP5864ED	BP5064ED	Gagal	
5	BP5864ED	BP5064ED	Gagal	
6	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
7	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
8	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
9	BP5864ED	BP5064ED	Gagal	
10	BP5864ED	BP5062ED	Gagal	
11	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
12	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
13	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
14	BP5864ED	BP5062EO	Gagal	
15	BP5864ED	BP5062EO	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
12		Buram	Siang	BP5812
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5812JF	Ch.1 & Ch.4 On	75%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5812JF	BP5012	Gagal	
2	BP5812JF	BP5012	Gagal	
3	BP5812JF	BP5012	Gagal	
4	BP5812JF	BP5012	Gagal	
5	BP5812JF	BP5012	Gagal	
6	BP5812JF	BP5012	Gagal	
7	BP5812JF	BP5012	Gagal	
8	BP5812JF	BP5812	Gagal	
9	BP5812JF	BP5812	Gagal	
10	BP5812JF	BP5812	Gagal	
11	BP5812JF	BP5012	Gagal	
12	BP5812JF	BP5012	Gagal	
13	BP5812JF	BP5012	Gagal	
14	BP5812JF	BP5012	Gagal	
15	BP5812JF	BP5012	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
13		Baik	Malam	BP1052HJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1052HJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	

2	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
3	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
4	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
5	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
6	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
7	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
8	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
9	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
10	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
11	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
12	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
13	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
14	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
15	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{13}{15} \times 100\% : 86,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
14		Baik	Malam	BP8012ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8012ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
2	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
3	BP8012ED	BP8012	Gagal	
4	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
5	BP8012ED	BP8012	Gagal	
6	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
7	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
8	BP8012ED	BP8012	Gagal	
9	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
10	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
11	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
12	BP8012ED	BP8012	Gagal	
13	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
14	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	

15	BP8012ED		BP8012ED		Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$			$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$			
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca		
15		Baik	Malam	BP1202AR		
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi		
		BP1202AR	Ch.1 & Ch.4 On	100%		
No	Pengujian Presisi					
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status			
1	BP1202AR	1202AR	Gagal			
2	BP1202AR	BP1202	Gagal			
3	BP1202AR	BP1202	Gagal			
4	BP1202AR	BP12102AR	Gagal			
5	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil			
6	BP1202AR	BP1202	Gagal			
7	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil			
8	BP1202AR	BP1202	Gagal			
9	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil			
10	BP1202AR	BP1202	Gagal			
11	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil			
12	BP1202AR	BP12AR	Gagal			
13	BP1202AR	1202	Gagal			
14	BP1202AR	1202	Gagal			
15	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil			
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$			$\frac{5}{15} \times 100\% : 33,33\%$			
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca		
16		Baik	Malam	BP8731BJ		
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi		
		BP8731BJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%		
No	Pengujian Presisi					
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status			

1	BP8731BJ	BP1052HJ	Berhasil	
2	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
3	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
4	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
5	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
6	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
7	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
8	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
9	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
10	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
11	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
12	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
13	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
14	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
15	BP8731BJ	BP1052	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{6}{15} \times 100\% : 40\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
17		Baik	Malam	BP2371JR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2371JR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2371JR	BP2371	Berhasil	
2	BP2371JR	BP2371	Gagal	
3	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
4	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
5	BP2371JR	2371	Gagal	
6	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
7	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
8	BP2371JR	2371J	Gagal	
9	BP2371JR	EP2371 JR	Gagal	
10	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
11	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
12	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
13	BP2371JR	2371 JR	Gagal	

14	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
15	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
18		Baik	Malam	BP1453LV
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1453LV	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
2	BP1453LV	BP1453LV	Gagal	
3	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
4	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
5	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
6	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
7	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
8	BP1453LV	BP1453	Gagal	
9	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
10	BP1453LV	BP1453LU	Gagal	
11	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
12	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
13	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
14	BP1453LV	BP1453	Gagal	
15	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
19		Cacat	Malam	BP16330L
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP16330L	Ch.1 & Ch.4 On	87,5%

No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP16330L	BP1633	Gagal	
2	BP16330L	BP1633	Gagal	
3	BP16330L	1633	Gagal	
4	BP16330L	BP1633	Gagal	
5	BP16330L	BP1633	Gagal	
6	BP16330L	EP1633	Gagal	
7	BP16330L	BP1633	Gagal	
8	BP16330L	BP1633	Gagal	
9	BP16330L	BP1633L	Gagal	
10	BP16330L	BP1633L	Gagal	
11	BP16330L	BP1633	Gagal	
12	BP16330L	EP1633	Gagal	
13	BP16330L	EP1633	Gagal	
14	BP16330L	BP1633	Gagal	
15	BP16330L	BP1633L	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
20		Baik	Malam	BP2484DF
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2484DF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
2	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
3	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
4	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
5	BP2484DF	BP2484	Gagal	
6	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
7	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
8	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
9	BP2484DF	BP2284	Gagal	
10	BP2484DF	BP2284	Gagal	
11	BP2484DF	BP2284DF	Gagal	

12	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
13	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
14	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
15	BP2484DF	BP2282DF	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
21		Baik	Malam	BP1375HN
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1375HN	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
2	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
3	BP1375HN	BP1325HN	Gagal	
4	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
5	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
6	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
7	BP1375HN	1375HN	Gagal	
8	BP1375HN	1375HN	Gagal	
9	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
10	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
11	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
12	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
13	BP1375HN	BP1375H	Gagal	
14	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
15	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
22		Baik	Malam	BP2098ME
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2098ME	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
2	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
3	BP2098ME	BP21198ME	Gagal	
4	BP2098ME	BP298ME	Gagal	
5	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
6	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
7	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
8	BP2098ME	2098	Gagal	
9	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
10	BP2098ME	BP2098	Gagal	
11	BP2098ME	BP2098	Gagal	
12	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
13	BP2098ME	BP2098	Gagal	
14	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
15	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
23		Baik	Malam	BP5864ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5864ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	

2	BP5864ED	BP5864E0	Gagal	
3	BP5864ED	BP5864E0	Gagal	
4	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
5	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
6	BP5864ED	BP5864E0	Gagal	
7	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
8	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
9	BP5864ED	BP5864FD	Gagal	
10	BP5864ED	BP5864FD	Gagal	
11	BP5864ED	BP5864	Gagal	
12	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
13	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
14	BP5864ED	BP5864E0	Gagal	
15	BP5864ED	BP5864	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
24		Baik	Malam	BP2906GR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2906GR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2906GR	206GR	Gagal	
2	BP2906GR	BP2906	Gagal	
3	BP2906GR	BP2906	Gagal	
4	BP2906GR	BP2906	Gagal	
5	BP2906GR	BP2906GRI	Gagal	
6	BP2906GR	BP2906GR	Berhasil	
7	BP2906GR	2906	Gagal	
8	BP2906GR	BP296GR	Gagal	
9	BP2906GR	2906	Gagal	
10	BP2906GR	2906GR	Gagal	
11	BP2906GR	2906GR	Gagal	
12	BP2906GR	2906GR	Gagal	
13	BP2906GR	BP2906GR	Berhasil	
14	BP2906GR	BP206GR	Gagal	

15	BP2906GR	2906GR	Gagal
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{2}{15} \times 100\% : 13,33\%$	

Perhitungan untuk jarak 150cm Perhitungan tingkat keakuratan dilakukan berdasarkan total keseluruhan pengujian plat nomor kendaraan.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (11)$$

