

PENGEMBANGAN SISTEM GERBANG OTOMATIS MENGGUNAKAN PENGENALAN PLAT NOMOR KENDARAAN BERBASIS COMPUTER VISION DI IPB UNIVERSITY

Puti Aisyah Lailatulrahmi¹, Muhammad Faiq Fawwaz², Ghaniyy Fattah Ramadhan³, Dodik Ariyanto⁴, Faldiena Marcelita⁵

^{1,2,3}Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, IPB University; Jl. Kumpang No.14; (0251) 8329101

^{4,5}Teknologi Rekayasa Komputer, IPB University; Jl. Kumpang No.14; (0251) 8329101

Keywords:

Automatic License Plate Recognition;
Computer Vision;
Yolov11;
Compact Convolutional Transformer ;
Optical Character Recognition.

Correspondent Email:

dodikariyanto@apps.ipb.ac.id



Copyright © 2026 The Author(s), Published by Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

Abstrak. Sistem pencatatan kendaraan manual di gerbang IPB Univesity berpotensi menyebabkan antrean dan kesalahan data. Penelitian ini mengembangkan sistem gerbang otomatis berbasis Automatic License Plate Recognition (ALPR) menggunakan YOLOv11 untuk deteksi plat nomor dan OCR berbasis Compact Convolutional Transformer (CCT) untuk pengenalan karakter. Dataset yang digunakan sebanyak 349 citra plat nomor kendaraan Indonesia dengan rasio 80:20. Fine-tuning model OCR selama 30 epoch berhasil meningkatkan plate accuracy dari 75,71% menjadi 82,86% dengan character accuracy mencapai 98,14%. Metode Consecutive Result juga meningkatkan kestabilan pembacaan OCR pada video real-time. Sistem berhasil diintegrasikan dengan kamera, database kendaraan, dan frontend monitoring untuk identifikasi kendaraan otomatis.

Abstract. The manual vehicle recording system at the entrance gate of IPB University has the potential to cause queues and data recording errors. This study developed an Automatic License Plate Recognition (ALPR)-based gate system using YOLOv11 for license plate detection and Optical Character Recognition (OCR) based on Compact Convolutional Transformer (CCT) for character recognition. The dataset consisted of 349 Indonesian vehicle license plate images with an 80:20 split ratio. Fine-tuning the OCR model for 30 epochs successfully improved plate accuracy from 75.71% to 82.86%, while character accuracy reached 98.14%. The Consecutive Result method also improved OCR reading stability in real-time video. The system was successfully integrated with cameras, a vehicle database, and a frontend monitoring system for automatic vehicle identification.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *computer vision* telah mendorong berbagai inovasi pada sistem otomatisasi, khususnya dalam bidang keamanan dan manajemen akses kendaraan. Salah satu implementasi teknologi tersebut adalah *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) atau pengenalan plat nomor otomatis, yaitu teknologi yang memanfaatkan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendeteksi,

mengenali, serta mencatat nomor plat kendaraan secara otomatis melalui pengolahan citra digital [1]. Implementasi sistem identifikasi plat nomor berbasis citra digital terbukti mampu memberikan efisiensi dan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode pencatatan kendaraan secara manual. Oleh karena itu, teknologi ALPR kini banyak diintegrasikan pada sistem parkir pintar, pengawasan lalu lintas, serta sistem keamanan pada area terbatas guna meningkatkan efisiensi

operasional dan meminimalkan proses pencatatan kendaraan secara manual (Muh).

Di lingkungan IPB University, proses akses kendaraan pada gerbang masuk masih dilakukan secara konvensional sehingga berpotensi menyebabkan antrean kendaraan, keterlambatan akses, dan kesalahan pencatatan data kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan sistem gerbang otomatis yang mampu melakukan identifikasi kendaraan secara cepat dan otomatis menggunakan teknologi *computer vision*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pengenalan plat nomor kendaraan menggunakan metode *deep learning*. Penelitian yang dilakukan oleh Herfandi *et al.* (2025) menerapkan metode YOLOv8 dan *Convolutional Neural Network* (CNN) pada sistem *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) dan memperoleh hasil deteksi dengan rata-rata *confidence* sebesar 94,8% [2]. Penelitian lain oleh Gata *et al.* (2025) mengintegrasikan YOLOv8 dengan beberapa metode OCR, yaitu EasyOCR, TesseractOCR, dan TensorFlow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EasyOCR dan TesseractOCR memperoleh akurasi masing-masing sebesar 70% dan 68% pada pengujian gambar statis. Pada pengujian video sebanyak 100 frame, EasyOCR mampu mengenali karakter dengan benar pada 61 frame dan TesseractOCR pada 58 frame, sedangkan model berbasis TensorFlow menunjukkan performa terbaik dengan 75 pengenalan benar [Windu Gata]. Selain itu, penelitian oleh Salsabila dan Sriani (2024) menunjukkan bahwa kombinasi metode YOLOv8 dan *Convolutional Neural Network* (CNN) mampu menghasilkan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-Score* deteksi objek sebesar 100%, dengan rata-rata kesesuaian teks terdeteksi mencapai 74,66% [3].

