

Implementasi Model YOLOv8 dan OCR pada Sistem ANPR untuk *Monitoring Smart Drop-off Zone*

Zafira A'idah Gunawan^{*1}, Mauladi Fadhillah², Anargya Rabbani Aslam³, Mayanda Mega Santoni⁴, Dodik Ariyanto⁵, Faldiena Marcelita⁶
^{1, 2, 3}Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Sekolah Vokasi, IPB University
Bogor, Indonesia

⁴Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jakarta, Indonesia

^{5, 6}Teknologi Rekayasa Komputer, Sekolah Vokasi, IPB University
Bogor, Indonesia

zafiraaidah@apps.ipb.ac.id¹, fadillahmauladimuhamad@apps.ipb.ac.id², rbannaslam@apps.ipb.ac.id³, megasantoni@upnvj.ac.id⁴,
dodikariyanto@apps.ipb.ac.id⁵, faldiena.m@apps.ipb.ac.id⁶

Abstract. *Drop-off areas in public environments frequently experience congestion due to vehicles stopping beyond the designated time limit. The monitoring process, which is still carried out manually, is considered inefficient as it requires additional personnel and slows down violation enforcement. This research aims to implement an Automatic Number Plate Recognition (ANPR) system based on YOLOv8 and Optical Character Recognition (OCR) for automatic monitoring of a Smart Drop-off Zone. The research dataset was obtained from Roboflow Universe, consisting of 1,870 vehicle images, which was increased to 3,275 images through augmentation processes such as brightness variation, rotation, blurring, and noise addition. The augmentation process was applied only to the training data, while the validation and testing data remained in their original form to preserve the objectivity of the evaluation. The YOLOv8 Nano model was trained for 100 epochs using two input size configurations, namely 640×640 pixels and 416×416 pixels, in order to compare model performance under real-world implementation conditions. The test results showed that Experiment 1, with a 640×640 pixel input, achieved an mAP50 of 0.9214, a precision of 0.9347, and a recall of 0.8795, while Experiment 2, with a 416×416 pixel input, achieved an mAP50 of 0.8084. Although Experiment 1 produced higher evaluation scores, the Experiment 2 model was selected for implementation due to its better detection stability under various environmental conditions, such as low lighting and top-down camera angles. Following the license plate detection process, the OCR system using PaddleOCR successfully read the characters on vehicle plates automatically. The system was then integrated into a web-based application capable of recording vehicle duration, detecting violations, and sending automatic notifications to users. The implementation results indicate that the developed ANPR system is able to support vehicle monitoring in the Smart Drop-off Zone more effectively and efficiently across various environmental conditions.*

Keywords: ANPR, YOLOv8, OCR, license plate detection, smart drop-off zone

Abstrak. Area drop-off pada lingkungan publik sering mengalami kemacetan akibat kendaraan berhenti melebihi batas waktu yang ditentukan. Proses pengawasan yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efisien karena membutuhkan tenaga tambahan dan memperlambat penindakan pelanggaran. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) berbasis YOLOv8 dan *Optical Character Recognition* (OCR) untuk monitoring *Smart Drop-off Zone* secara otomatis. Dataset penelitian diperoleh dari Roboflow Universe

sebanyak 1.870 gambar kendaraan dan ditingkatkan menjadi 3.275 gambar melalui proses augmentasi seperti perubahan pencahayaan, rotasi, blur, dan penambahan noise. Proses augmentasi hanya diterapkan pada data *training*, sedangkan data *validation* dan *testing* tetap menggunakan data asli untuk menjaga objektivitas evaluasi. Model YOLOv8 Nano dilatih menggunakan 100 epoch dengan dua konfigurasi ukuran input, yaitu 640×640 piksel dan 416×416 piksel, untuk membandingkan performa model pada kondisi implementasi nyata. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Eksperimen 1 dengan input 640×640 piksel memperoleh nilai mAP50 sebesar 0.9214, precision sebesar 0.9347, dan recall sebesar 0.8795, sedangkan Eksperimen 2 dengan input 416×416 piksel memperoleh mAP50 sebesar 0.8084. Meskipun Eksperimen 1 menghasilkan nilai evaluasi yang lebih tinggi, model Eksperimen 2 dipilih untuk implementasi karena menunjukkan stabilitas deteksi yang lebih baik pada berbagai kondisi lingkungan seperti pencahayaan rendah dan sudut kamera dari atas. Setelah proses deteksi plat nomor dilakukan, sistem OCR menggunakan PaddleOCR berhasil membaca karakter pada plat kendaraan secara otomatis. Sistem kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web yang mampu melakukan pencatatan durasi kendaraan, deteksi pelanggaran, dan pengiriman notifikasi otomatis kepada pengguna. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem ANPR yang dikembangkan mampu mendukung monitoring kendaraan pada area *Smart Drop-off Zone* secara lebih efektif dan efisien pada berbagai kondisi lingkungan.