- Hasil pengujian berhasil = 21

- Total pengujian = 24

$$\text{Akurasi} = \frac{21}{24} \times 100\% = 87,5\% \quad (12)$$

Total akurasi dari seluruh pengujian plat nomor kendaraan adalah **87,5%**

Pada pengujian jarak 150cm sistem menunjukkan performa yang paling optimal dibandingkan jarak lainnya. Dari total 24 pengujian, sistem berhasil melakukan identifikasi dengan benar sebanyak 21 kali, metode YOLO mampu mendeteksi plat nomor secara konsisten dengan bounding box yang presisi, sehingga area plat yang diteruskan ke tahap OCR memiliki kualitas visual yang baik. Karakter plat dapat dikenali dengan jelas karena ukuran objek relatif besar dan detail karakter masih terjaga. Kondisi ini menyebabkan tingkat keakuratan OCR berada pada nilai tertinggi dibandingkan jarak lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jarak 150 cm merupakan jarak ideal bagi sistem dalam mendukung proses deteksi dan pengenalan plat nomor kendaraan.

Pengujian sistem yang dilakukan pada jarak 150 cm dengan kondisi plat kendaraan baik dan cacat dan pencahayaan siang dan malam hari. Setiap plat nomor diuji secara berulang sebanyak 15 kali untuk menilai konsistensi dan presisi sistem dalam membaca karakter plat nomor kendaraan.

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diamati bahwa performa OCR bervariasi antar plat nomor, meskipun kondisi pengujian relatif sama. Beberapa plat seperti BP1052HJ, BP1375HN, dan BP2484DF menunjukkan nilai presisi yang tinggi ($\geq 70\%$), yang menandakan bahwa sistem mampu membaca karakter secara stabil dan konsisten. Hal ini disebabkan oleh bentuk karakter yang jelas, kontras yang baik, serta minimnya kemiripan antar karakter.

Sebaliknya, pada beberapa plat lain seperti BP1633OL, BP5812JF, dan BP16330L, sistem menunjukkan presisi 0%, di mana seluruh hasil pembacaan OCR mengalami kesalahan. Kesalahan ini terjadi akibat kondisi plat yang cacat sehingga karakter huruf dan angka, tidak terbaca sempurna.

4.8.2. Pengujian dengan jarak 200 cm.

Pengambilan data uji pada penelitian ini dilakukan pada jarak plat kendaraan sejauh 200 cm dengan kondisi pencahayaan pada waktu siang dan malam hari. Data di ambil berulang sebanyak 15 kali untuk menguji seberapa presisi sistem dalam mendeteksi nomor plat dengan benar.

Tabel 10. Hasil Pengujian Jarak 200cm

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
1		Baik	Siang	BP1052HJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1052HJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
2	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
3	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
4	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
5	BP1052HJ	BP105HJ	Gagal	
6	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
7	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
8	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
9	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
10	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
11	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
12	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
13	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
14	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
15	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{13}{15} \times 100\% : 86,66\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
2		Baik	Siang	BP8012ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8012ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
2	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
3	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
4	BP8012ED	BP8012	Gagal	
5	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
6	BP8012ED	BP8012	Gagal	
7	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
8	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
9	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
10	BP8012ED	BP8014ED	Gagal	
11	BP8012ED	BP8014ED	Gagal	
12	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
13	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
14	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
15	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
3		Baik	Siang	BP2371JR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2371JR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2371JR	BP23	Gagal	
2	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	

3	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
4	BP2371JR	BP4871JR	Berhasil	
5	BP2371JR	BP4871JR	Berhasil	
6	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
7	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
8	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
9	BP2371JR	BP2371	Gagal	
10	BP2371JR	BP2371	Gagal	
11	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
12	BP2371JR	BP23711R	Gagal	
13	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
14	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
15	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
4		Baik	Siang	BP1453LV
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1453LV	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1453LV	BP1453	Gagal	
2	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
3	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
4	BP1453LV	BP1453	Gagal	
5	BP1453LV	BP1453	Gagal	
6	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
7	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
8	BP1453LV	BP1458LV	Gagal	
9	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
10	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
11	BP1453LV	BP1458LV	Gagal	
12	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
13	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
14	BP1453LV	BP1453	Gagal	
15	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	

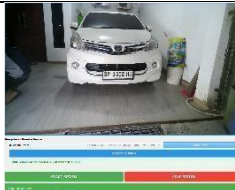
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
5		Cacat	Siang	BP1633
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1633OL	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1633OL	BP1633	Gagal	
2	BP1633OL	BP1633	Gagal	
3	BP1633OL	BP1633	Gagal	
4	BP1633OL	BP1633	Gagal	
5	BP1633OL	BP1633	Gagal	
6	BP1633OL	BP1633	Gagal	
7	BP1633OL	BP1633	Gagal	
8	BP1633OL	BP1633	Gagal	
9	BP1633OL	BP1633	Gagal	
10	BP1633OL	BP1633	Gagal	
11	BP1633OL	BP1633	Gagal	
12	BP1633OL	BP1633	Gagal	
13	BP1633OL	BP1633	Gagal	
14	BP1633OL	BP1633	Gagal	
15	BP1633OL	BP1633	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
6		Baik	Siang	BP8731BJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8731BJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8731BJ	BP8731	Gagal	

2	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
3	BP8731BJ	BP8231	Gagal	
4	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
5	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
6	BP8731BJ	BP8231BJ	Gagal	
7	BP8731BJ	BP8731J	Gagal	
8	BP8731BJ	BP8731J	Gagal	
9	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
10	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
11	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
12	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
13	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
14	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
15	BP8731BJ	BP8730	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{5}{15} \times 100\% : 33,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
7		Baik	Siang	BP1202AR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1202AR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
2	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
3	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	
4	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	
5	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
6	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
7	BP1202AR	BP12044R	Gagal	
8	BP1202AR	BP1202AR	Gagal	
9	BP1202AR	BP1202ARI	Gagal	
10	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
11	BP1202AR	BP1202	Gagal	
12	BP1202AR	BP1202	Gagal	
13	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
14	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	

15	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{6}{15} \times 100\% : 40\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
8		Baik	Siang	BP2484DF
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2484DF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
2	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
3	BP2484DF	BP2484DE	Gagal	
4	BP2484DF	BP2484DE	Gagal	
5	BP2484DF	BP248DF	Gagal	
6	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
7	BP2484DF	BP2484	Gagal	
8	BP2484DF	BP2484	Gagal	
9	BP2484DF	BP2484	Gagal	
10	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
11	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
12	BP2484DF	BP24840F	Gagal	
13	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
14	BP2484DF	BP24840F	Gagal	
15	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
9		Baik	Siang	BP1375HN
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1375HN	Ch.1 & Ch.4 On	100%

No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
2	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
3	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
4	BP1375HN	BP1375HH	Gagal	
5	BP1375HN	BP1375HH	Gagal	
6	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
7	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
8	BP1375HN	BP137SHN	Gagal	
9	BP1375HN	BP1375	Gagal	
10	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
11	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
12	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
13	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
14	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
15	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{11}{15} \times 100\% : 73,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
10		Baik	Siang	BP2098ME
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2098ME	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2098ME	BP2098ME	Gagal	
2	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
3	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
4	BP2098ME	BP2000ME	Gagal	
5	BP2098ME	BP2090ME	Berhasil	
6	BP2098ME	BP2098ME	Gagal	
7	BP2098ME	BP2098	Gagal	
8	BP2098ME	BP2098	Gagal	
9	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
10	BP2098ME	BP2008ME	Gagal	
11	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	

