

Deteksi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan YOLOv8 dan Tesseract untuk Monitoring Durasi Parkir

JURNAL ILMIAH

Oleh:

LUKMAN NURHAKIM

NPM: 212310002



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS INFORMATIKA DAN PARIWISATA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA KESATUAN
BOGOR
2025**



Nama : Lukman Nurhakim
NPM : 212310002
Fakultas : Fakultas Informatika dan Pariwisata
Program Studi : S1 Teknologi Informasi
Judul Penelitian : Deteksi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan YOLOv8 dan Tesseract untuk Monitoring Durasi Parkir
Dosen Pembimbing : Septian Cahyadi, S.Kom., M.Kom.
Hari, Tanggal : Kamis, 24 Juli 2025
Tempat : Institut Bisnis dan Informatika Kesatuan

Dosen Pembimbing:

Septian Cahyadi, S.Kom., M.Kom.

Deteksi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan YOLOv8 dan Tesseract untuk Monitoring Durasi Parkir

Lukman Nurhakim¹, Septian Cahyadi²

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Informatika dan Pariwisata,

Institut Bisnis dan Informatika Kesatuan

Jl. Ranggagading, 16123, Bogor, Jawa Barat

E-Mail: 212310002@student.ibik.ac.id¹, scahyadi@ibik.ac.id²

ABSTRACT

Traffic congestion at highway rest areas frequently occurs, especially during the homecoming season and long holidays. One of the main causes is the large number of vehicles parking beyond the maximum time limit of three hours, as regulated in the Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing (PUPR) Number 28 of 2021 Article 31. However, the limited capacity for manual supervision by officers makes it difficult to enforce this rule optimally at highway rest areas. To address this issue, this study developed an automated system capable of detecting and recognizing vehicle license plates in real-time, recording vehicle entry and exit times, and accurately calculating parking duration. The system integrates the YOLOv8 object detection model for license plate detection and Tesseract for character recognition. Testing was conducted at the entrance and exit gates of highway rest areas under various lighting conditions and viewing angles. The test results showed that the system achieved a detection accuracy of 85% and a character recognition accuracy of 66%. Based on these results, the system is considered effective and has the potential to be implemented as an automated solution for monitoring parking duration, thereby supporting more orderly and efficient rest area management policies.

Keywords: license plate, parking duration, real-time, Tesseract, YOLOv8

ABSTRAK

Kemacetan di *rest area* jalan tol sering terjadi, khususnya pada masa mudik dan libur panjang. Salah satu penyebab utama adalah karena banyak kendaraan yang parkir melebihi batas waktu maksimal tiga jam, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 Tahun 2021 Pasal 31. Namun, keterbatasan pengawasan manual oleh petugas menyebabkan aturan tersebut sulit diterapkan secara optimal pada *rest area* jalan tol. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini telah mengembangkan sebuah sistem otomatis yang mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara *real-time*, mencatat waktu kedatangan dan keberangkatan kendaraan, serta menghitung durasi parkir secara akurat. Sistem ini mengintegrasikan model deteksi objek YOLOv8 untuk mendeteksi plat nomor dan Tesseract untuk mengenali karakter pada plat tersebut. Pengujian dilakukan pada gerbang masuk dan keluar *rest area* jalan tol dengan berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi deteksi sebesar 85% dan akurasi pengenalan karakter sebesar 66%. Berdasarkan hasil tersebut, sistem dinilai cukup efektif dan berpotensi diterapkan sebagai solusi otomatisasi pemantauan durasi parkir, sehingga dapat mendukung kebijakan pengelolaan *rest area* yang lebih tertib dan efisien.

Kata kunci: durasi parkir, plat nomor, *real-time*, Tesseract, YOLOv8

PENDAHULUAN

Rest area di jalan tol bertujuan sebagai fasilitas untuk menyediakan ruang bagi pengemudi untuk beristirahat, mengisi bahan bakar dan memulihkan konsentrasi sebelum melanjutkan perjalanan. Fasilitas ini juga berperan penting dalam mencegah kecelakaan lalu lintas [1]. Namun, pengelolaan *rest area* masih menghadapi tantangan besar dalam manajemen parkir, terutama saat arus mudik dan liburan ketika jumlah kendaraan meningkat hingga 30% dibanding hari biasa [2]. Salah satu lokasi dengan tingkat kepadatan tertinggi teridentifikasi di KM 57 Tol Jakarta-Cikampek. Pada periode mudik lebaran 2023, khususnya menjelang waktu sahur dan berbuka, volume kendaraan pada *rest area* tersebut mengalami peningkatan signifikan dari rata-rata 6.000 menjadi 18.000 unit per hari, yang mayoritas merupakan kendaraan pribadi [3]. Faktor utama penyebab kemacetan adalah banyaknya kendaraan yang parkir melebihi batas waktu maksimal tiga jam sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 Tahun 2021 Pasal 31 [4]. Namun, peraturan ini memiliki kendala dalam pelaksanaannya, terutama dalam hal pengawasan terhadap durasi parkir kendaraan. Aturan ini sulit untuk ditegakkan tanpa adanya sistem pemantauan durasi parkir yang efektif [5]. Karena *rest area* merupakan fasilitas publik tanpa biaya parkir, sistem *gate parking* tidak dapat digunakan. Hal ini juga dapat menyebabkan antrian kendaraan di pintu masuk dan keluar *rest area*. Akibatnya, pengawasan durasi parkir menjadi terbatas dan belum bisa diterapkan [6].