Kata Kunci: ANPR, YOLOv8, OCR, deteksi plat nomor, smart drop-off zone

I. PENDAHULUAN

Area *drop-off* pada lingkungan publik seperti bandara, pusat perbelanjaan, maupun area perkantoran sering mengalami permasalahan kendaraan berhenti terlalu lama sehingga menyebabkan kemacetan dan mengganggu kelancaran lalu lintas. Proses pengawasan area *drop-off* umumnya masih dilakukan secara manual oleh petugas sehingga kurang efisien, membutuhkan tenaga tambahan, dan berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam penindakan pelanggaran.

Perkembangan teknologi *Computer Vision* dan *Artificial Intelligence* memungkinkan proses pengawasan kendaraan

dilakukan secara otomatis melalui sistem *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR). Sistem ANPR merupakan teknologi yang mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara otomatis menggunakan kamera, algoritma deteksi objek, dan *Optical Character Recognition* (OCR) [1]. Teknologi ini banyak digunakan pada sistem parkir otomatis, monitoring kendaraan, hingga pengawasan lalu lintas karena mampu mengurangi intervensi manual dalam proses pengawasan kendaraan [2].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode berbasis YOLO dan OCR memiliki performa yang baik dalam mendeteksi dan membaca plat nomor kendaraan. Penelitian berjudul *Deteksi dan Pengenalan Dua Variasi Plat Nomor Kendaraan Bermotor di Indonesia Dengan Variasi Waktu dan Pencahayaan Memanfaatkan YOLO V8 dan CNN* memanfaatkan YOLOv8 dan CNN untuk mendeteksi variasi plat nomor kendaraan di Indonesia dengan hasil deteksi yang akurat pada berbagai kondisi pencahayaan [3]. Penelitian lain oleh Santanu *et al.* (2025) menunjukkan bahwa kombinasi YOLO dan PaddleOCR mampu membaca teks plat nomor kendaraan secara efektif pada sistem ANPR [2]. Selain itu, penelitian berjudul *Automated Indonesian Plate Recognition: YOLOv8 Detection and TensorFlow-CNN Character Classification* juga menjelaskan bahwa penggunaan YOLOv8 memberikan performa deteksi objek yang cepat dan stabil untuk implementasi ANPR [4].

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah berhasil menerapkan metode YOLO dan OCR untuk deteksi serta pembacaan plat nomor kendaraan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada proses pengenalan plat tanpa integrasi terhadap sistem monitoring area *drop-off* dan notifikasi otomatis. Selain itu, implementasi sistem pada pengawasan kendaraan yang berhenti melebihi batas waktu masih belum banyak dikembangkan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem yang tidak hanya mampu mendeteksi dan membaca plat nomor kendaraan, tetapi juga mendukung monitoring pelanggaran secara otomatis.

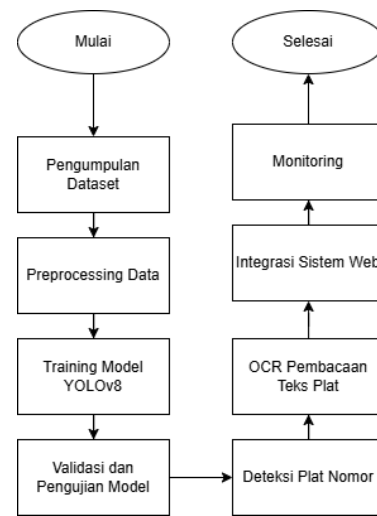
Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem *Automatic Number Plate Recognition (ANPR) Smart Drop-off Zone Enforcer* berbasis web yang mampu mendeteksi kendaraan pada area *drop-off*, membaca plat nomor kendaraan, serta mendukung monitoring pelanggaran secara otomatis. Sistem menggunakan model YOLOv8 untuk mendeteksi plat nomor dan PaddleOCR untuk membaca teks pada plat kendaraan. YOLOv8 dipilih karena memiliki performa deteksi objek yang cepat dan akurat sehingga cocok diterapkan pada sistem monitoring kendaraan. Sementara itu, PaddleOCR dipilih karena memiliki kemampuan pengenalan karakter yang baik pada berbagai kondisi citra, termasuk teks berukuran kecil, pencahayaan yang bervariasi, dan kualitas gambar yang tidak optimal. Selain itu, PaddleOCR mendukung berbagai bahasa, memiliki akurasi yang tinggi, serta dapat diintegrasikan dengan mudah pada sistem berbasis Python sehingga sesuai untuk implementasi sistem ANPR [2], [5]. Sistem yang

dikembangkan juga telah diintegrasikan dengan antarmuka web dan fitur notifikasi otomatis untuk mendukung proses pengawasan kendaraan secara lebih efisien.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem *Automatic Number Plate Recognition (ANPR)* untuk *monitoring Smart Drop-off Zone* terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengumpulan dataset, *preprocessing* data, *training* model, validasi dan pengujian model, implementasi OCR, serta integrasi sistem berbasis web. Alur penelitian dimulai dari proses pengumpulan dataset plat nomor kendaraan yang kemudian diproses melalui tahap *preprocessing* sebelum digunakan pada proses *training* model YOLOv8. Setelah model selesai dilatih, dilakukan validasi dan pengujian model untuk mengevaluasi performa deteksi. Model terbaik hasil *training* kemudian digunakan untuk mendeteksi plat nomor kendaraan dan diproses menggunakan OCR untuk membaca teks pada plat kendaraan. Selanjutnya, hasil deteksi dan pembacaan OCR diintegrasikan ke dalam sistem berbasis web untuk mendukung monitoring kendaraan dan pencatatan pelanggaran secara otomatis.