12	BP2098ME	BP20981ME	Gagal	
13	BP2098ME	BP20981ME	Gagal	
14	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
15	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbacca
11		Baik	Siang	BP5864ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5864ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbacca	Status	
1	BP5864ED	BP2804ED	Gagal	
2	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
3	BP5864ED	BP5864	Gagal	
4	BP5864ED	5864ED	Gagal	
5	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
6	BP5864ED	BP5864	Gagal	
7	BP5864ED	BP5864	Gagal	
8	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
9	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
10	BP5864ED	BP5824ED	Gagal	
11	BP5864ED	BP5828ED	Gagal	
12	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
13	BP5864ED	BP5864	Gagal	
14	BP5864ED	BP5864ED	Gagal	
15	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{6}{15} \times 100\% : 40\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
12		Buram	Siang	BP5812
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5812JF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
Pengujian Presisi				
No	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5812JF	BP5812	Gagal	
2	BP5812JF	BP512	Gagal	
3	BP5812JF	BP5812	Gagal	
4	BP5812JF	BP512	Gagal	
5	BP5812JF	BP5000	Gagal	
6	BP5812JF	BP581	Gagal	
7	BP5812JF	BP5812	Gagal	
8	BP5812JF	BP5812	Gagal	
9	BP5812JF	BP581	Gagal	
10	BP5812JF	BP5812	Gagal	
11	BP5812JF	BP58	Gagal	
12	BP5812JF	EP5812	Gagal	
13	BP5812JF	P5812	Gagal	
14	BP5812JF	BP5010	Gagal	
15	BP5812JF	BP5412	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
13		Baik	Malam	BP1052HJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1052HJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
Pengujian Presisi				
No	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
2	BP1052HJ	BP1052	Gagal	

3	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
4	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
5	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
6	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
7	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
8	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
9	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
10	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
11	BP1052HJ	BP1052J	Gagal	
12	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
13	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
14	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
15	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
14		Baik	Malam	BP8012ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8012ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
2	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
3	BP8012ED	BP8011ED	Gagal	
4	BP8012ED	BP801EO	Gagal	
5	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
6	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
7	BP8012ED	BP8012	Gagal	
8	BP8012ED	BP801	Gagal	
9	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
10	BP8012ED	BP801ED	Gagal	
11	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
12	BP8012ED	BP8012E	Gagal	
13	BP8012ED	BP8012	Gagal	
14	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
15	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	

Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
15		Baik	Malam	BP2371JR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2371JR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
2	BP2371JR	BP2371JG	Berhasil	
3	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
4	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
5	BP2371JR	BP237JR	Gagal	
6	BP2371JR	BP2371	Gagal	
7	BP2371JR	BP237	Gagal	
8	BP2371JR	2371	Gagal	
9	BP2371JR	BP2371	Gagal	
10	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
11	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
12	BP2371JR	BP2371	Gagal	
13	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
14	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
15	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
16		Baik	Malam	BP1453LV
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1453LV	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
2	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
3	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	

4	BP1453LV	BP1453	Gagal	
5	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
6	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
7	BP1453LV	BP1453	Gagal	
8	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
9	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
10	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
11	BP1453LV	BP1453	Gagal	
12	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
13	BP1453LV	BP1453	Gagal	
14	BP1453LV	BP1453	Gagal	
15	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
17		Cacat	Malam	BP1633
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1633OL	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1633OL	BP1633	Gagal	
2	BP1633OL	BP1633	Gagal	
3	BP1633OL	BP1633	Gagal	
4	BP1633OL	BP1633	Gagal	
5	BP1633OL	BP1633	Gagal	
6	BP1633OL	BP1633	Gagal	
7	BP1633OL	BP1633	Gagal	
8	BP1633OL	BP1633	Gagal	
9	BP1633OL	BP1633	Gagal	
10	BP1633OL	BP1633	Gagal	
11	BP1633OL	BP1633	Gagal	
12	BP1633OL	BP1633	Gagal	
13	BP1633OL	BP1633	Gagal	
14	BP1633OL	BP1633	Gagal	
15	BP1633OL	BP1633	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
18		Baik	Malam	BP1202AR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1202AR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
	1	BP1202AR	BP1202	Gagal
	2	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil
	3	BP1202AR	BP1202	Gagal
	4	BP1202AR	BP1202	Gagal
	5	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil
	6	BP1202AR	BP1200OR	Gagal
	7	BP1202AR	BP1200AR	Gagal
	8	BP1202AR	BP1202	Gagal
	9	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil
	10	BP1202AR	BP1202	Gagal
	11	BP1202AR	BP1202A	Gagal
	12	BP1202AR	BP1202A	Gagal
	13	BP1202AR	BP1204	Gagal
	14	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil
	15	BP1202AR	BP1204	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{4}{15} \times 100\% : 26,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
19		Baik	Malam	BP8731BJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8731BJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
	1	BP8731BJ	BP8731	Gagal
2	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	

3	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
4	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
5	BP8731BJ	BP8781	Gagal	
6	BP8731BJ	BP8781	Gagal	
7	BP8731BJ	BP873	Gagal	
8	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
9	BP8731BJ	BP873	Gagal	
10	BP8731BJ	BP8731B	Gagal	
11	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
12	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
13	BP8731BJ	8731BJ	Gagal	
14	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
15	BP8731BJ	B8731BJ	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{3}{15} \times 100\% : 20\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
20		Baik	Malam	BP2484DF
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2484DF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2484DF	BP2482DF	Gagal	
2	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
3	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
4	BP2484DF	BP2482DF	Gagal	
5	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
6	BP2484DF	BP2484	Gagal	
7	BP2484DF	BP2484	Gagal	
8	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
9	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
10	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
11	BP2484DF	BP2484	Gagal	
12	BP2484DF	BP2488	Gagal	
13	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
14	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
15	BP2484DF	BP2484DE	Gagal	

Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
21		Baik	Malam	BP1375HN
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1375HN	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
2	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
3	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
4	BP1375HN	BP1375	Gagal	
5	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
6	BP1375HN	BP1375	Gagal	
7	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
8	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
9	BP1375HN	BP1375	Gagal	
10	BP1375HN	BP1375	Gagal	
11	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
12	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
13	BP1375HN	BP1375	Gagal	
14	BP1375HN	BP1375	Gagal	
15	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
22		Baik	Malam	BP2098ME
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2098ME	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	

1	BP2098ME	BP2098	Gagal	
2	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
3	BP2098ME	BP2098	Gagal	
4	BP2098ME	BP209E	Gagal	
5	BP2098ME	BP209E	Gagal	
6	BP2098ME	BP2098	Gagal	
7	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
8	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
9	BP2098ME	BP2090	Gagal	
10	BP2098ME	BP2098ME	Gagal	
11	BP2098ME	BP2000	Gagal	
12	BP2098ME	BP2090	Gagal	
13	BP2098ME	BP2098	Gagal	
14	BP2098ME	BP2090	Gagal	
15	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{4}{15} \times 100\% : 26,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
23		Baik	Malam	BP5864ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5864ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5864ED	BP5862	Gagal	
2	BP5864ED	BP5864	Gagal	
3	BP5864ED	BP5862	Gagal	
4	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
5	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
6	BP5864ED	BP588	Gagal	
7	BP5864ED	BP58	Gagal	
8	BP5864ED	BP586	Gagal	
9	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
10	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
11	BP5864ED	BP564	Gagal	
12	BP5864ED	BP584	Gagal	
13	BP5864ED	BP584	Gagal	