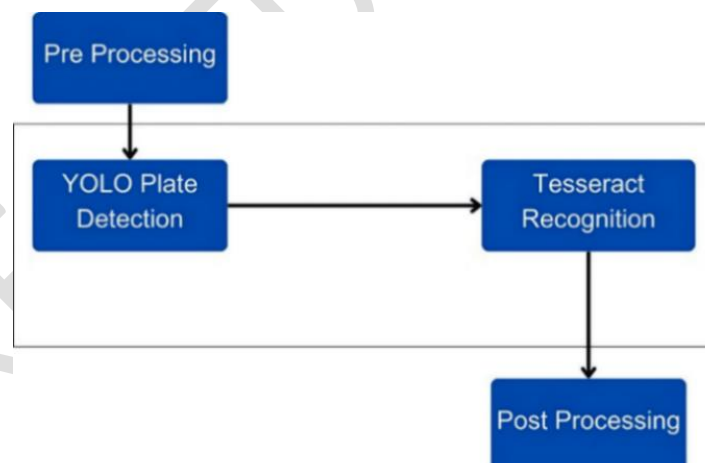
Solusi yang dapat diimplementasikan adalah pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan untuk mendeteksi plat nomor kendaraan secara otomatis. Plat nomor berfungsi sebagai identitas unik yang dapat digunakan untuk mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan [7]. Pendekatan *deep learning*, seperti YOLO (*You Only Look Once*), menawarkan solusi efektif dalam deteksi plat nomor kendaraan. YOLO dikenal unggul dalam kecepatan deteksi dibandingkan dengan metode *deep learning* lainnya, sehingga cocok untuk pemantauan *real-time* [8]. Penelitian menunjukkan YOLOv4 mencapai akurasi 96% dengan waktu pelatihan dua jam, lebih unggul dibanding R-CNN yang hanya mencapai 87,8% dan memerlukan empat jam pelatihan [9]. Kemudian, dengan

menggabungkan YOLO dan Tesseract dapat dilakukan deteksi dan pengenalan karakter pada plat nomor, dan telah berhasil digunakan dalam penelitian sebelumnya dengan akurasi deteksi 89% dan pengenalan karakter 87% dalam pengujian *real-time* pada jarak 3 meter [10]. Penelitian lain juga menunjukkan YOLOv5 dan Tesseract dapat mencapai akurasi deteksi 85% dan pengenalan karakter 70%, dalam pengujian berbagai kondisi pencahayaan [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini penulis telah mengembangkan sebuah sistem deteksi plat nomor kendaraan secara *real-time* menggunakan YOLOv8 dan Tesseract untuk monitoring durasi parkir pada *rest area* jalan tol. Sehingga, dengan adanya sistem ini dapat membantu pengelola untuk menerapkan aturan batasan parkir dan dapat mengurangi kemacetan pada *rest area* jalan tol.

METODE PENELITIAN

Proses penelitian ini dirancang dan diimplementasikan secara sistematis berdasarkan alur sistem yang telah dibuat. Pendekatan ini memastikan setiap tahapan mulai dari *pre-processing* hingga *post-processing* data berjalan dengan baik. Tahap *pre-processing* meliputi akuisisi citra dari kamera, pengubahan ukuran citra menjadi 640×360 piksel untuk efisiensi komputasi, serta penentuan area fokus dengan potensi keberadaan objek plat nomor. Selanjutnya, proses deteksi dilakukan menggunakan model YOLOv8 untuk mendeteksi plat nomor pada area fokus. Hasil deteksi kemudian diproses oleh Tesseract untuk melakukan pengenalan karakter pada plat nomor yang terdeteksi. Kemudian, pada tahap *post-processing*. Hasil pengenalan karakter, waktu masuk dan keluar yang disimpan dalam basis data MongoDB, data tersebut divisualisasikan melalui antarmuka berbasis aplikasi desktop menggunakan Tkinter untuk memonitoring durasi parkir kendaraan pada *rest area* jalan tol secara *real-time*.



Gambar 1 Alur sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pelatihan Model YOLOv8

Pada Pelatihan model YOLOv8, digunakan dataset plat nomor kendaraan Indonesia yang didapatkan dari situs Roboflow. Dataset tersebut sudah dilabeli dalam satu kelas “plat nomor” dan sudah melalui tahapan *pra-processing* berupa *auto orientation*, *resize* 640x640, dan *contrast stretching*. Jumlah keseluruhan gambar adalah 22.626 yang terbagi menjadi dua, yaitu untuk data pelatihan sebesar 18.134 (80%) dan validasi 4.492 (20%).