Secara umum, performa sistem ALPR dipengaruhi oleh metode deteksi objek, model OCR, kualitas citra, serta kondisi lingkungan seperti pencahayaan dan sudut pengambilan gambar. Namun, masih sedikit penelitian yang mengembangkan sistem gerbang otomatis berbasis ALPR yang terintegrasi dengan *frontend*, database kendaraan, dan mekanisme gerbang otomatis, khususnya untuk karakteristik plat nomor Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem gerbang otomatis berbasis *computer*

vision menggunakan metode YOLO dan OCR berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT), menganalisis pengaruh proses *fine-tuning*, *temporal voting*, dan *post-processing* berbasis *regex* terhadap akurasi pembacaan plat nomor, serta menghasilkan sistem pengenalan plat nomor kendaraan yang mampu bekerja secara *real-time* di lingkungan IPB University.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Computer Vision

Computer vision merupakan cabang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan kemampuan komputer atau mesin untuk mengenali, memproses, serta memahami informasi visual yang berasal dari gambar maupun video. Bidang ini bertujuan menciptakan sistem yang mampu menginterpretasikan lingkungan sekitar secara otomatis dengan cara yang menyerupai kemampuan penglihatan manusia [4], [5].

2.2. Automatic License Plate Recognition (ALPR)

Automatic License Plate Recognition (ALPR) merupakan teknologi berbasis *computer vision* yang memanfaatkan pengolahan citra digital dan *Optical Character Recognition* (OCR) untuk mendeteksi serta mengenali plat nomor kendaraan secara otomatis [6]. Sistem ALPR bekerja menggunakan kamera untuk menangkap citra kendaraan, kemudian melakukan identifikasi karakter pada plat nomor secara *real-time*. Teknologi ini banyak digunakan pada sistem parkir pintar, pengawasan lalu lintas, dan gerbang otomatis kendaraan [1].

2.3. YOLOv11

You Only Look Once (YOLO) merupakan salah satu bagian dari deep learning yang dapat mendeteksi objek dengan cara pemecahan citra menjadi beberapa grid dan memberi kotak pembatas atau bounding box untuk mengindikasikan objek yang terdapat dalam sebuah citra [7]. YOLOv11 merupakan pengembangan terbaru dari keluarga YOLO yang menawarkan peningkatan performa terutama pada kecepatan dan akurasi deteksi objek dibandingkan versi sebelumnya [8]. Selain itu, YOLOv11 juga memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mendeteksi

objek berukuran kecil serta menghasilkan stabilitas deteksi yang lebih optimal pada berbagai kondisi lingkungan [9]

2.4. Optical Character Recognition

Optical Character Recognition (OCR) merupakan teknologi yang digunakan untuk mengubah teks pada citra, seperti hasil pemindaian dokumen, foto, atau gambar lainnya, menjadi bentuk karakter digital yang dapat diproses oleh komputer. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk mengenali serta mengekstraksi tulisan dari gambar sehingga informasi tersebut dapat diolah sebagai data teks [10] [11].

2.5. Compact Convolutional Transformer (CCT)

Compact Convolutional Transformer (CCT) merupakan pengembangan dari *Vision Transformer* (ViT) yang dirancang untuk tugas pengolahan citra dengan arsitektur yang lebih ringkas dan efisien. CCT dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan *Transformer* konvensional yang membutuhkan jumlah data pelatihan yang besar pada tugas visi komputer. Arsitektur CCT menggabungkan kemampuan *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengekstraksi fitur lokal dengan kemampuan *Transformer* dalam memahami hubungan antar fitur citra sehingga banyak digunakan pada berbagai tugas *computer vision* [12], [13].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan *computer vision* untuk mengembangkan sistem gerbang otomatis berbasis *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) di lingkungan IPB University. Sistem dikembangkan menggunakan dua tahapan utama, yaitu deteksi plat nomor kendaraan menggunakan metode YOLO dan pengenalan karakter plat nomor menggunakan *Optical Character Recognition* (OCR) berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT). Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi pengumpulan dataset, *preprocessing* dan augmentasi data, pelatihan model, evaluasi performa model, serta implementasi prototype sistem gerbang otomatis secara *real-time* [1].

3.2. Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan berupa citra plat nomor kendaraan Indonesia yang diperoleh melalui proses *scraping* dari platform Kaggle dan Roboflow. Total dataset yang digunakan sebanyak 349 citra plat nomor kendaraan dengan berbagai variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan kualitas kamera. Dataset kemudian dibagi menjadi data latih dan data validasi menggunakan rasio 80:20, yaitu sebanyak 279 data latih dan 70 data validasi. Variasi kondisi citra diperlukan agar model mampu mengenali plat nomor kendaraan pada kondisi lingkungan nyata [2].