14	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
15	BP5864ED	BP5864	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{5}{15} \times 100\% : 33,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
24		Baik	Malam	BP
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2906R	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2906R	BP204E	Gagal	
2	BP2906R	BP5ED	Gagal	
3	BP2906R	BP5864	Gagal	
4	BP2906R	BP2900	Gagal	
5	BP2906R	BP5864	Gagal	
6	BP2906R	BP586	Gagal	
7	BP2906R	BP586	Gagal	
8	BP2906R	BP5864	Gagal	
9	BP2906R	BP28	Gagal	
10	BP2906R	BP5864	Gagal	
11	BP2906R	EP5864	Gagal	
12	BP2906R	BP5864	Gagal	
13	BP2906R	EP5864	Gagal	
14	BP2906R	BP206	Gagal	
15	BP2906R	BP200	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		

Perhitungan untuk jarak 200cm Perhitungan tingkat keakuratan dilakukan berdasarkan total keseluruhan pengujian plat nomor kendaraan.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (13)$$

- Hasil pengujian berhasil = 20
- Total pengujian = 24

$$\text{Akurasi} = \frac{20}{24} \times 100\% = 83,33\% \quad (14)$$

Total akurasi dari seluruh pengujian plat nomor kendaraan adalah **83,33%**

Pada pengujian jarak 200cm sistem menunjukkan performa cukup baik. Dari total 24 percobaan, sistem berhasil melakukan identifikasi dengan benar sebanyak 20 kali, metode YOLO mampu mendeteksi plat nomor secara konsisten dengan bounding box yang presisi, sehingga area plat yang diteruskan ke tahap OCR memiliki kualitas visual yang baik. Karakter plat dapat dikenali dengan jelas karena ukuran objek relatif masih cukup besar dan detail karakter masih cukup terjaga. Kondisi ini menyebabkan tingkat keakuratan OCR berada pada nilai yang cukup baik.

Pengujian sistem yang dilakukan pada jarak 200 cm dengan kondisi plat kendaraan baik dan cacat dan pencahayaan siang dan malam hari. Setiap plat nomor diuji secara berulang sebanyak 15 kali untuk menilai konsistensi dan presisi sistem dalam membaca karakter plat nomor kendaraan.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai presisi yang diperoleh menunjukkan variasi performa OCR antar plat nomor. Beberapa plat nomor memiliki nilai presisi yang relatif tinggi, yang menandakan bahwa sistem masih mampu membaca karakter plat dengan cukup konsisten meskipun jarak pengambilan citra lebih jauh. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk karakter yang jelas, kontras yang baik antara karakter dan latar belakang plat, serta minimnya kemiripan antar karakter pada plat.

Namun demikian, terdapat pula beberapa plat nomor yang menghasilkan nilai presisi rendah hingga 0%. Rendahnya nilai presisi pada plat-plat tersebut disebabkan oleh kesalahan OCR yang terjadi secara berulang, khususnya pada karakter tertentu. Kesalahan yang dominan meliputi hilangnya karakter, kesalahan segmentasi, serta kesalahan klasifikasi karakter akibat kemiripan bentuk antara huruf dan angka, seperti huruf *O* yang terbaca sebagai angka *0* dan huruf *L* yang terbaca sebagai angka *1*.

Selain itu, meskipun sistem deteksi plat nomor (YOLO) mampu mendeteksi objek plat dengan baik, hasil pengujian menunjukkan bahwa tahap OCR masih menjadi faktor pembatas utama terhadap konsistensi sistem secara keseluruhan. Hal ini terlihat dari adanya hasil pembacaan yang tidak stabil meskipun objek plat telah terdeteksi dengan benar oleh sistem. Secara umum, hasil pengujian presisi pada jarak 200 cm menunjukkan bahwa sistem OCR masih mampu bekerja dengan baik pada kondisi tertentu.

4.8.3. Pengujian dengan jarak 250 cm.

Pengambilan data uji pada penelitian ini dilakukan pada jarak plat kendaraan sejauh 250 cm dengan kondisi pencahayaan pada waktu siang dan malam hari.

Data di ambil berulang sebanyak 15 kali untuk menguji seberapa presisi sistem dalam mendeteksi nomor plat dengan benar.

Tabel 11. Hasil Pengujian Jarak 250cm

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
1		Baik	Siang	BP1052HJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1052HJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
2	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
3	BP1052HJ	BP102	Gagal	
4	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
5	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
6	BP1052HJ	BP1022	Gagal	
7	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
8	BP1052HJ	BP1022HJ	Gagal	
9	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
10	BP1052HJ	BP1052HJ	Gagal	
11	BP1052HJ	BP1052HJ	Gagal	
12	BP1052HJ	BP1052HJ	Gagal	
13	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
14	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
15	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
2		Baik	Siang	BP8012ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8012ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%

No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
2	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
3	BP8012ED	BP8012	Gagal	
4	BP8012ED	BP8012	Gagal	
5	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
6	BP8012ED	BP8012	Gagal	
7	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
8	BP8012ED	BP8012	Gagal	
9	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
10	BP8012ED	BP8014ED	Gagal	
11	BP8012ED	BP8014ED	Gagal	
12	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
13	BP8012ED	BP8012	Gagal	
14	BP8012ED	BP8012	Gagal	
15	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
3		Baik	Siang	BP2371JR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2371JR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2371JR	BP23	Gagal	
2	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
3	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
4	BP2371JR	BP4871JR	Berhasil	
5	BP2371JR	BP4871JR	Berhasil	
6	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
7	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
8	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
9	BP2371JR	BP2371	Gagal	
10	BP2371JR	BP2371	Gagal	
11	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	

12	BP2371JR	BP23711R	Gagal	
13	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
14	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
15	BP2371JR	BP2371	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
4		Baik	Siang	BP1453LV
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1453LV	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1453LV	BP1453	Gagal	
2	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
3	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
4	BP1453LV	BP1453	Gagal	
5	BP1453LV	BP1453	Gagal	
6	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
7	BP1453LV	BP1453	Gagal	
8	BP1453LV	BP1458LV	Gagal	
9	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
10	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
11	BP1453LV	BP1458LV	Gagal	
12	BP1453LV	BP1453	Gagal	
13	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
14	BP1453LV	BP1453	Gagal	
15	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
5		Cacat	Siang	BP1633
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1633OL	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1633OL	BP1633	Gagal	
2	BP1633OL	BP1633	Gagal	
3	BP1633OL	BP1633	Gagal	
4	BP1633OL	BP1633	Gagal	
5	BP1633OL	BP1633	Gagal	
6	BP1633OL	BP1633	Gagal	
7	BP1633OL	BP1633	Gagal	
8	BP1633OL	BP1633	Gagal	
9	BP1633OL	BP1633	Gagal	
10	BP1633OL	BP1633	Gagal	
11	BP1633OL	BP1633	Gagal	
12	BP1633OL	BP1633	Gagal	
13	BP1633OL	BP1633	Gagal	
14	BP1633OL	BP1633	Gagal	
15	BP1633OL	BP1633	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$			$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$	
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
6		Baik	Siang	BP8731BJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8731BJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8731BJ	BP8731	Gagal	