Alur penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

A. Pemilihan Dataset

Dataset plat nomor kendaraan diperoleh melalui platform Roboflow Universe dan terdiri dari 1870 gambar kendaraan. Pembagian data dilakukan dengan rasio 85% untuk *train*, 10% untuk *validation*, dan 5% untuk *test* [6]. Kelas objek yang digunakan dalam dataset terdiri dari satu kategori utama, yaitu *license plate*, yang merepresentasikan area plat nomor pada kendaraan.

B. Preprocessing Data

Pada tahap *preprocessing* dilakukan proses augmentasi data untuk meningkatkan variasi dataset, seperti perubahan pencahayaan, rotasi, *noise*, *blur*, dan transformasi lainnya.

Dataset awal terdiri dari 1.870 gambar yang dibagi menjadi 85% data train (1.589 gambar), 10% data *validation* (279 gambar), dan 5% data test (186 gambar). Proses augmentasi hanya diterapkan pada data *training* untuk menjaga objektivitas evaluasi, sehingga data *validation* dan *testing* tetap menggunakan data asli. Setelah augmentasi diterapkan, jumlah data train meningkat dari 1.589 gambar menjadi 2.810 gambar, sehingga total data yang digunakan selama proses pelatihan menjadi 3.275 gambar yang terdiri dari 2.810 data *train*, 279 data *validation*, dan 186 data *test* [7]. Teknik augmentasi digunakan untuk membantu model mengenali objek pada berbagai kondisi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan kualitas citra [8]. Selain itu dilakukan penyeragaman ukuran input gambar menjadi 640×640 piksel menggunakan metode *fit resizing* tanpa efek *stretch* agar proporsi karakter pada plat nomor tetap natural dan tidak terdistorsi. Tahap *preprocessing* dan penyesuaian ukuran input penting untuk meningkatkan performa model deteksi objek, khususnya pada objek kecil seperti plat nomor kendaraan [9].

C. Training Model YOLOv8

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah YOLOv8 versi Nano (yolov8n) yang dilatih menggunakan dataset plat nomor kendaraan Indonesia dari Roboflow Universe. Model ini digunakan untuk mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan secara otomatis sebagai bagian dari sistem *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) pada *Smart Drop-off Zone Enforcer*. YOLOv8 dipilih karena memiliki ukuran model yang ringan dan efisien sehingga cocok digunakan pada sistem deteksi kendaraan dengan kebutuhan komputasi yang lebih rendah [6], [10]. Selain itu, YOLOv8 merupakan algoritma *single-stage detector* yang mampu menghasilkan performa deteksi objek yang baik, termasuk pada objek berukuran kecil seperti plat nomor kendaraan [10].

Training dilakukan menggunakan library Ultralytics YOLO dengan model awal yolov8n.pt. Parameter *training* yang digunakan meliputi epoch sebanyak 100, ukuran gambar 640×640 piksel, *batch size* 16, dan *patience* 20. Hasil *training* menghasilkan *model* terbaik yang disimpan dalam file best.pt berdasarkan performa validasi model.

D. Validasi dan Pengujian Model

Validasi dilakukan selama proses *training* menggunakan *validation set* untuk memantau performa model dan menentukan model terbaik berdasarkan nilai evaluasi. Setelah proses *training* selesai, model diuji menggunakan *test set* untuk mengevaluasi performa akhir berdasarkan metrik *precision*, *recall*, *mAP50*, dan *mAP50-95* [4]. Penggunaan metrik evaluasi tersebut umum digunakan pada penelitian deteksi objek berbasis YOLO untuk mengukur kemampuan model dalam mendeteksi objek secara akurat pada berbagai kondisi pengujian [11].

E. Implementasi OCR (*Optical Character Recognition*)

Setelah area plat nomor berhasil dipotong (*cropped*) oleh model YOLOv8, potongan citra tersebut dikirim ke modul

PaddleOCR untuk mengekstraksi teks karakter plat nomor. Proses pada tahap ini meliputi:

- 1) *Binarization* dan *Grayscale*: Mengubah potongan gambar plat nomor menjadi hitam-putih untuk memperjelas bentuk karakter teks.
- 2) *Text Segmentation*: Memisahkan setiap karakter (huruf dan angka) pada plat nomor.
- 3) *Character Recognition*: Mencocokkan pola karakter dengan *library* bahasa/font OCR untuk menghasilkan teks digital berupa string nomor polisi kendaraan (misal: "B 1234 ABC").