3.3. Preprocessing dan Augmentasi Data

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum proses pelatihan model. Proses ini meliputi normalisasi ukuran gambar dan penyesuaian kualitas citra. Selain itu, dilakukan augmentasi data berupa rotasi gambar, perubahan pencahayaan, penambahan *noise*, dan efek *blur*. Teknik augmentasi digunakan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model dalam mengenali plat nomor kendaraan pada berbagai kondisi lingkungan seperti pencahayaan rendah, sudut miring, dan kualitas kamera yang berbeda [3].

3.4. Deteksi Plat Nomor Menggunakan YOLO

Tahap deteksi objek menggunakan metode YOLOv11 untuk mendeteksi area plat nomor kendaraan dari citra maupun video secara *real-time*. Secara umum, model YOLO bekerja dengan membagi citra masukan ke dalam beberapa *grid*, di mana setiap sel *grid* secara simultan memprediksi *bounding box*, nilai *confidence*, serta kelas objek yang terdapat di dalamnya [14]. Pendekatan satu tahap (*single-stage*) ini memungkinkan proses deteksi berlangsung lebih cepat dibandingkan metode dua tahap sehingga sesuai untuk implementasi sistem berbasis video *real-time* [15]. Pada penelitian ini digunakan YOLOv11 karena memiliki peningkatan arsitektur berupa blok C3K2 dan modul SPPF yang menghasilkan kemampuan ekstraksi fitur lebih baik, serta menerapkan pendekatan *anchor-free detection* yang meningkatkan akurasi deteksi pada objek berukuran kecil seperti plat nomor kendaraan [16]. Penggunaan YOLO untuk deteksi plat nomor kendaraan di Indonesia juga telah

terbukti menghasilkan performa deteksi yang baik pada berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar [12]. Area plat nomor kendaraan yang berhasil terdeteksi kemudian dilakukan proses *cropping* untuk mengekstraksi wilayah *Region of Interest* (ROI) sebelum diteruskan ke tahap pengenalan karakter menggunakan OCR [13].

3.5. Pengenalan Karakter Menggunakan OCR

Tahap pengenalan karakter dilakukan menggunakan model OCR berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT) untuk mengekstraksi teks karakter dari citra plat nomor yang telah melalui proses *cropping* pada tahap sebelumnya. Input pada tahap ini berupa citra hasil *cropping* area plat nomor kendaraan yang diperoleh dari proses deteksi YOLOv11, kemudian diproses oleh model OCR untuk menghasilkan prediksi teks karakter plat nomor kendaraan [3].

Penelitian ini menggunakan model *pre-trained* fast-plate-OCR sebagai model dasar yang telah dilatih sebelumnya menggunakan dataset plat nomor umum. Model tersebut kemudian dilakukan proses *fine-tuning* menggunakan dataset plat nomor kendaraan Indonesia sebanyak 349 citra agar model mampu menyesuaikan karakteristik spesifik plat nomor Indonesia, seperti format kode wilayah, nomor registrasi, dan variasi karakter yang digunakan [17]. Proses *fine-tuning* dilakukan selama 30 *epoch* menggunakan pendekatan *transfer learning*, di mana bobot model *pre-trained* diperbarui secara bertahap untuk menyesuaikan pola karakter plat nomor lokal tanpa kehilangan kemampuan generalisasi model secara keseluruhan. Pendekatan ini dipilih karena terbukti lebih efisien dibandingkan melatih model dari awal (*training from scratch*), khususnya pada kondisi keterbatasan jumlah dataset yang tersedia [18].

3.6. Consecutive Result

Metode Consecutive Result diterapkan untuk meningkatkan kestabilan hasil pembacaan OCR pada video real-time. Penggunaan satu frame tunggal dalam sistem ALPR berbasis video sering menghasilkan pembacaan yang tidak konsisten akibat motion blur, perubahan pencahayaan, dan pergerakan

kendaraan yang menyebabkan variasi kualitas citra antar frame. Hal ini didukung oleh penelitian Feng et al. (2026) yang menunjukkan bahwa akurasi OCR menurun pada kondisi dinamis akibat peningkatan kecepatan gerak dan perubahan sudut pengambilan gambar [19].

Pada penelitian ini, sistem mengambil sejumlah frame kendaraan secara berurutan ketika kendaraan mendekati gerbang otomatis. Setiap frame diproses secara independen menggunakan model OCR berbasis CCT untuk menghasilkan prediksi teks plat nomor kendaraan. Hasil prediksi dari seluruh frame yang terkumpul kemudian dibandingkan menggunakan pendekatan majority voting, yaitu teks plat nomor yang muncul paling konsisten pada frame-frame berurutan dipilih sebagai hasil akhir pembacaan [3].