2	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
3	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
4	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
5	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
6	BP8731BJ	BP8231BJ	Gagal	
7	BP8731BJ	BP8731J	Gagal	
8	BP8731BJ	BP8731J	Gagal	
9	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
10	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
11	BP8731BJ	BP8731BJ	Berhasil	
12	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
13	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
14	BP8731BJ	BP8730BJ	Gagal	
15	BP8731BJ	BP8730	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{3}{15} \times 100\% : 20\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
7		Baik	Siang	BP1202AR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1202AR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
2	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
3	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	
4	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	
5	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
6	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
7	BP1202AR	BP12044R	Gagal	
8	BP1202AR	BP1202AR	Gagal	
9	BP1202AR	BP1202ARI	Gagal	
10	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
11	BP1202AR	BP1202	Gagal	
12	BP1202AR	BP1202	Gagal	
13	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
14	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	

15	BP1202AR	BP1204AR	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{6}{15} \times 100\% : 40\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
8		Baik	Siang	BP2484DF
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2484DF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
2	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
3	BP2484DF	BP2484DE	Gagal	
4	BP2484DF	BP2484DE	Gagal	
5	BP2484DF	BP248DF	Gagal	
6	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
7	BP2484DF	BP2484	Gagal	
8	BP2484DF	BP2484	Gagal	
9	BP2484DF	BP2484	Gagal	
10	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
11	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
12	BP2484DF	BP24840F	Gagal	
13	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
14	BP2484DF	BP24840F	Gagal	
15	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
9		Baik	Siang	BP1375HN
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1375HN	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	

1	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
2	BP1375HN	BP1375	Gagal	
3	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
4	BP1375HN	BP1375HH	Gagal	
5	BP1375HN	BP1375HH	Gagal	
6	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
7	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
8	BP1375HN	BP137SHN	Gagal	
9	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
10	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
11	BP1375HN	BP1375	Gagal	
12	BP1375HN	BP1375	Gagal	
13	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
14	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
15	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
10		Baik	Siang	BP2098ME
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2098ME	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2098ME	BP2098ME	Gagal	
2	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
3	BP2098ME	BP2008ME	Gagal	
4	BP2098ME	BP2000ME	Gagal	
5	BP2098ME	BP2090ME	Berhasil	
6	BP2098ME	BP2098ME	Gagal	
7	BP2098ME	BP2098	Gagal	
8	BP2098ME	BP2098	Gagal	
9	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
10	BP2098ME	BP2008ME	Gagal	
11	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
12	BP2098ME	BP20981ME	Gagal	
13	BP2098ME	BP20981ME	Gagal	

14	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
15	BP2098ME	BP2098	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{5}{15} \times 100\% : 33,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
11		Baik	Siang	BP5864ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5864ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5864ED	BP2804ED	Gagal	
2	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
3	BP5864ED	BP5864	Gagal	
4	BP5864ED	5864ED	Gagal	
5	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
6	BP5864ED	BP5864	Gagal	
7	BP5864ED	BP5864	Gagal	
8	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
9	BP5864ED	BP5824ED	Gagal	
10	BP5864ED	BP5824ED	Gagal	
11	BP5864ED	BP5828ED	Gagal	
12	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
13	BP5864ED	BP5864	Gagal	
14	BP5864ED	BP5864ED	Gagal	
15	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{5}{15} \times 100\% : 33,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
12		Pudar	Siang	BP5812
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5812JF	Ch.1 & Ch.4 On	100%

No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5812JF	BP5812	Gagal	
2	BP5812JF	BP512	Gagal	
3	BP5812JF	BP5812	Gagal	
4	BP5812JF	BP512	Gagal	
5	BP5812JF	BP5000	Gagal	
6	BP5812JF	BP581	Gagal	
7	BP5812JF	BP5812	Gagal	
8	BP5812JF	BP5812	Gagal	
9	BP5812JF	BP581	Gagal	
10	BP5812JF	BP5812	Gagal	
11	BP5812JF	BP58	Gagal	
12	BP5812JF	EP5812	Gagal	
13	BP5812JF	P5812	Gagal	
14	BP5812JF	BP5010	Gagal	
15	BP5812JF	BP5412	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
13		Baik	Malam	BP1052HJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1052HJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
2	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
3	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
4	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
5	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
6	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
7	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
8	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
9	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
10	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
11	BP1052HJ	BP1052J	Gagal	

12	BP1052HJ	BP1052	Gagal	
13	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
14	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
15	BP1052HJ	BP1052HJ	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{9}{15} \times 100\% : 60\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
14		Baik	Malam	BP8012ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8012ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
2	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
3	BP8012ED	BP8011ED	Gagal	
4	BP8012ED	BP801EO	Gagal	
5	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
6	BP8012ED	BP8012E	Gagal	
7	BP8012ED	BP8012	Gagal	
8	BP8012ED	BP801	Gagal	
9	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
10	BP8012ED	BP801ED	Gagal	
11	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
12	BP8012ED	BP8012E	Gagal	
13	BP8012ED	BP8012	Gagal	
14	BP8012ED	BP8012E	Gagal	
15	BP8012ED	BP8012ED	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{6}{15} \times 100\% : 40\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbacca
15		Baik	Malam	BP2371JR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2371JR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbacca	Status	
1	BP2371JR	BP2371J	Gagal	
2	BP2371JR	BP2371JG	Berhasil	
3	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
4	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
5	BP2371JR	BP237JR	Gagal	
6	BP2371JR	BP2371	Gagal	
7	BP2371JR	BP237	Gagal	
8	BP2371JR	2371	Gagal	
9	BP2371JR	BP2371	Gagal	
10	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
11	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
12	BP2371JR	BP2371	Gagal	
13	BP2371JR	BP2371	Gagal	
14	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
15	BP2371JR	BP2371JR	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
16		Baik	Malam	BP1453LV
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1453LV	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbacca	Status	
1	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
2	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
3	BP1453LV	BP1453	Gagal	

4	BP1453LV	BP1453	Gagal	
5	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
6	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
7	BP1453LV	BP1453	Gagal	
8	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
9	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
10	BP1453LV	BP1453	Gagal	
11	BP1453LV	BP1453	Gagal	
12	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
13	BP1453LV	BP1453	Gagal	
14	BP1453LV	BP1453	Gagal	
15	BP1453LV	BP1453LV	Berhasil	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{8}{15} \times 100\% : 53,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
17		Cacat	Malam	BP1633
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1633OL	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1633OL	BP1633	Gagal	
2	BP1633OL	BP1633	Gagal	
3	BP1633OL	BP1633	Gagal	
4	BP1633OL	BP1633	Gagal	
5	BP1633OL	BP1633	Gagal	
6	BP1633OL	BP1633	Gagal	
7	BP1633OL	BP1633	Gagal	
8	BP1633OL	BP1633	Gagal	
9	BP1633OL	BP1633	Gagal	
10	BP1633OL	BP1633	Gagal	
11	BP1633OL	BP1633	Gagal	
12	BP1633OL	BP1633	Gagal	
13	BP1633OL	BP1633	Gagal	
14	BP1633OL	BP1633	Gagal	
15	BP1633OL	BP1633	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{10}{15} \times 100\% : 66,66\%$		