Sebelum dilakukan pelatihan, dataset terlebih dahulu melalui tahap *pre-processing* yang dilakukan default oleh YOLOv8. Pada tahapan ini, sistem memeriksa dan menghapus data duplikat serta anotasi *non-bounding box*. Pada hasil *pre-processing* ini menunjukkan tidak adanya data duplikat dan anotasi *non-bounding box*, sehingga jumlah data tetap sesuai dengan jumlah awal. YOLOv8 juga melakukan *auto augmentasi* data untuk meningkatkan kualitas dan variasi dataset plat nomor kendaraan. Proses ini mencakup berbagai teknik augmentasi seperti *mosaic*, *translate*, *scale*, *fliplr*, *HSV_h*, *HSV_s*, *HSV_v*, *random erasing*, *CLAHE*, *to gray*, *blur*, *median blur*



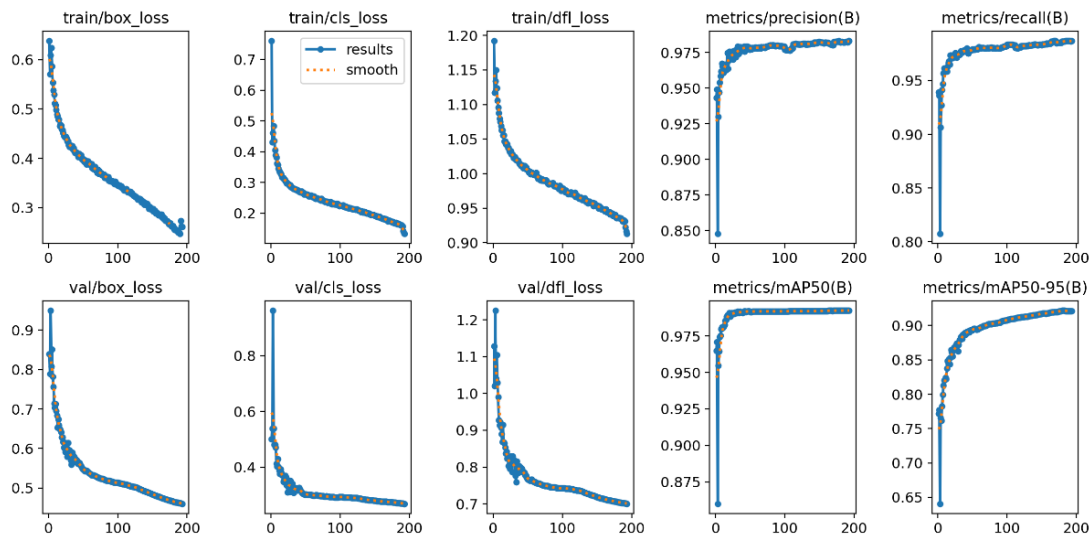
Gambar 2 Visualisasi pada batch pelatihan

Kemudian, dataset digunakan untuk melatih model YOLOv8 dengan menetapkan sejumlah parameter utama yang disesuaikan untuk mendukung performa deteksi. Rincian parameter pelatihan ditampilkan pada berikut:

Tabel 1 Parameter pelatihan

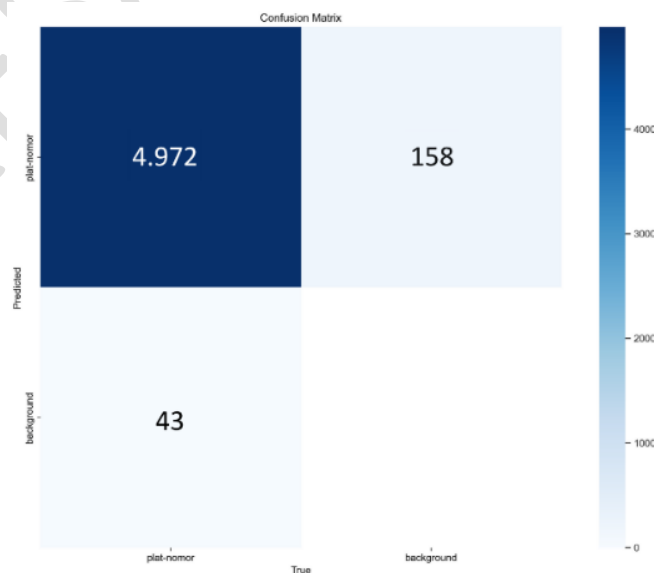
| Parameter | Value |
|----------------------|--------|
| <i>Epoch</i> | 200 |
| <i>Patience</i> | 10 |
| <i>Learning rate</i> | 0,01 |
| <i>Batch size</i> | 32 |
| <i>Optimizer</i> | SGD |
| <i>Momentum</i> | 0,937 |
| <i>Weight decay</i> | 0,0005 |