3.7. Implementasi Prototype Sistem Gerbang Otomatis

Prototype sistem gerbang otomatis dikembangkan menggunakan integrasi kamera, *backend computer vision*, database kendaraan, dan *frontend* monitoring. Kamera digunakan untuk menangkap citra kendaraan secara *real-time*, kemudian sistem mendeteksi area plat nomor menggunakan YOLOv11 dan melakukan pembacaan karakter menggunakan OCR berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT) [17]. *Backend* sistem dikembangkan menggunakan framework berbasis Python yang mengelola proses deteksi, pengenalan karakter, serta komunikasi data antara model *computer vision* dan database kendaraan [3].

Hasil pembacaan plat nomor selanjutnya dikirim ke database kendaraan untuk proses validasi data secara otomatis. Jika plat nomor kendaraan terdeteksi dan sesuai dengan data yang terdaftar pada database, sistem akan menampilkan status kendaraan diterima. Sebaliknya, jika plat nomor tidak terdaftar, sistem akan menampilkan status kendaraan tidak dikenal sebagai notifikasi kepada operator [14]. *Frontend* monitoring dikembangkan untuk menampilkan hasil pembacaan plat nomor, status validasi kendaraan, serta riwayat kendaraan masuk dan keluar secara *real-time* sehingga memudahkan proses pemantauan oleh operator [17].

Pengembangan *prototype* dilakukan untuk

menguji integrasi antara proses deteksi plat nomor menggunakan YOLOv11, pengenalan karakter menggunakan OCR berbasis CCT, validasi database kendaraan, dan tampilan antarmuka *frontend* sebelum diterapkan pada perangkat gerbang otomatis secara langsung [14].

3.8. Teknis Analisis Data

Analisis performa sistem dilakukan melalui dua tahap pengujian, yaitu evaluasi model OCR dan pengujian sistem secara real-time pada video kendaraan.

Evaluasi model OCR berbasis CCT dilakukan dengan membandingkan hasil model sebelum dan sesudah proses *fine-tuning* menggunakan beberapa parameter evaluasi [3]. Parameter evaluasi yang digunakan meliputi: (1) *loss*, yaitu nilai kesalahan prediksi model secara keseluruhan yang semakin kecil nilainya menunjukkan semakin baiknya performa model; (2) *plate accuracy*, yaitu persentase jumlah plat nomor yang terbaca secara lengkap dan benar; (3) *character accuracy*, yaitu persentase jumlah karakter individu yang terbaca dengan benar dari keseluruhan karakter; (4) *length accuracy*, yaitu persentase kesesuaian jumlah karakter yang terprediksi dengan jumlah karakter sebenarnya; dan (5) *top-3 accuracy*, yaitu persentase kasus di mana prediksi yang benar masuk ke dalam tiga kandidat teratas yang dihasilkan model [3].

Pengujian sistem secara *real-time* dilakukan pada video kendaraan untuk mengetahui kemampuan model dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor pada kondisi nyata, meliputi variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan pergerakan kendaraan. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penerapan metode *Consecutive Result* terhadap kestabilan pembacaan OCR pada video *real-time* dengan membandingkan hasil pembacaan menggunakan satu *frame* tunggal dan beberapa *frame* secara berurutan [20].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pengujian dan analisis terhadap prototype sistem gerbang otomatis berbasis *Automatic License Plate Recognition* (AIPR) yang dikembangkan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa deteksi plat nomor menggunakan

YOLOv11, kemampuan OCR berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT) dalam membaca karakter plat nomor kendaraan Indonesia, serta pengaruh metode *Consecutive Result* terhadap kestabilan pembacaan plat nomor secara *real-time*. Selain itu, dilakukan pengujian terhadap integrasi prototype sistem dengan *frontend* monitoring dan database kendaraan.

4.1. Hasil Pelatihan dan Evaluasi Model

Model OCR berbasis CCT dilatih menggunakan dataset plat nomor kendaraan Indonesia sebanyak 349 citra yang telah melalui tahap *preprocessing* dan augmentasi data. Proses pelatihan dilakukan selama 30 *epoch* menggunakan model *pre-trained fast-plate-OCR*. Berdasarkan hasil pelatihan, peningkatan performa model mulai mengalami stagnasi setelah *epoch* ke-12 yang menunjukkan bahwa model mulai mencapai kondisi konvergen.

Hasil evaluasi model sebelum dan sesudah proses *fine-tuning* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Evaluasi Model

Parameter	Sebelum	Setelah
Loss	0,3913	0,2827
Plate Accuracy	75,71%	82,86%
Character Accuracy	96,71%	98,14%
Length Accuracy	87,14%	88,57%
Top-3 Accuracy	98,00%	100%

Berdasarkan Tabel 1, proses *fine-tuning* berhasil meningkatkan performa model pada seluruh parameter evaluasi. Nilai *loss* mengalami penurunan dari 0,3913 menjadi 0,2827 yang menunjukkan bahwa kesalahan prediksi model semakin kecil. Selain itu, *plate accuracy* meningkat sebesar 7,15%, sedangkan *character accuracy* meningkat menjadi 98,14%.