No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
18		Baik	Malam	BP1202AR
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1202AR	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1202AR	BP1202	Gagal	
2	BP1202AR	BP1202AR	Berhasil	
3	BP1202AR	BP1202	Gagal	
4	BP1202AR	BP1202	Gagal	
5	BP1202AR	BP1200OR	Gagal	
6	BP1202AR	BP1200OR	Gagal	
7	BP1202AR	BP1200AR	Gagal	
8	BP1202AR	BP1202	Gagal	
9	BP1202AR	BP1202	Gagal	
10	BP1202AR	BP1202	Gagal	
11	BP1202AR	BP1202A	Gagal	
12	BP1202AR	BP1202A	Gagal	
13	BP1202AR	BP1204	Gagal	
14	BP1202AR	BP1204	Gagal	
15	BP1202AR	BP1204	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{1}{15} \times 100\% : 0,06\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
19		Baik	Malam	BP8731BJ
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP8731BJ	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
2	BP8731BJ	BP8781	Gagal	

3	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
4	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
5	BP8731BJ	BP8781	Gagal	
6	BP8731BJ	BP8781	Gagal	
7	BP8731BJ	BP873	Gagal	
8	BP8731BJ	BP8731BJ	Gagal	
9	BP8731BJ	BP873	Gagal	
10	BP8731BJ	BP8731B	Gagal	
11	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
12	BP8731BJ	BP8731	Gagal	
13	BP8731BJ	8731BJ	Gagal	
14	BP8731BJ	8731BJ	Gagal	
15	BP8731BJ	B8731BJ	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
20		Baik	Malam	BP2484DF
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2484DF	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2484DF	BP2482DF	Gagal	
2	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
3	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
4	BP2484DF	BP2482DF	Gagal	
5	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
6	BP2484DF	BP2484	Gagal	
7	BP2484DF	BP2484	Gagal	
8	BP2484DF	BP2484	Gagal	
9	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
10	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
11	BP2484DF	BP2484	Gagal	
12	BP2484DF	BP2488	Gagal	
13	BP2484DF	BP2484	Gagal	
14	BP2484DF	BP2484DF	Berhasil	
15	BP2484DF	BP2484DE	Gagal	

Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{6}{15} \times 100\% : 40\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
21		Baik	Malam	BP1375HN
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP1375HN	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
2	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
3	BP1375HN	BP1375	Gagal	
4	BP1375HN	BP1375	Gagal	
5	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
6	BP1375HN	BP1375	Gagal	
7	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
8	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
9	BP1375HN	BP1375	Gagal	
10	BP1375HN	BP1375	Gagal	
11	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
12	BP1375HN	BP1375HN	Berhasil	
13	BP1375HN	BP1375	Gagal	
14	BP1375HN	BP1375	Gagal	
15	BP1375HN	BP1375	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{7}{15} \times 100\% : 46,66\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
22		Baik	Malam	BP2098ME
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2098ME	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP2098ME	BP2098	Gagal	

2	BP2098ME	BP2098	Gagal	
3	BP2098ME	BP2098	Gagal	
4	BP2098ME	BP209E	Gagal	
5	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
6	BP2098ME	BP2098	Gagal	
7	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
8	BP2098ME	BP2098	Gagal	
9	BP2098ME	BP2090	Gagal	
10	BP2098ME	BP2098ME	Gagal	
11	BP2098ME	BP2098ME	Berhasil	
12	BP2098ME	BP2090	Gagal	
13	BP2098ME	BP2098	Gagal	
14	BP2098ME	BP2090	Gagal	
15	BP2098ME	BP2098	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{3}{15} \times 100\% : 20\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
23		Baik	Malam	BP5864ED
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP5864ED	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5864ED	BP5862	Gagal	
2	BP5864ED	BP5864	Gagal	
3	BP5864ED	BP5862	Gagal	
4	BP5864ED	BP584	Gagal	
5	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
6	BP5864ED	BP588	Gagal	
7	BP5864ED	BP58	Gagal	
8	BP5864ED	BP586	Gagal	
9	BP5864ED	BP5864ED	Berhasil	
10	BP5864ED	BP5862	Gagal	
11	BP5864ED	BP564	Gagal	
12	BP5864ED	BP584	Gagal	
13	BP5864ED	BP584	Gagal	
14	BP5864ED	BP564	Gagal	

15	BP5864ED	BP5864	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{2}{15} \times 100\% : 13,33\%$		
No	Gambar Plat Terdeteksi	Kondisi Plat	Cahaya	Karakter Terbaca
24		Baik	Malam	BP
		Nomor Plat Asli	Kondisi Relay	Akurasi
		BP2906R	Ch.1 & Ch.4 On	100%
No	Pengujian Presisi			
	Nomor Plat Asli	Karakter Terbaca	Status	
1	BP5864ED	BP204E	Gagal	
2	BP5864ED	BP5864	Gagal	
3	BP5864ED	BP28	Gagal	
4	BP5864ED	BP586	Gagal	
5	BP5864ED	BP586	Gagal	
6	BP5864ED	BP586	Gagal	
7	BP5864ED	BP586	Gagal	
8	BP5864ED	BP586	Gagal	
9	BP5864ED	BP28	Gagal	
10	BP5864ED	BP200	Gagal	
11	BP5864ED	EP5864	Gagal	
12	BP5864ED	BP200	Gagal	
13	BP5864ED	EP58	Gagal	
14	BP5864ED	BP20	Gagal	
15	BP5864ED	BP200	Gagal	
Presisi: $\frac{TP}{TP+FP}$		$\frac{0}{15} \times 100\% : 0\%$		

Perhitungan untuk jarak 250cm Perhitungan tingkat keakuratan dilakukan berdasarkan total keseluruhan pengujian plat nomor kendaraan.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (15)$$

- Hasil pengujian berhasil = 19

- Total pengujian = 24

$$\text{Akurasi} = \frac{19}{24} \times 100\% = 79,16\% \quad (16)$$

Total akurasi dari seluruh pengujian plat nomor kendaraan adalah **79,16%**

Pada pengujian jarak 250cm penurunan performa sistem terlihat lebih signifikan. Deteksi plat nomor masih dapat dilakukan oleh YOLO, namun bounding box yang dihasilkan cenderung lebih kecil dan kurang stabil. Kondisi ini berdampak pada proses OCR, di mana detail karakter plat menjadi semakin sulit dikenali, terutama pada plat dengan kondisi fisik yang kurang baik atau pencahayaan yang tidak optimal. Kesalahan pembacaan karakter lebih sering terjadi, yang secara langsung menurunkan tingkat keakuratan sistem secara keseluruhan.

Pada pengujian jarak 250 cm, presisi digunakan untuk mengukur konsistensi sistem OCR dalam membaca karakter plat nomor kendaraan secara benar pada pengujian berulang. Setiap plat nomor diuji sebanyak 15 kali dengan kondisi plat yang sama dan pencahayaan siang dan malam hari. Nilai presisi dihitung berdasarkan perbandingan jumlah pembacaan OCR yang benar terhadap total seluruh percobaan.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai presisi yang diperoleh menunjukkan variasi performa OCR yang semakin jelas antar plat nomor. Sebagian kecil plat nomor masih dapat terbaca dengan cukup konsisten, namun secara umum nilai presisi cenderung lebih rendah dibandingkan pengujian pada jarak 150 cm dan 200 cm. Hal ini disebabkan oleh ukuran karakter pada citra yang semakin kecil sehingga detail garis dan bentuk karakter tidak terbaca secara optimal.