Model dilatih menggunakan *learning rate* 0,01 yang mengatur laju pembaruan bobot, *batch size* 32 sebagai jumlah data per iterasi, serta optimizer SGD (*Stochastic Gradient Descent*) dengan *momentum* 0,937 untuk mempercepat konvergensi, dan *weight decay* 0,0005 sebagai regularisasi. Dengan menggunakan parameter tersebut, proses pelatihan model YOLOv8 dalam mendeteksi objek plat nomor kendaraan berlangsung selama 12 jam, dan dihentikan pada *epoch* ke-193 dari total 200 *epoch* yang direncanakan. Penghentian ini terjadi karena aktivasi *early stopping* dengan nilai *patience* 10, yaitu pelatihan dihentikan jika tidak ada peningkatan performa selama 10 *epoch* berturut-turut. Sehingga, dari pelatihan ini model mencapai performa terbaik pada *epoch* ke-183 dengan nilai *precision* 0,983, *recall* 0,986, dan pada mAP@50 0,993, serta pada mAP@50–95 0,922. Oleh karena itu, model pada *epoch* ke-183 disimpan sebagai *best.pt* dan digunakan dalam pengembangan sistem monitoring parkir.



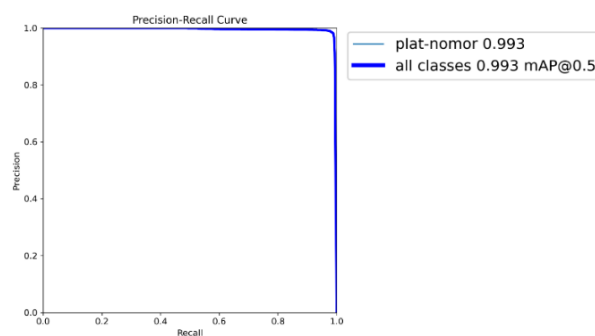
Gambar 3 Grafik hasil evaluasi pelatihan model

Pada Gambar 3 menunjukkan grafik perkembangan model YOLOv8 selama proses pelatihan. Nilai *loss* pada data latih dan validasi mengalami penurunan signifikan, sementara metrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision* (mAP) meningkat secara konsisten. *Box loss* turun dari 0,65 menjadi 0,25, *classification loss* dari 0,75 ke 0,2, dan *distribution focal loss* (dfl) dari 1,2 ke 0,95. Pada data validasi, *box loss* turun dari 0,9 menjadi 0,3, *cls loss* dari 0,85 ke 0,2, dan *dfl loss* dari 1,2 ke 0,8. Hal ini menunjukkan kemampuan generalisasi yang baik tanpa adanya indikasi *overfitting* pada proses pelatihan model. Di sisi lain, nilai *precision* meningkat dari 0,85 menjadi lebih dari 0,975, *recall* dari 0,8 ke lebih dari 0,96, mAP@0,5 mencapai lebih dari 0,98, dan mAP50–95 meningkat hingga di atas 0,90. Hasil ini mencerminkan performa deteksi yang akurat dan konsisten dalam berbagai tingkat kompleksitas. Selanjutnya, dilakukan evaluasi menggunakan *confusion matrix* untuk menilai detail kinerja keseluruhan model YOLOv8 dalam mendeteksi objek plat nomor.



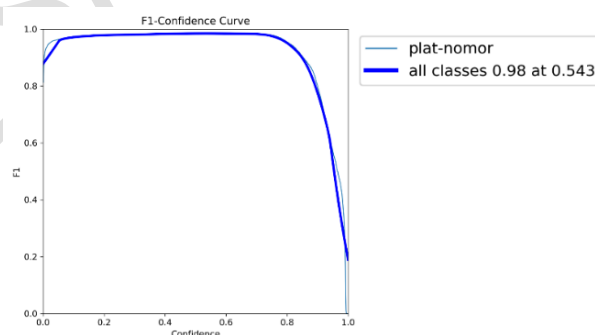
Gambar 4 Hasil evaluasi confusion matrix

Berdasarkan hasil evaluasi, model berhasil mengklasifikasikan sebanyak 4.972 objek plat nomor dengan benar, namun terdapat 158 kasus *false positive* di mana area latar belakang terdeteksi sebagai plat nomor, serta 43 kasus *false negative* di mana objek plat nomor tidak terdeteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki performa deteksi yang baik, dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil dibandingkan jumlah deteksi yang benar. Pada nilai yang sudah dinormalisasi menunjukkan bahwa 99,0 objek plat nomor berhasil dikenali dengan benar (*true positive*), dan 1,0 tidak terdeteksi (*false negative*), serta 0,01 latar belakang diklasifikasikan dengan tepat (*true negative*), yang mencerminkan akurasi dan konsistensi model dalam membedakan antara objek dan *background*. Berdasarkan hasil evaluasi *confusion matrix* tersebut, didapatkan nilai *precision-recall* yang menggambarkan keseimbangan antara presisi dan sensitivitas model pada berikut:



Gambar 5 Grafik hasil evaluasi precision-recall

Nilai *precision* dan *recall* masing-masing mencapai 0,993. Hasil ini mencerminkan performa deteksi yang tinggi dengan kesalahan minimal. Selain itu, nilai mAP@0,5 sebesar 0,993 mengindikasikan tingkat ketepatan deteksi yang sangat baik pada ambang *confidence* 50%. Kemudian, ditampilkan kurva *F1-confidence* yang menggambarkan hubungan antara tingkat kepercayaan (*confidence*) dan nilai *F1-score* sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik hasil evaluasi F1-score

Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan skor tertinggi sebesar 0,98 dicapai pada *confidence* 0,543. Hasil ini menunjukkan nilai keseimbangan optimal antara *precision* dan *recall*. Untuk memberikan gambaran visual dari hasil deteksi plat nomor kendaraan pada proses pelatihan model, maka diberikan tampilan visual hasil validasi deteksi plat nomor dalam berbagai kondisi pada Gambar 7.



Gambar 7 Visualisasi pada hasil validasi

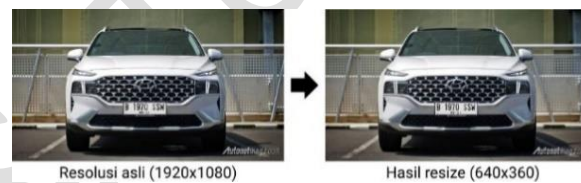
B. Hasil Pengembangan Sistem

Pada bagian ini memberikan hasil pengembangan sistem monitoring parkir pada rest area jalan tol. Pada tahap awal, sistem melakukan proses *image akuisisi* dengan menangkap citra secara kontinu dalam bentuk frame dari input.



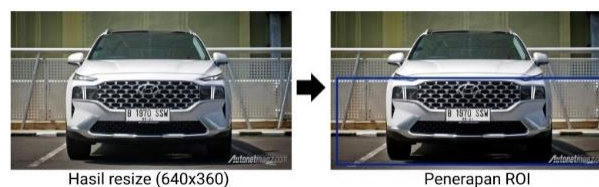
Gambar 8 Hasil image akuisisi

Selanjutnya, citra yang diperoleh kemudian melalui proses *resize image* dengan mengubah ukurannya menjadi 640x360 piksel.



Gambar 9 Hasil resize image

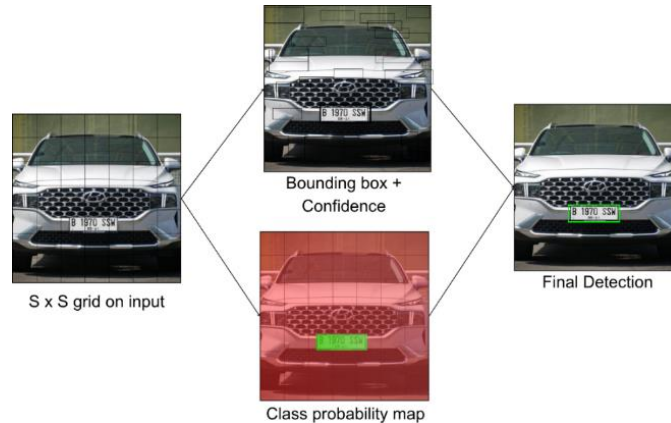
Setelah itu, sistem menetapkan *Region of Interest* (ROI) pada masing-masing stream, yaitu area tertentu dari yang berpotensi mengandung objek plat nomor.



Gambar 10 Hasil penerapan ROI

Kemudian, pada tahap ini dilakukan deteksi plat nomor menggunakan model YOLOv8 yang telah dilatih sebelumnya, proses deteksi dimulai dengan *pre-processing* citra berupa penyesuaian ukuran gambar sesuai format input model yaitu 640x640, dan dibagi menjadi beberapa *grid* dengan ukuran $S \times S$ untuk memprediksi keberadaan objek berdasarkan posisi pusatnya. Setiap sel *grid* memprediksi jumlah *bounding box*. Setiap

bounding box terdiri dari koordinat tengah objek (x,y), dimensi *bounding box* (w,y) dan *confidence score* yang menunjukkan seberapa yakin bahwa terdapat objek di dalam *bounding box*. Selain itu, YOLOv8 menghitung *class probability* untuk mengidentifikasi jenis objek yang terdeteksi.