F. Integrasi Model ke Sistem Berbasis Website

Model YOLOv8 dan OCR diintegrasikan ke dalam sistem berbasis web untuk mendukung proses monitoring kendaraan pada area *drop-off* secara otomatis. Sistem dirancang untuk menampilkan hasil deteksi kendaraan, pembacaan plat nomor, serta mendukung pengiriman notifikasi pelanggaran secara *real-time*. Alur logika *Smart Drop-off Zone Enforcer* di dalam sistem adalah sebagai berikut:

- 1) Pencatatan waktu dan perhitungan durasi: Ketika kamera mendeteksi kendaraan masuk area *drop-off*, plat nomor dibaca dan disimpan ke *database* bersamaan dengan penanda waktu (*timestamp*).
- 2) Deteksi Pelanggaran: Jika durasi melebihi batas waktu maksimal yang ditentukan, sistem otomatis menandai kendaraan tersebut sebagai pelanggar.
- 3) Notifikasi Otomatis: Sistem web memicu fungsi pengiriman notifikasi/peringatan (misalnya memunculkan alarm visual di layar petugas, menyalakan sirine fisik via IoT, atau mengirim log ke sistem pusat) untuk penindakan lebih lanjut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil *Praprocessing* Dataset

Pada tahap *preprocessing* dilakukan augmentasi data untuk meningkatkan variasi kondisi citra pada dataset plat nomor kendaraan. Teknik augmentasi yang digunakan meliputi perubahan pencahayaan, rotasi, *noise*, *blur*, dan transformasi lainnya. Proses ini bertujuan agar model mampu mengenali plat nomor kendaraan pada berbagai kondisi lingkungan, seperti pencahayaan rendah, sudut pengambilan gambar yang berbeda, serta kualitas kamera yang kurang optimal.

Selain augmentasi, dilakukan penyeragaman ukuran input gambar menjadi 640×640 piksel menggunakan metode *fit resizing* tanpa efek *stretch*. Metode ini digunakan untuk menjaga proporsi karakter pada plat nomor agar tetap natural sehingga proses deteksi objek dan pembacaan OCR dapat berjalan lebih baik.

Hasil *preprocessing* menunjukkan bahwa variasi dataset menjadi lebih beragam dibandingkan dataset awal. Setelah proses augmentasi dilakukan, jumlah dataset meningkat dari

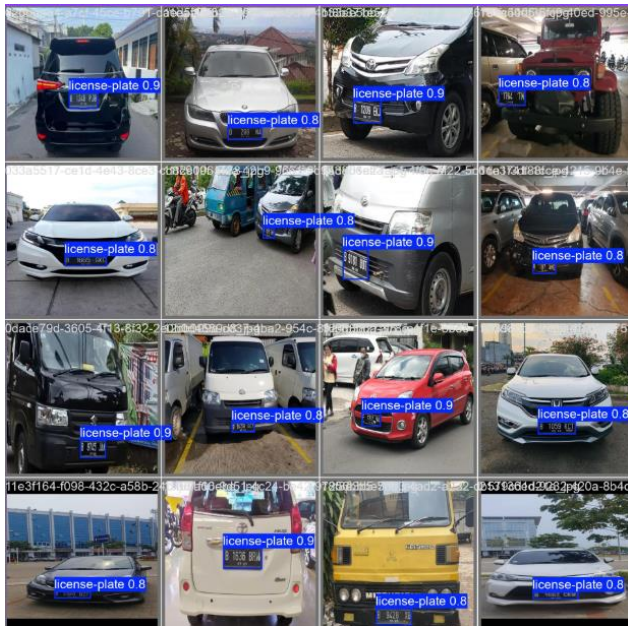
1.870 gambar menjadi 3.275 gambar. Penambahan variasi data ini membantu model untuk belajar mengenali objek plat nomor pada kondisi yang lebih mendekati implementasi nyata di area *drop-off*.

Tabel 1. Pembagian Dataset

Persentase	Jumlah Data
85%	2810
10%	279
5%	186

B. Hasil *Training* Model YOLOv8

Proses *training* dilakukan menggunakan model YOLOv8 versi Nano (yolov8n) dengan parameter epoch sebanyak 100, ukuran input 640×640 piksel, *batch size* 16, dan *patience* 20. *Training* dilakukan menggunakan library Ultralytics YOLO dan menghasilkan model terbaik dalam file best.pt.