Peningkatan performa tersebut menunjukkan bahwa model yang telah disesuaikan menggunakan dataset lokal mampu mengenali karakteristik plat nomor kendaraan

Indonesia dengan lebih baik dibandingkan model awal yang bersifat umum.

4.2. Hasil Deteksi Plat Nomor Menggunakan YOLOv11

Pengujian deteksi objek dilakukan menggunakan metode YOLOv11 untuk mendeteksi area plat nomor kendaraan pada citra dan video *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi area plat nomor dengan cukup baik pada berbagai kondisi kendaraan.

Pada kondisi pencahayaan normal dan sudut pengambilan gambar yang sejajar dengan kamera, sistem mampu menghasilkan *bounding box* secara stabil dengan tingkat deteksi yang baik. YOLOv11 juga mampu melakukan deteksi objek secara cepat sehingga sesuai untuk implementasi sistem gerbang otomatis berbasis video *real-time*. Hasil deteksi plat nomor pada kondisi pencahayaan normal ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Deteksi pada Pencahayaan Normal

Namun, pada kondisi pencahayaan rendah dan sudut pengambilan gambar yang terlalu miring, performa deteksi mengalami sedikit penurunan. Kondisi tersebut menyebabkan area plat nomor mengalami distorsi perspektif sehingga mempengaruhi proses deteksi objek. Selain itu, kualitas citra yang kurang stabil juga menyebabkan beberapa frame mengalami penurunan akurasi deteksi. Hasil deteksi pada kondisi pencahayaan rendah ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Hasil Deteksi pada Pencahayaan Rendah

4.3. Hasil Pengenalan Karakter Menggunakan OCR

Tahap OCR dilakukan menggunakan model berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT) untuk membaca karakter plat nomor kendaraan yang telah dideteksi sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mampu mengenali sebagian besar karakter plat nomor kendaraan dengan baik.

Nilai *character accuracy* sebesar 98,14% menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan tinggi dalam mengenali karakter individu pada plat nomor kendaraan. Namun, masih terdapat beberapa kesalahan pembacaan karakter pada kondisi tertentu. Contoh hasil pengenalan karakter OCR ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



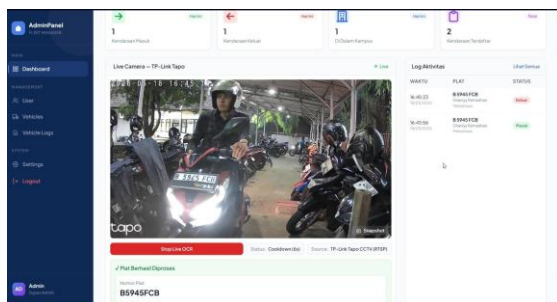
Gambar 3. Hasil Pengenalan Karakter OCR pada Plat Nomor AA 4103 KN



Gambar 4. Hasil Pengenalan Karakter OCR pada Plat Nomor F 5360 FEI

Kesalahan pembacaan umumnya terjadi pada karakter yang memiliki bentuk serupa, seperti huruf “B” dengan angka “8”, huruf “O” dengan angka “0”, serta huruf “I” dengan angka “1”. Selain itu, kondisi *motion blur* dan pencahayaan rendah juga menyebabkan beberapa karakter menjadi kurang jelas sehingga mempengaruhi hasil OCR.

Penggunaan arsitektur Transformer pada model OCR membantu sistem memahami hubungan antar karakter secara lebih efektif dibandingkan metode OCR konvensional. Hal tersebut membuat hasil pembacaan karakter menjadi lebih stabil pada kondisi video *real-time*. Tampilan antarmuka frontend monitoring ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Frontend Monitoring Menampilkan Hasil Pembacaan Plat Nomor Secara Real-time

4.4. Pengaruh Consecutive Result terhadap Stabilitas OCR

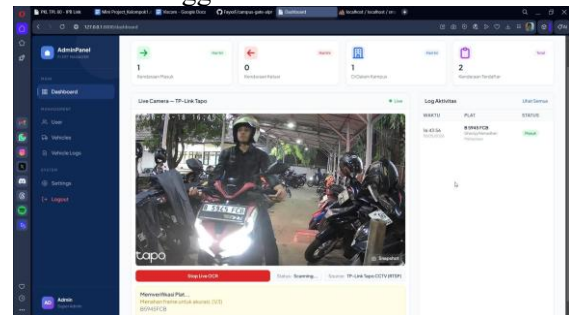
Metode Consecutive Result diterapkan untuk meningkatkan kestabilan hasil

pembacaan OCR pada video real-time. Metode ini bekerja dengan membandingkan hasil pembacaan plat nomor dari beberapa frame kendaraan secara berurutan dan menentukan hasil akhir berdasarkan teks yang muncul secara konsisten.