Kesalahan OCR yang dominan pada jarak ini meliputi hilangnya karakter, kesalahan segmentasi karakter, serta kesalahan klasifikasi huruf dan angka yang semakin sering terjadi. Karakter pada bagian akhir plat nomor menjadi bagian yang paling rentan mengalami kegagalan pembacaan.

Meskipun sistem deteksi plat nomor (YOLO) masih mampu mendeteksi objek plat kendaraan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja OCR mengalami penurunan konsistensi yang signifikan pada jarak 250 cm. Hal ini menegaskan bahwa keterbatasan sistem OCR menjadi faktor utama yang memengaruhi presisi sistem secara keseluruhan pada jarak pengambilan citra yang lebih jauh.

Bab 5. Kesimpulan dan saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem palang pintu otomatis dengan identifikasi plat nomor kendaraan menggunakan metode YOLO dan Optical Character Recognition (OCR), dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara otomatis dan *real-time* sesuai dengan tujuan penelitian. Metode YOLO berhasil digunakan untuk mendeteksi objek plat nomor kendaraan dengan baik, sedangkan OCR mampu mengenali karakter plat berdasarkan hasil deteksi yang diperoleh. Dan mampu menggantikan peran sistem manual atau RFID konvensional, memberikan kemudahan akses bagi penghuni tanpa memerlukan interaksi fisik dengan kartu akses, sistem palang pintu otomatis ini meningkatkan efisiensi keamanan di perumahan karena hanya kendaraan yang terdaftar dalam database yang dapat memicu relay untuk membuka palang, sehingga meminimalisir risiko akses tidak dikenal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak kamera terhadap plat nomor kendaraan, kondisi pencahayaan, serta kondisi fisik plat nomor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat keakuratan sistem. Sistem menunjukkan performa optimal pada jarak pengambilan gambar yang lebih dekat dan pada kondisi siang hari atau pencahayaan yang cukup. Seiring dengan bertambahnya jarak dan menurunnya kualitas pencahayaan, pada kondisi gelap atau malam hari tingkat keakuratan pengenalan karakter mengalami penurunan, sehingga diperlukan bantuan pencahayaan tambahan terutama pada plat dengan kondisi fisik yang kurang baik. Jarak 150 cm merupakan jarak optimal dengan tingkat akurasi tertinggi. Pada jarak 200 cm, sistem masih bekerja dengan cukup baik, namun pada jarak 250 cm, terjadi penurunan akurasi yang signifikan akibat keterbatasan resolusi piksel karakter yang tertangkap oleh kamera.

Selain itu, keterbatasan perangkat keras berupa penggunaan mini PC tanpa dukungan GPU menyebabkan seluruh pemrosesan dilakukan menggunakan CPU. Meskipun demikian, sistem tetap dapat beroperasi dan menjalankan fungsi deteksi serta pengenalan plat nomor sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dinilai bisa untuk diterapkan pada lingkungan perumahan dengan kondisi operasional yang sesuai dengan batasan penelitian.

5.2. Saran

Melalui penelitian ini, diketahui bahwa hasil yang diperoleh belum memberikan hasil performa terbaik dan masih bisa dikembangkan, masih terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, penulis

menyarankan beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk melakukan pengembangan selanjutnya sebagai berikut:

1. Peningkatan Perangkat Keras: Seperti mini PC disarankan untuk menggunakan perangkat keras dengan dukungan GPU guna meningkatkan kecepatan pemrosesan dan akurasi sistem, khususnya pada jarak pengambilan gambar yang lebih jauh dan kondisi pencahayaan rendah.
2. Kedua, penggunaan kamera dengan resolusi yang lebih tinggi atau penambahan fitur *Auto-Focus* serta fitur tahan air (*waterproof*) dapat memungkinkan pengujian dan penerapan sistem pada kondisi cuaca yang lebih beragam.
3. Disarankan untuk menambah variasi dataset pada proses *training* model YOLO, terutama untuk plat nomor yang mengalami kerusakan fisik (penyok atau cat pudar), agar sistem lebih tangguh terhadap kondisi plat nomor yang beragam di lapangan.
4. Menambahkan tahap prapemrosesan gambar yang lebih adaptif untuk meningkatkan kualitas input OCR, terutama pada plat nomor dengan kondisi fisik yang kurang baik

Daftar Pustaka

- [1] I. Niekha, E. Laia, L. Salsabila, and K. T. L. Teovani, "Ambiguitas Dan Pertumbuhan Ekonomi Di Kota Batam," pp. 240–245, 2024.
- [2] M. R. Rais, F. Utaminigrum, and H. Fitriyah, "Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan untuk Akses Perumahan menggunakan YOLOv5 dan Pytesseract berbasis Jetson Nano," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 681–685, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [3] I. P. Sari, A. H. Hazidar, M. Basri, F. Ramadhani, and A. A. Manurung, "Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–25, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i1.246.
- [4] A. Meirza and N. R. Puteri, "Implementasi Metode YOLOV5 dan Tesseract OCR untuk Deteksi Plat Nomor Kendaraan," vol. 9, pp. 424–435, 2024.
- [5] A. R. Hanif, E. Nasrullah, and F. X. A. Setyawan, "Deteksi Karakter Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Optical Character Recognition (Ocr)," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 1, pp. 109–117, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i1.2897.
- [6] R. Illmawati and Hustinawati, "YOLO v5 untuk Deteksi Nomor Kendaraan di DKI Jakarta," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 10, no. 1, pp. 32–43, 2022.
- [7] A. I. Utomo, N. Rachmaningrum, F. T. Elektro, and U. Telkom, "ANALISIS METODE OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) DAN YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) PADA SISTEM DETEKSI PLAT NOMOR KENDARAAN DAN TIPE KENDARAAN OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) METHOD ANALYSIS AND YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) ON VEHICLE LICENSE PLAT," pp. 2–11.
- [8] K. C. Nugraha and E. M. Sipayung, "DETEKSI PLAT NOMOR KENDARAAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO," *J. Algoritm. Log. dan Komputasi*, vol. 6, no. 2, pp. 605–611, 2023, doi: 10.30813/j-alu.v6i2.4739.
- [9] H. P. Dito, F. Amaluddin, A. A. Suryanto, and S. Rachmawati, "Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan Optical Character Recognition (OCR) Untuk Mendeteksi Plat Nomor Kendaraan Berbasis Arduino," *Semin. Ris. Mahasiswa-Computer Electr. (SERIMA-CE)*, vol. 1, no. 1, p. 2023, 2023.
- [10] I. Indriana, A. Pranata, M. Ramadhan, and R. Gunawan, "Rancang Bangun Keamanan Palang Pintu Gerbang Perumahan Menggunakan E-KTP Dengan Teknik Simplex Berbasis Arduino," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 6, pp. 231–240, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i6.6821.