Gambar 2. Hasil eksperimen pertama (V1)

Pada tahap awal, model versi pertama (V1) dilatih menggunakan dataset standar dengan kondisi yang relatif ideal, seperti pencahayaan siang hari dan jarak pengambilan gambar yang dekat. Berdasarkan hasil pengujian awal, model mampu mendeteksi plat nomor kendaraan dengan cukup baik pada kondisi normal. Namun, ketika diuji pada kondisi nyata seperti kamera JPO dengan sudut pengambilan dari atas, kondisi malam hari, dan resolusi gambar yang rendah, model mengalami penurunan performa berupa *mis-detection* serta kesulitan mendeteksi objek plat nomor berukuran kecil.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa dataset awal belum cukup merepresentasikan kondisi implementasi sebenarnya di area *drop-off*. Oleh karena itu dilakukan pengembangan model versi kedua (V2) melalui rekayasa dataset dan penambahan data hasil perekaman mandiri pada kondisi *low-light*, sudut pengambilan dari atas, serta jarak kendaraan yang lebih jauh.



Gambar 3. Hasil eksperimen kedua (V2)

Selain penambahan dataset, diterapkan strategi augmentasi berupa penambahan *noise*, *blur*, variasi *brightness*, dan penggunaan metode *fit resizing* tanpa efek *stretch* agar proporsi karakter pada plat nomor tetap terjaga. Strategi tersebut diterapkan untuk meningkatkan kemampuan model dalam mengenali plat nomor pada kondisi nyata di lapangan.

Berdasarkan hasil pengujian, model versi kedua menunjukkan peningkatan stabilitas deteksi dibandingkan model sebelumnya, terutama pada kondisi pencahayaan rendah, jarak jauh, dan sudut pengambilan kamera dari atas. Plat nomor yang sebelumnya sulit dideteksi kini berhasil dikenali dan diberikan *bounding box* dengan *confidence score* yang lebih stabil.

Tabel 2. Hasil eksperimen

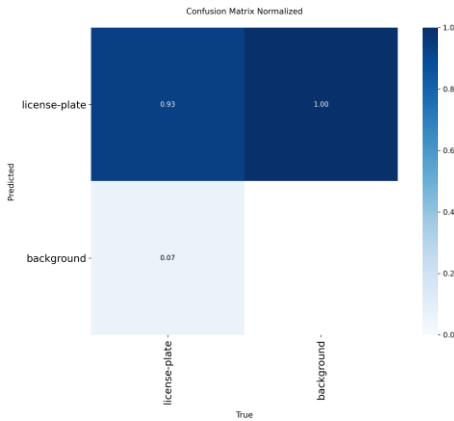
Parameter	Eksperimen 1 (V1)	Eksperimen 2 (V2)
imgsz	640	416
batch	16	32
mAP50 (test)	0.9214	0.8084
MAP50-95 (test)	0.6179	0.5175
Precision	0.9347	0.8896
Recall	0.8795	0.7768

Tabel 2 menunjukkan hasil eksperimen terhadap beberapa konfigurasi parameter model. Eksperimen 1 (V1) menggunakan ukuran input 640×640 piksel dengan *batch size* 16, sedangkan Eksperimen 2 (V2) menggunakan ukuran input 416×416 piksel dengan *batch size* 32. Berdasarkan hasil evaluasi, Eksperimen 1 memperoleh nilai *mAP50* sebesar 0.9214, *MAP50-95* sebesar 0.6179, *precision* sebesar 0.9347, dan *recall* sebesar 0.8795. Sementara itu, Eksperimen 2 (V2) memperoleh nilai *mAP50* sebesar 0.8084, *MAP50-95* sebesar 0.5175, *precision* sebesar 0.8896, dan *recall* sebesar 0.7768.

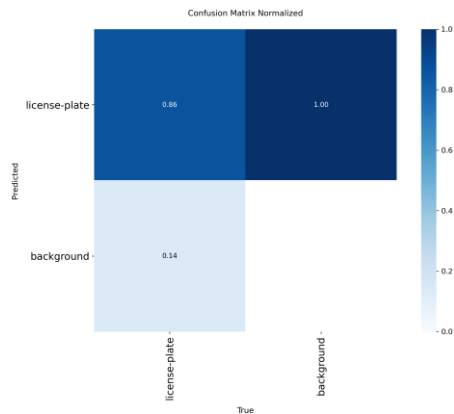
Meskipun Eksperimen 1 (V1) menghasilkan nilai evaluasi yang lebih tinggi, model masih menunjukkan performa yang kurang stabil pada kondisi implementasi nyata. Sebaliknya, Eksperimen 2 menghasilkan akurasi yang sedikit lebih rendah, tetapi memberikan proses inferensi yang lebih ringan dan stabil ketika diuji pada berbagai kondisi lingkungan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilihan model tidak hanya

mempertimbangkan nilai akurasi, tetapi juga stabilitas deteksi dan efisiensi komputasi sesuai kebutuhan implementasi sistem. Berdasarkan pertimbangan tersebut, Eksperimen 2 (V2) ditetapkan sebagai model terbaik untuk implementasi sistem karena mengutamakan stabilitas dan kemampuan generalisasi pada kondisi nyata dibandingkan nilai akurasi semata.