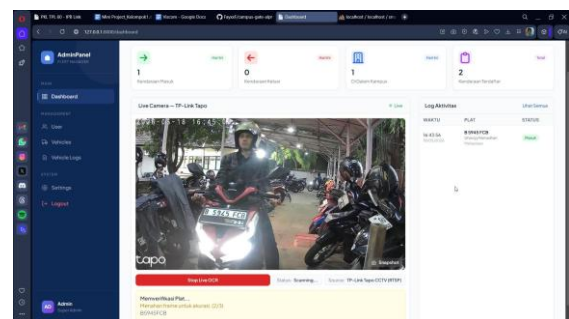
Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan satu frame tunggal sering menghasilkan pembacaan OCR yang tidak stabil akibat *motion blur*, perubahan pencahayaan, dan pergerakan kendaraan. Setelah menerapkan metode Consecutive Result, hasil pembacaan menjadi lebih konsisten karena sistem menggunakan beberapa frame untuk menentukan hasil akhir OCR.

Metode ini juga membantu mengurangi kesalahan pembacaan karakter pada kendaraan yang bergerak menuju gerbang otomatis. Dengan demikian, sistem mampu menghasilkan pembacaan plat nomor yang lebih stabil dibandingkan penggunaan satu frame saja.

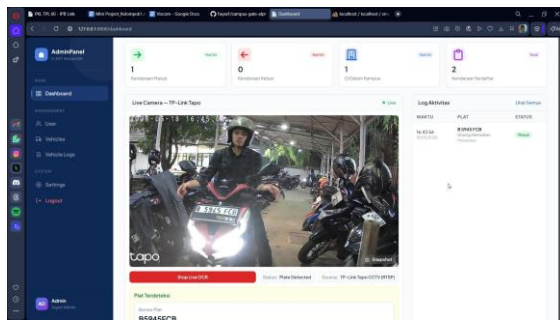
Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan beberapa frame secara berurutan lebih efektif untuk sistem ALPR berbasis video real-time dibandingkan hanya menggunakan satu frame tunggal.



Gambar 6. Pembacaan OCR pada Frame ke-1



Gambar 7. Pembacaan OCR pada Frame ke-2

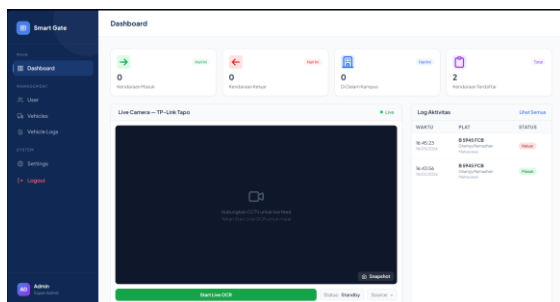


Gambar 8. Hasil Pembacaan OCR

4.5. Hasil Implementasi Prototype Sistem Gerbang Otomatis

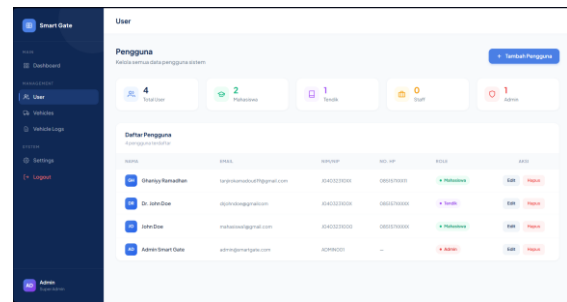
Prototype sistem gerbang otomatis berhasil diintegrasikan dengan kamera, backend *computer vision*, database kendaraan, dan *frontend* monitoring. Sistem mampu melakukan proses deteksi plat nomor kendaraan, pembacaan karakter, serta validasi data kendaraan secara *real-time*.

Pada proses pengujian, hasil pembacaan plat nomor ditampilkan pada antarmuka *frontend* bersamaan dengan status kendaraan dan riwayat akses kendaraan masuk maupun keluar. Integrasi *frontend* membantu proses monitoring kendaraan menjadi lebih mudah dan terstruktur dibandingkan pencatatan manual. Implementasi halaman dashboard sistem ditunjukkan pada Gambar 9