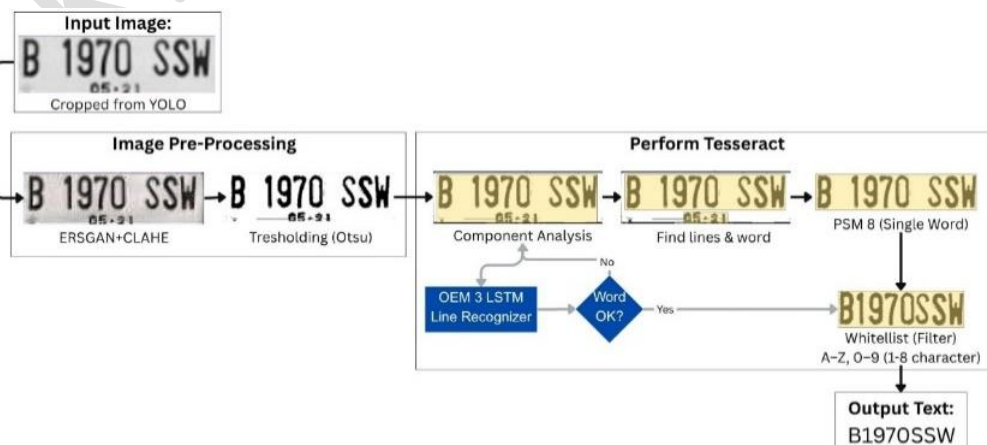
Gambar 11 Model kerja YOLO

Selanjutnya, digunakan nilai *confidence* sebesar 0,8 agar model hanya menampilkan hasil deteksi objek plat nomor dengan tingkat keyakinan $\geq 0,8$, sehingga dapat meminimalkan kesalahan deteksi. Hasil deteksi yang ditampilkan berupa koordinat *bounding box* dan *confidence score*, yang kemudian digunakan sebagai acuan untuk *cropping* gambar pada area plat nomor kendaraan yang terdeteksi.



Gambar 12 Cropping plate

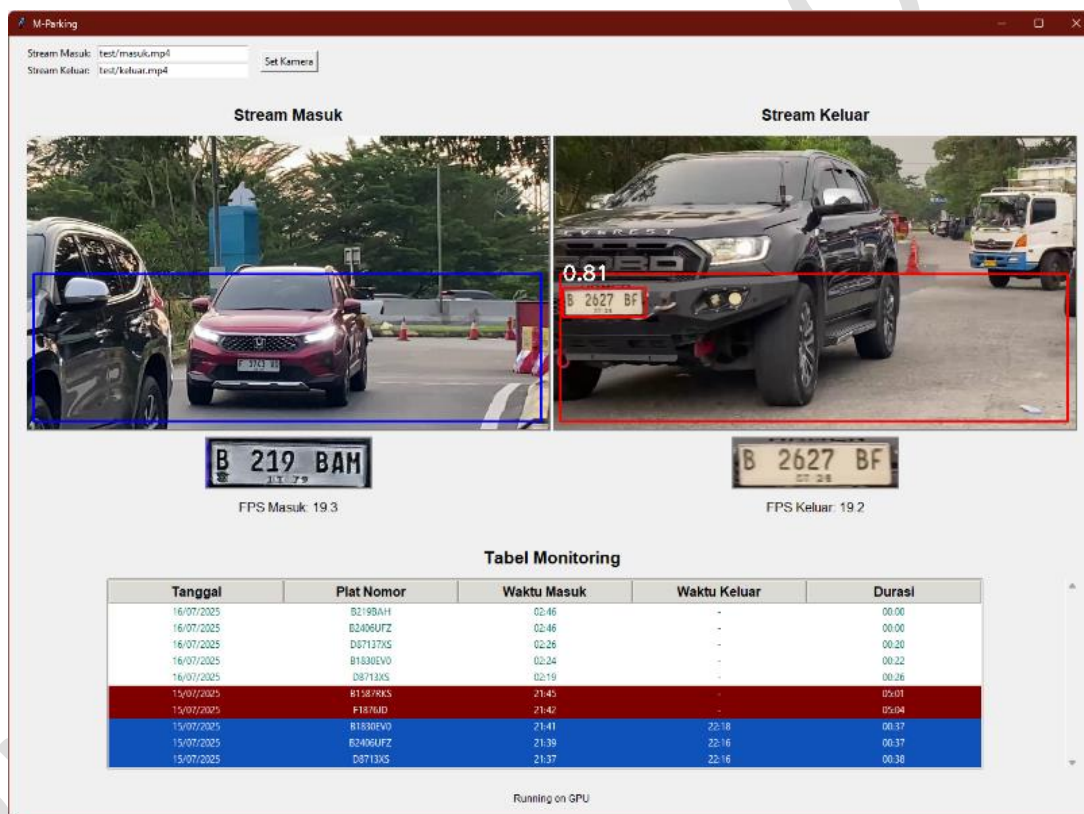
Selanjutnya, gambar hasil *cropping* dikirim ke Tesseract untuk proses pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan. Dengan alur kerja sebagai berikut:



Gambar 13 Arsitektur Tesseract

Pada Gambar 13 menunjukkan arsitektur Tesseract dalam mengenali teks pada gambar hasil *cropping* YOLO. Pada tahap *pre-processing*, citra diperbaiki terlebih dahulu menggunakan ERSGAN untuk peningkatan resolusi dan CLAHE untuk kontras adaptif, kemudian gambar dibinerisasi dengan menggunakan metode *thresholding* Otsu. Selanjutnya, pada tahap perform Tesseract, sistem dimulai dengan analisis komponen untuk memisahkan karakter menggunakan *OCR Engine Mode* (OEM 3) pada Tesseract, yang sepenuhnya mengandalkan model jaringan saraf *Long Short-Term Memory* (LSTM). Kemudian, Tesseract menerapkan *Page Segmentation Mode* (PSM 8) untuk pembacaan karakter dalam satu baris kata, dan selanjutnya melakukan *filtering* karakter dengan menggunakan *whitelist* yang hanya menerima huruf A–Z dan angka 0–9 dengan jumlah maksimal 8 karakter. Hasil akhir dari proses ini adalah teks yang terbaca oleh sistem "B1970SSW".

Selanjutnya, hasil dari proses deteksi menggunakan YOLOv8 dan pengenalan karakter dengan Tesseract diintegrasikan ke dalam antarmuka aplikasi desktop dengan menggunakan Tkinter. Berikut adalah tampilan antarmuka aplikasi monitoring parkir:



Gambar 14 Tampilan aplikasi monitoring parkir

Pada Gambar 14 menunjukkan antarmuka aplikasi monitoring parkir yang menampilkan *video stream* masuk dan keluar secara *real-time*, serta tabel monitoring yang berisi data plat nomor, waktu masuk dan keluar kendaraan pada *rest area* jalan tol. Tabel juga berhasil memberikan visual merah pada kendaraan yang melewati batas durasi parkir dan warna biru pada kendaraan yang sudah keluar tetapi tidak melewati batas durasi parkir. Hasil ini membuktikan bahwa seluruh tahapan mulai dari *pre-processing* hingga *post-processing* telah terintegrasi dan berjalan sesuai dengan tujuan sistem.

C. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan pada rest area jalan tol untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi nyata. Citra kendaraan direkam menggunakan kamera *handphone* yang ditempatkan pada gerbang masuk dan keluar *rest area* dengan resolusi video 1080p dan 30fps. Pada Gambar 15 menunjukkan gambar hasil kolase pada kendaraan yang terekam dari gerbang masuk dan keluar *rest area* jalan tol, dengan variasi jenis plat nomor kendaraan, pencahayaan dan sudut pandang kamera. Data rekaman ini menjadi bahan dasar untuk evaluasi performa sistem dalam deteksi dan pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan, dengan membandingkan hasil dari sistem dengan data *groud truth* untuk menilai apakah sistem menghasilkan output yang sesuai dengan aslinya.



Gambar 15 Pengumpulan data uji

D. Hasil Evaluasi Performa Sistem

Untuk mengetahui sejauh mana performa sistem dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara akurat, dilakukan proses evaluasi terhadap hasil deteksi menggunakan *confusion matrix*. Melalui *confusion matrix*, dapat diketahui tingkat keberhasilan deteksi serta jenis kesalahan yang terjadi, seperti mendeteksi plat yang tidak ada atau gagal mengenali plat yang seharusnya terdeteksi.

Tabel 2 Hasil evaluasi performa YOLOv8

| Total Data: 75 | | Ground truth | |
|----------------|---------|--------------|---------|
| | | Positif | Negatif |
| Prediksi | Positif | 50 (TP) | 16 (TN) |
| | Negatif | 0 (FP) | 9 (FN) |

Tabel 2 menyajikan hasil *confusion matrix* untuk evaluasi performa deteksi plat nomor oleh YOLOv8. Berdasarkan 75 data yang digunakan dalam pengujian, diperoleh nilai *True Positive* (TP) sebesar 50, yang menunjukkan jumlah data dengan plat nomor yang berhasil terdeteksi dengan benar oleh sistem. Selanjutnya, nilai *True Negative* (TN) sebanyak 16 merepresentasikan data yang memang tidak memiliki plat nomor dan berhasil dikenali sebagai negatif. *False Positive* (FP) bernilai 0, menandakan bahwa tidak terdapat data tanpa plat nomor yang keliru terdeteksi sebagai memiliki plat. Sementara itu, *False Negative* (FN) tercatat bernilai 9, yang menunjukkan adanya data berisi plat nomor yang gagal dikenali oleh sistem. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan

performa deteksi yang sangat baik dengan kesalahan minimal. Kesalahan deteksi disebabkan oleh faktor pencahayaan rendah, posisi sudut pengambilan gambar yang kurang tepat, serta kecepatan kendaraan tinggi yang menyebabkan YOLOv8 tidak memiliki waktu yang cukup untuk melakukan deteksi pada gambar, sehingga menyebabkan deteksi plat nomor terlewat atau terdeteksi dengan hasil *cropping* buram.

Selanjutnya, sistem dievaluasi pada performa Tesseract dalam mengenali karakter-karakter yang terdapat pada gambar plat nomor.