C. Confusion Matrix



Gambar 4. Confusion matrix eksperimen pertama (V1)



Gambar 5. Confusion matrix eksperimen kedua (V2)

Berdasarkan confusion matrix ternormalisasi pada kedua eksperimen, terlihat perbedaan karakteristik performa antara model versi pertama (V1) dan model versi kedua (V2). Model versi pertama (V1) memperoleh nilai *True Positive* sebesar 0.93 yang menunjukkan bahwa sekitar 93% objek plat nomor berhasil dideteksi dengan benar, sedangkan nilai *False Negative* sebesar 0.07 menunjukkan masih terdapat sekitar 7% objek plat nomor yang gagal terdeteksi. Nilai deteksi yang tinggi ini menunjukkan bahwa model memiliki sensitivitas yang baik terhadap objek plat nomor. Namun, model cenderung mengalami *overfitting* atau bias tinggi karena performanya sangat baik pada data tertentu tetapi kurang stabil ketika diuji pada kondisi lingkungan baru atau berbeda dari data *training*.

Sementara itu, model versi kedua (V2) memperoleh nilai *True Positive* sebesar 0.86 dan *False Negative* sebesar 0.14. Meskipun tingkat deteksinya lebih rendah dibandingkan model versi pertama (V1), model ini menunjukkan kemampuan generalisasi yang lebih baik terhadap data baru. Hal tersebut terlihat dari performa deteksi yang lebih stabil pada berbagai kondisi lingkungan seperti pencahayaan rendah, sudut pengambilan kamera dari atas, dan kualitas gambar yang bervariasi. Perbedaan karakteristik performa antara kedua model tersebut juga dapat diamati secara visual pada hasil inferensi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3, di mana model V2 menghasilkan *bounding box* yang lebih stabil pada kondisi sudut kamera dari atas dan pencahayaan rendah dibandingkan model V1. Dengan demikian, model versi kedua (V2) dipilih sebagai model implementasi karena memiliki stabilitas dan kemampuan adaptasi yang lebih baik pada kondisi nyata meskipun nilai evaluasi akurasi sedikit lebih rendah dibandingkan model versi pertama (V1).

D. Hasil Implementasi dan Pengujian

Tahap implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan model deteksi plat nomor kendaraan berbasis YOLOv8 dengan modul PaddleOCR ke dalam sistem ANPR berbasis web. Sistem menerima input berupa video rekaman CCTV pada area *drop-off*. Setelah video diunggah, pengguna menentukan area atau *region of interest* yang akan dipantau serta memasukkan alamat email untuk kebutuhan notifikasi sistem. Selanjutnya, model YOLOv8 melakukan proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan dan menghasilkan *bounding box* pada area plat yang teridentifikasi. Area plat nomor yang telah terdeteksi kemudian diproses menggunakan OCR untuk membaca karakter pada plat nomor kendaraan secara otomatis.

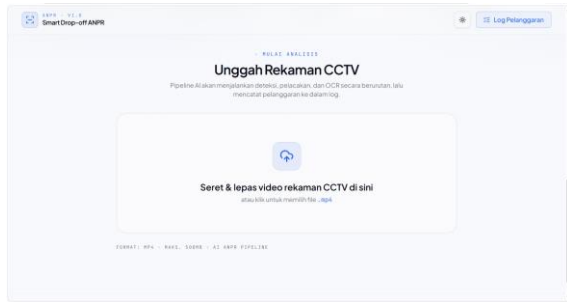
1) Tampilan Awal



Gambar 6. Tampilan awal website

Tampilan awal *website* berupa *landing page* yang menampilkan informasi singkat mengenai sistem ANPR (*Automatic Number Plate Recognition*) untuk monitoring area *Smart Drop-off Zone*. Pada halaman ini pengguna dapat melihat penjelasan fungsi sistem, fitur utama, serta menu untuk memulai proses deteksi kendaraan. Tampilan dirancang sederhana agar pengguna dapat memahami alur penggunaan sistem dengan mudah.

2) Unggah Rekaman CCTV



Gambar 7. Fitur unggah rekaman CCTV

Pada tahap ini pengguna mengunggah video rekaman CCTV yang akan diproses oleh sistem. Video yang diunggah berisi rekaman kendaraan pada area *drop-off* yang nantinya digunakan sebagai input untuk proses deteksi plat nomor kendaraan. Sistem akan menerima *file* video dan mempersiapkannya untuk tahap inferensi model YOLOv8.