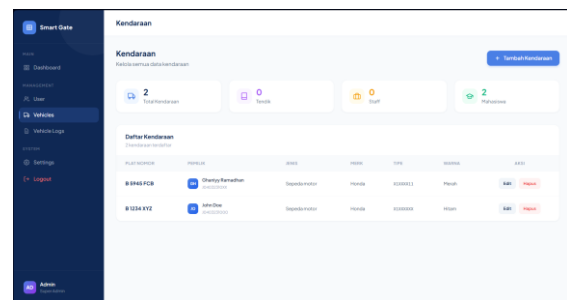


Gambar 9. Implementasi Halaman Dashboard

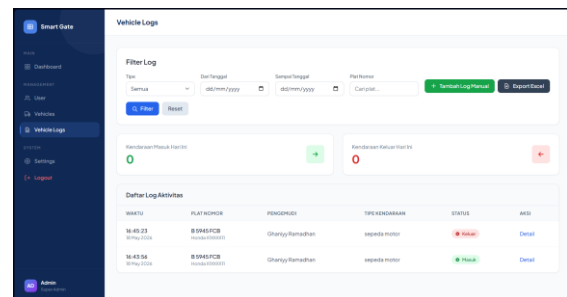
Sistem juga berhasil melakukan validasi kendaraan menggunakan database plat nomor yang telah terdaftar. Ketika plat nomor kendaraan terdeteksi dan sesuai dengan data pada database, prototype sistem akan menampilkan status kendaraan diterima. Implementasi halaman user, vehicles, vehicles logs ditunjukkan pada Gambar 10



Gambar 10. Implementasi Halaman User



Gambar 11. Implementasi Halaman Vehicles



Gambar 12. Implementasi Halaman Vehicle Logs

Hasil implementasi menunjukkan bahwa integrasi antara YOLOv11, OCR berbasis CCT, database kendaraan, dan *frontend* monitoring dapat berjalan dengan baik pada prototype sistem. Namun, pada kondisi pencahayaan rendah dan sudut pengambilan gambar yang terlalu miring, sistem masih mengalami penurunan performa OCR dan keterlambatan pembacaan karakter. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas citra masih menjadi faktor penting yang mempengaruhi performa sistem ALPR secara *real-time*.

5. KESIMPULAN

- a. Prototype sistem gerbang otomatis berbasis *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) berhasil dikembangkan menggunakan metode YOLOv11 untuk mendeteksi plat nomor kendaraan dan OCR berbasis *Compact Convolutional Transformer* (CCT) untuk mengenali karakter plat nomor kendaraan Indonesia secara *real-time*. Sistem yang dikembangkan juga berhasil diintegrasikan dengan kamera, database kendaraan, dan *frontend* monitoring sehingga mampu melakukan proses identifikasi dan validasi kendaraan secara otomatis.
- b. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses *fine-tuning* menggunakan dataset lokal berhasil meningkatkan performa model OCR. Nilai *plate accuracy* meningkat dari 75,71% menjadi 82,86%, sedangkan *character accuracy* mencapai 98,14%.
- c. Penerapan metode *Consecutive Result* mampu meningkatkan kestabilan hasil pembacaan OCR pada video *real-time* dengan mengurangi kesalahan pembacaan akibat *motion blur*, perubahan pencahayaan, dan pergerakan kendaraan.
- d. Sistem masih memiliki keterbatasan pada kondisi pencahayaan rendah, sudut pengambilan gambar yang terlalu miring, dan kualitas citra yang kurang stabil sehingga mempengaruhi akurasi pembacaan OCR pada beberapa kondisi pengujian.
- e. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah jumlah dataset plat nomor kendaraan Indonesia, meningkatkan kualitas proses pengolahan citra, serta mengembangkan prototype menjadi sistem gerbang otomatis berbasis perangkat keras (*hardware*) secara langsung untuk mendukung implementasi pada lingkungan nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Purwanto and M. Septiani, "Implementasi Automatic License Plate Recognition untuk mengurangi pelanggaran lalu lintas berbasis Artificial Intelligence," *Inform. Educ. Prof. J. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 148, Dec. 2023, doi: 10.51211/itbi.v8i2.2572.
- [2] H. Herfandi, M. A. Aldiansyah, M. J. M. Julkarnain, and A. Susilo Yuda Irawan, "Penerapan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Versi 8 dan Convolutional Neural Network (CNN) Dan Image Processing pada Aplikasi Automatic Number Plate Recognition (ANPR)," *Syntax J. Inform.*, vol. 14, no. 01, pp. 63–77, May 2025, doi: 10.35706/syji.v14i01.13074.
- [3] N. Salsabila and S. Sriani, "Enhancing Automated Vehicle License Plate Recognition with YOLOv8 and EasyOCR," *J. Inf. Syst. Inform.*, vol. 6, no. 3, pp. 1577–1597, Sep. 2024, doi: 10.51519/journalisi.v6i3.848.
- [4] A. A. Mahersatillah Suradi, M. F. Rasyid, and M. Rizal, "Deteksi Tingkat Kematangan Buah Apel Menggunakan Segmentasi Ruang Warna HSV," no. 1, 2023.
- [5] A. A. M. Suradi, S. Alam, and M. F. Rasyid, "Sistem Deteksi Kantuk Pengemudi Mobil Berdasarkan Analisis Rasio Mata Menggunakan Computer Vision," vol. 5, 2023.
- [6] M. A. C. Aulia, P. Prasetyawan, N. S. Utami, and U. A. Ramadhani, "Automatic License Plate Recognition (ALPRON) Using Optical Character Recognition Method," *J. Appl. Inform. Comput.*, vol. 9, no. 3, pp. 1082–1087, Jun. 2025, doi: 10.30871/jaic.v9i3.9903.
- [7] M. Dzulfahmi Alwi, I. S. Pradjojowaty, and T. Arifianto, "PENERAPAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) UNTUK MENDETEKSI SARANA PERKERETAAPIAN," *SPIRIT*, vol. 16, no. 2, Nov. 2024, doi: 10.53567/spirit.v16i2.342.
- [8] A. F. Hakim, A. Febryanty Tambunan, M. D. Mahardhika, and R. Abdillah Rosyad, "Penerapan Algoritma YOLOv11 dalam Sistem Deteksi Kecelakaan pada Lalu Lintas dengan Integrasi Notifikasi Telegram," *J. Ilmu Komput. Dan Bisnis*, vol. 17, no. 1, pp. 32–44, May 2026, doi: 10.47927/jikb.v17i1.1169.
- [9] M. Asifaq, D. Danianti, D. P. Wijaya, and A. S. Yazid, "PENERAPAN METODE YOLOv11 DALAM MENDETEKSI GESTUR TANGAN ALFABET BISINDO BERBASIS WEBSITE," vol. 10, no. 1, 2026.
- [10] K. A. Puteri, F. Alifia, P. A. Lailatulrahmi, G. P. Mindara, and E. P. Giri, "PERBANDINGAN AKURASI TESSERACT DAN EASYOCR SEBELUM DAN SESUDAH PRAPEMROSESAN PADA