- [11] M. A. M. Ganjar Tri Arfian, Sony Sumaryo, "Implementasi Sistem Kontrol Jarak Jauh Untuk Smart Barrier Gate Berbasis Internet Of Things (IoT) Di Perumahan," vol. 11, no. 5, pp. 5558–5563, 2024.
- [12] N. L. Anggreini, N. Ekawati, and H. N. Ichsan, "Prototype Sistem Kendali Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, pp. 257–264, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1893.
- [13] A. Mahendra, U. Fatimah Sari Sitorus Pane, S. Kusnasari, S. Komputer, S. Triguna Dharma, and S. Informasi, "Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Keamanan Dan Kendali Pintu Menggunakan Nodemcu," *J. CyberTech*, vol. 3, no. 4, pp. 621–629, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>
- [14] D. Kurniawan and Nopriadi, "Rancang Bangun Sistem Akses Kontrol Perumahan Menggunakan Sensor Finger Print Berbasis," *J. Comaise*, vol. 04, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [15] M. I. Ali, "PENGEMBANGAN SECURITY PARKING SYSTEM BERBASIS IMAGE PROCESSING DAN RFID," 2024.
- [16] K. Tiwikrama, A. Rabi, R. Arifuddin, T. Elekto, F. Teknik, and U. M. Malang, "Implementasi Palang Pintu Otomatis dengan Pendeteksi Masker Berbasis Raspberry Pi 3B +," *Semin. Nas. Inov. Teknol. UN PGRI Kediri*, pp. 1–6, 2021.
- [17] H. Fryonanda, A. Febrian Kasmar, M. Ibrahim Nasution, E. Rosman, and W. Nissa, "Analisis Kinerja Linux Pada Mini Pc: Kinerja Prosesor, Memori Dan Disk Drive," no. September, pp. 1–13, 2023.
- [18] M. Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 73–79, 2024, doi: 10.59562/metrik.v17i2.5398.
- [19] G. Subni, A. Putra, A. Nabila, B. Pulungan, and U. N. Padang, "Power Supply Variabel Berbasis Arduino," vol. 1, no. 2, pp. 139–143, 2020.
- [20] J. Ali Andre, "Sistem Security Webcam Dengan Menggunakan Microsoft Visual Basic (6.0)," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 1, no. 2, pp. 46–58, 2016, doi: 10.36341/rabit.v1i2.23.
- [21] R. M. W. N. Slamet Purwo Santosa, "RANCANG BANGUN ALAT PINTU GESER OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR DC 24 V," *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021.
- [22] A. Supriyadi, H. Purnama, S. W. Jadmiko, and K. Kunci, "RANCANG BANGUN AUTOMATIC CLOSE-TRANSITION TRANSFER SWITCH (ACTS) DENGAN SISTEM BACK-UP CATU DAYA UPS," pp. 4–5, 2021.
- [23] B. Permana and S. Kom, "Komunitas eLearning IlmuKomputer.Com Perangkat Keras Komputer," *Ilmu Komput.*, pp. 1–17, 2013.
- [24] D. S. Elsaputra, "ANALISIS IMPLEMENTASI SENSOR INFRA MERAH IC GERBANG LOGIKA PALANG PINTU OTOMATIS Dicky Satria Elsaputra

- Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim b .
Pengertian Sensor berfungsi untuk mengukur magnitude sesuatu dan
berfungsi untuk merub,” vol. 2, no. 1, pp. 8–15, 2023.
- [25] A. N. Sugandi and B. Hartono, “Implementasi Pengolahan Citra pada Quadcopter untuk Deteksi Manusia Menggunakan Algoritma YOLO,” *Pros. 13th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 13–14, 2022.
 - [26] A. H. Azzam Ash’shobir, K. G. Putri Harli, A. P. Putri Rudi, I. G. Syah Putro, and O. D. Putra Cahyono, “Sistem Deteksi Kualitas Cabai Rawit Menggunakan Metode YOLO,” *Modem J. Inform. dan Sains Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 114–132, 2025, doi: 10.62951/modem.v3i1.363.
 - [27] M. Maulidiansyah and I. Abdillah, “Klasifikasi Jenis Jagung Berdasarkan Bentuk Biji Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO),” *JEETCOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 215–226, 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i2.6802.
 - [28] A. Kurniawati and H. Akbar, “Deteksi Lampu Lalu Lintas Menggunakan YOLO untuk Autonomous Car,” *J. Comput. Eng. Network, Intell. Multimed.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–43, 2023.
 - [29] D. Normawati and S. A. Prayogi, “Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter,” *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 697–711, 2021.
 - [30] F. Indaryanto, A. Nugroho, and A. F. Suni, “Aplikasi Penghitung Jarak dan Jumlah Orang Berbasis YOLO Sebagai Protokol Kesehatan Covid-19,” *Edu Komputika J.*, vol. 8, no. 1, pp. 31–38, 2021, doi: 10.15294/edukomputika.v8i1.47837.
 - [31] M. Rizal Toha and A. Triayudi, “PENERAPAN MEMBACA TULISAN DI DALAM GAMBAR MENGGUNAKAN METODE OCR BERBASIS WEBSITE (STUDI KASUS: e-KTP),” *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 11, no. 1, pp. 175–183, 2022, doi: 10.23887/jstundiksha.v11i1.42279.
 - [32] Pramudiya, Cerwyn Asyraq, Aldo Kadafi, and Ricky Putra Sardika, “Analisis Gambar Menggunakan Metode Grayscale Dan Hsv (Hue, Saturation, Value),” *Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 14, no. 3, pp. 174–180, 2024.
 - [33] M. A. Al Ghifari, A. Panji Sasmito, and D. Rudhistiar, “Aplikasi Pendeteksian Kematangan Tomat Menggunakan Thresholding,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 294–300, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4606.
 - [34] I. G. A. Gunadi, “Analisis Perbandingan Metode Filter Mean, Median, Maximum, Minimum, Dan Gaussian Terhadap Reduksi Noise Gaussian, Salt&Papper, Speckle, Poisson, Dan Localvar,” *J. Ilm. SINUS*, vol. 17, no. 1, p. 15, 2019, doi: 10.30646/sinus.v17i1.392.
 - [35] H. Pangaribuan, “OPTIMALISASI DETEKSI TEPI DENGAN METODE

SEGMENTASI CITRA”.

- [36] M. A. Pradinata, E. Budiman, T. Henry, M. Gultom, and A. Prafanto, “Vehicle Detection Using Optical Character Recognition,” *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–34, 2019.
- [37] F. A. Nugraha and Y. A. Susetyo, “Analisis Perbandingan Performa Database Duckdb Dan Sqlite Pada Pengolahan Big Data,” *JIPi (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 1052–1060, 2023, doi: 10.29100/jipi.v8i3.4032.
- [38] I. Kurniastuti and A. Andini, “Perancangan Program Penentuan Histogram Citra Dengan Graphical User Interface (Gui),” *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2018, doi: 10.33086/atcsj.v1i1.4.
- [39] B. Gabrial, S. Tangkuman, and J. Rantung, “Rancang Bangun Aplikasi Perancangan Roda Gigi Lurus Menggunakan Bahasa Pemrograman Python,” *J. Tekno Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.35793/jtm.v10i1.51990.

Biodata



Nama : Yusuf Efendi
TTL : Batam, 14 Mei 2001
Agama : Islam
Alamat : Tiban Lama RT01 RW01 NO.78
Email : yusufefendi138@gmail.com
Riwayat Pendidikan SMA/SMK : SMK Negeri 1 Batam
SMP : SMP Negeri 25 Batam

Lampiran

<https://drive.google.com/drive/folders/10YSv6Q5u30HUQPc-R2iP9Dhh0T6-vp0m?usp=sharing>