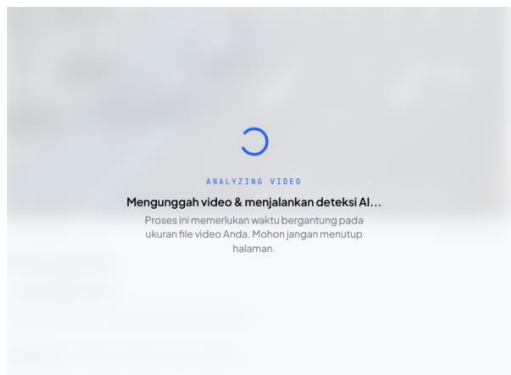
3) Menentukan *Region of Interest* dan Memasukkan Email Pengguna



Gambar 8. Memasukkan *region of interest* dan email

Pengguna menentukan area atau *region of interest* pada video yang akan dipantau oleh sistem untuk membatasi fokus deteksi kendaraan pada area *drop-off* tertentu. Setelah itu, pengguna diminta memasukkan alamat email yang akan digunakan sistem sebagai sarana pengiriman hasil monitoring dan notifikasi pelanggaran kendaraan secara otomatis.

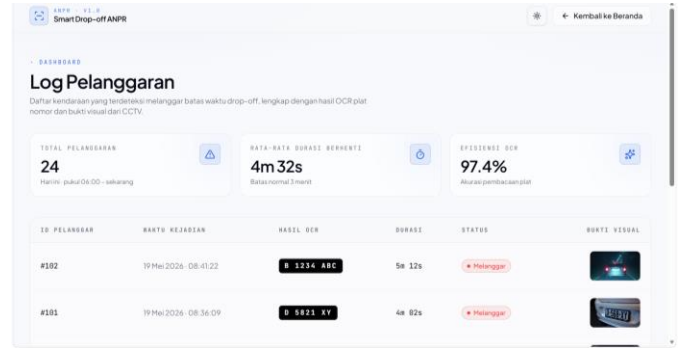
4) Deteksi Plat Nomor



Gambar 9. Deteksi plat nomor

Setelah video berhasil diunggah, sistem menjalankan model YOLOv8 untuk mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan pada setiap *frame video*. Selanjutnya area plat yang telah terdeteksi diproses menggunakan OCR untuk membaca karakter pada plat nomor kendaraan secara otomatis.

5) Hasil Deteksi



Gambar 10. Hasil deteksi plat nomor

Sistem juga menampilkan hasil pembacaan teks plat nomor kendaraan, waktu deteksi, durasi, dan informasi kendaraan yang teridentifikasi. Hasil tersebut dapat digunakan untuk membantu proses *monitoring* kendaraan pada area *drop-off*. Apabila kendaraan terdeteksi melanggar sistem akan mengirim notifikasi kepada pengguna melalui email.

Tabel 3. Hasil pengujian sistem

Skenario pengujian	Parameter Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil pengujian
Mengunggah video	Sistem menerima file video yang diunggah pengguna	Video berhasil diunggah dan diproses oleh sistem	Sesuai
Menentukan <i>region of interest</i>	Pengguna dapat memilih area pemantauan pada video	Area pemantauan berhasil ditentukan dan tersimpan	Sesuai
Memasukkan email pengguna	Sistem menerima alamat email yang valid	Email berhasil disimpan untuk kebutuhan notifikasi	Sesuai
Deteksi plat nomor kendaraan	Model YOLOv8 mendeteksi area plat nomor pada video	Plat nomor berhasil dideteksi dan ditampilkan dalam <i>bounding box</i>	Sesuai
Pembacaan karakter plat nomor	PaddleOCR membaca karakter pada area plat yang terdeteksi	Karakter plat nomor berhasil diekstraksi menjadi teks	Sesuai
Deteksi Pelanggaran	Sistem menghitung durasi kendaraan pada area <i>drop-off</i>	Kendaraan yang melebihi batas waktu teridentifikasi sebagai pelanggaran	Sesuai
Pengiriman notifikasi	Sistem mengirimkan hasil <i>monitoring</i> ke email pengguna	Notifikasi berhasil diterima pada email tujuan	Sesuai
Menampilkan hasil deteksi	Sistem menampilkan hasil	Informasi kendaraan dan	Sesuai

	deteksi pada antarmuka web	plat nomor tampil dengan benar	
--	----------------------------	--------------------------------	--

Berdasarkan hasil pengujian fungsional sistem pada Tabel 3, seluruh fitur utama pada *website* ANPR berhasil dijalankan sesuai dengan kebutuhan sistem. Proses unggah video berjalan dengan baik, di mana sistem mampu menerima dan memproses file video yang diberikan oleh pengguna. Fitur penentuan *region of interest* juga berfungsi dengan baik sehingga area pemantauan dapat ditentukan sesuai kebutuhan monitoring pada area *drop-off*. Selain itu, sistem berhasil menerima dan menyimpan alamat email pengguna yang digunakan untuk pengiriman notifikasi.