- CITRA NOTA,” *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, Jan. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8603.
- [11] A. Aprilino and I. H. Al Amin, “IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO DAN TESSERACT OCR PADA SISTEM DETEKSI PLAT NOMOR OTOMATIS,” *J. Teknoinfo*, vol. 16, no. 1, p. 54, Jan. 2022, doi: 10.33365/jti.v16i1.1522.
- [12] A. I. Jajja *et al.*, “Compact Convolutional Transformer (CCT)-Based Approach for Whitefly Attack Detection in Cotton Crops,” *Agriculture*, vol. 12, no. 10, p. 1529, Sep. 2022, doi: 10.3390/agriculture12101529.
- [13] H. Nurdiana, N. Lestari, Rusdiyanto, and A. Sobri, “Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Berdasarkan Kondisi Daun Menggunakan Compact Convolutional Transformers,” *Komputa J. Ilm. Komput. Dan Inform.*, vol. 14, no. 1, Apr. 2025.
- [14] M. R. Joyonegoro and E. Setyati, “Deteksi dan Pengenalan Dua Variasi Plat Nomor Kendaraan Bermotor di Indonesia Dengan Variasi Waktu dan Pencahayaan Memanfaatkan YOLO V8 dan CNN,” Jan. 2024.
- [15] D. J. Marcelleno and M. P. K. Putra, “PERFORMANCE EVALUATION OF YOLOV8 IN REAL-TIME VEHICLE DETECTION IN VARIOUS ENVIRONMENTAL CONDITIONS,” *J. Tek. Inform. Jutif*, vol. 6, no. 1, pp. 269–279, Feb. 2025, doi: 10.52436/1.jutif.2025.6.1.3916.
- [16] N. A. Kurniawan and C. A. Sari, “Automatic License Plate Detection System with YOLOv11 Algorithm,” *J. Appl. Inform. Comput.*, vol. 9, no. 6, pp. 3097–3109, Dec. 2025, doi: 10.30871/jaic.v9i6.11484.
- [17] F. Martadinata, A. Firdaus, and M. R. T. Amal, “Detection and Identification of Vehicle License Plates in Indonesia Transportation System Based on Deep Learning Using YOLOv11 and Easyocr,” *J. Sisfokom Sist. Inf. Dan Komput.*, vol. 14, no. 4, pp. 573–578, Oct. 2025, doi: 10.32736/sisfokom.v14i4.2524.
- [18] A. Anthony, H. Herman, and A. Yulianto, “Pengembangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Indonesia Menggunakan YOLOv8 dan EasyOCR,” *J. Ilm. Komputasi*, vol. 23, no. 4, Dec. 2024, doi: 10.32409/jikstik.23.4.3659.
- [19] J. Feng *et al.*, “Evaluating OCR Performance for Assistive Technology: Effects of Walking Speed, Camera Placement, and Camera Type,” 2026, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2602.02223.
- [20] Windu Gata, Dwiza Riana, Muhammad Haris, Maria Irmina Prasetyowati, and Dika Putri Metalica, “Automated Indonesian Plate Recognition: YOLOv8 Detection and TensorFlow-CNN Character Classification,” *J. RESTI Rekayasa Sist. Dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 3, pp. 544–553, Jun. 2025, doi: 10.29207/resti.v9i3.6310.