Pada proses deteksi, model YOLOv8 mampu mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan pada video yang diunggah dan menghasilkan *bounding box* pada area plat yang teridentifikasi. Selanjutnya, PaddleOCR berhasil membaca karakter pada plat nomor kendaraan sehingga informasi kendaraan dapat diekstraksi secara otomatis. Sistem juga mampu melakukan identifikasi kendaraan yang melakukan pelanggaran berdasarkan durasi keberadaan kendaraan pada area yang dipantau.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur pengiriman notifikasi berjalan dengan baik, di mana sistem berhasil mengirimkan informasi hasil *monitoring* dan data pelanggaran kendaraan ke alamat email yang telah didaftarkan pengguna. Selain itu, seluruh hasil deteksi dapat ditampilkan pada antarmuka *website*, termasuk informasi plat nomor kendaraan dan bukti visual hasil deteksi. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem telah berjalan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) berbasis web untuk monitoring *Smart Drop-off Zone* menggunakan model YOLOv8 dan OCR. Sistem mampu mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan, membaca karakter plat nomor secara otomatis, menghitung durasi kendaraan berada pada area *drop-off*, serta memberikan notifikasi pelanggaran secara *real-time*. Integrasi teknologi *Computer Vision* dan OCR pada sistem berhasil membantu proses *monitoring* kendaraan menjadi lebih otomatis dan efisien dibandingkan pengawasan manual.

Berdasarkan hasil pengujian, model yang dikembangkan mampu melakukan deteksi plat nomor kendaraan pada berbagai kondisi lingkungan, termasuk pencahayaan rendah, sudut kamera dari atas, serta jarak kendaraan yang cukup jauh. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat menjalankan fitur unggah video, deteksi pelanggaran kendaraan, dan pengiriman notifikasi melalui antarmuka web dengan baik. Penggunaan strategi augmentasi data dan penyesuaian *preprocessing* juga membantu meningkatkan kemampuan model dalam mengenali plat nomor pada kondisi implementasi nyata.

Dengan demikian, kombinasi YOLOv8 dan OCR dapat diterapkan secara efektif pada sistem *monitoring Smart Drop-off Zone* untuk mendukung proses pengawasan kendaraan secara otomatis. Untuk penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan penambahan fitur tracking kendaraan secara *real-time*, penggunaan dataset yang lebih beragam, serta integrasi langsung dengan kamera CCTV dan perangkat IoT agar performa sistem menjadi lebih optimal pada implementasi skala nyata.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan jurnal ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Mega, Bapak Dodik, dan Ibu Faldiena selaku pengampu mata kuliah yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga sehingga jurnal ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan dan pihak-pihak lain yang turut membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Shambharkar, S. Salagrama, K. Sharma, O. Mishra, and D. Parashar, "An Automatic Framework for Number Plate Detection using OCR and Deep Learning Approach," (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 4, p. 2023, 2023, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140402>.
- [2] J. R. Santanu, M. R. Y. Pratama, D. A. Maulana, N. F. Hernanda, and M. Munsarif, "Deteksi dan Pembacaan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan YOLO dan EasyOCR," *Jurnal Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 90–94, Aug. 2025, doi: <https://doi.org/10.26714/jkti.v3i2.18673>.
- [3] 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," *KONVERGENSI Teknologi Informasi & Komunikasi*, vol. 20, no. 1, pp. 11–17, 2024, doi: <https://doi.org/10.30996/konv.v20i1.10878>.
- [4] W. Gata, D. Riana, M. Haris, M. I. Prasetyowati, and D. P. Metalica, "Automated Indonesian Plate Recognition: YOLOv8 Detection and TensorFlow-CNN Character Classification," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, vol. 9, no. 3, pp. 544–553, Jun. 2025, doi: <https://doi.org/10.29207/resti.v9i3.6310>.
- [5] Y. Du *et al.*, "PP-OCR: A Practical Ultra Lightweight OCR System," Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.09941>.
- [6] C. Shorten and T. M. Khoshgoftaar, "A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning," *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, Dec. 2019, doi: <http://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>.
- [7] Sugeng and N. Widyanto, "Perbaikan Kualitas Gambar untuk Deteksi Plat Nomor Kendaraan dengan Metode Super Resolution GANs," *Jurnal Buana Informatika*, vol. 16, Oct. 2025.
- [8] Sunarta, M. I. E. P. A. Putra, M. D. Chaidir, R. A. Piliang, and A. Songklanaita, "Implementasi dan Pengembangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Secara Otomatis Menggunakan Yolo v5 dan Google Vision OCR," *Jiip (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, vol. 8, no. 7, pp. 7745–7753, Jul. 2025, doi: <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i7.8746>.
- [9] G. S. Susilo and D. U. K. Putri, "Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan dengan Metode Deep Learning," *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 14, no. 1, p. 13, Apr. 2024, doi: <http://doi.org/10.22146/ijeis.91555>.
- [10] J. Terven, D. M. Córdova-Esparza, and J. A. Romero-González, "A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS," *Mach. Learn. Knowl.*

Extr., vol. 5, no. 4, pp. 1680–1716, Dec. 2023, doi:
<http://doi.org/10.3390/make5040083>.

- [11] M. Y. Efendi and M. H. F. Abidin, “Implementasi Klasifikasi Jenis Kendaraan di Indonesia Menggunakan YOLO,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, Surabaya, Apr. 2024. doi:
<https://doi.org/10.31284/p.snestik.2024.5788>.