Tabel 3 Hasil evaluasi performa Tesseract

| Total Data: 378 | | Ground truth | |
|-----------------|---------|--------------|----------|
| | | Positif | Negatif |
| Prediksi | Positif | 234 (TP) | 16 (TN) |
| | Negatif | 2 (FP) | 128 (FN) |

Tabel 3 menyajikan hasil *confusion matrix* untuk evaluasi performa Tesseract dalam mengenali setiap karakter pada plat nomor kendaraan yang terdeteksi. Dari total 378 data karakter, diperoleh nilai *True Positive* (TP) sebesar 234, menunjukkan jumlah karakter yang berhasil dikenali dengan benar oleh sistem. Selanjutnya, nilai *True Negative* (TN) sebesar 16 merepresentasikan data yang memang tidak memiliki karakter dan berhasil dikenali sebagai negatif. Sementara itu, nilai *False Positive* (FP) bernilai 2 menunjukkan adanya karakter yang seharusnya tidak dikenali, namun secara keliru terdeteksi sebagai karakter *valid*. Nilai *False Negative* (FN) sebesar 128 menunjukkan karakter yang seharusnya dapat dikenali namun gagal terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Tesseract memiliki akurasi 66%, presisi 99%, recall 64%, dan F1-score 78% dalam mengenali karakter plat nomor. Evaluasi ini menandakan bahwa Tesseract cukup andal dalam mengenali karakter pada plat nomor. Namun, masih perlu peningkatan pengenalan pada karakter yang serupa, posisi miring, memiliki *noise*, serta kondisi pencahayaan yang rendah.

E. Tantangan Implementasi Sistem dan Solusi

Dalam penerapannya, sistem monitoring plat nomor ini menghadapi sejumlah tantangan yang berdampak terhadap akurasi dan keandalannya. Salah satu kendala utama adalah kondisi pencahayaan ekstrem, baik terlalu terang maupun terlalu gelap, yang menyebabkan penurunan akurasi deteksi oleh YOLOv8, terutama jika kamera yang digunakan memiliki sensitivitas rendah terhadap perubahan pencahayaan. Selain itu, kecepatan kendaraan juga menjadi faktor penting. Sistem dirancang untuk mendeteksi kendaraan dengan kecepatan rendah di bawah 20 km/jam, sehingga pada kendaraan yang melaju terlalu cepat, proses deteksi tidak optimal. Hal ini dapat menyebabkan hasil sistem tidak memiliki waktu yang cukup untuk memproses data, atau menyebabkan hasil *cropping* yang buram, sehingga berdampak pada kegagalan YOLOv8 dalam mendeteksi objek plat nomor dan Tesseract dalam mengenali karakter yang ada pada plat nomor.

Untuk mengatasi kendala tersebut, beberapa pendekatan teknis diterapkan. Model YOLOv8 dilatih menggunakan dataset yang mencakup variasi pencahayaan agar lebih adaptif terhadap lingkungan nyata. Teknik pra-pemrosesan seperti *auto orientasi*, *resize image*, dan *contrast stretching* agar objek tetap jelas meskipun kurang pencahayaan. Penggunaan ROI (*Region of Interest*) juga digunakan untuk membantu mempersempit area deteksi, sehingga efisiensi dan akurasi dapat ditingkatkan. Setelah objek plat nomor

terdeteksi, dilakukan pemrosesan lanjutan menggunakan ESRGAN, CLAHE, dan *thresholding Otsu* sebelum gambar dikirim ke Tesseract untuk pengenalan karakter. Adapun untuk mengatasi kendala kecepatan kendaraan, pengujian sistem dilakukan pada area berbelok yang secara alami membatasi kecepatan kendaraan, sehingga sistem memiliki cukup waktu untuk melakukan deteksi dan pembacaan plat nomor secara akurat.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring durasi parkir kendaraan secara *real-time* pada *rest area* jalan tol dengan menggunakan model YOLOv8 untuk deteksi plat nomor dan Tesseract untuk pengenalan karakter. Sistem mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan dengan tingkat akurasi pada mAP@0,8 sebesar 85% untuk deteksi dan 66% untuk pengenalan karakter. Seluruh data hasil sistem, yang mencakup nomor plat, waktu masuk, dan waktu keluar kendaraan, berhasil disimpan secara *real-time* ke dalam basis data MongoDB. Berdasarkan data tersebut, sistem secara otomatis menghitung durasi parkir dan menampilkan peringatan visual berupa warna merah pada tabel kendaraan yang melebihi batas waktu parkir tiga jam. Sehingga, sistem ini menunjukkan potensi efisiensi yang signifikan dalam proses monitoring parkir dibandingkan dengan metode manual. Namun, akurasi deteksi dan pengenalan plat nomor masih perlu ditingkatkan untuk mencapai tingkat keandalan yang optimal pada kondisi pencahayaan rendah, kecepatan kendaraan tinggi, dan visual karakter yang hampir sama, seperti huruf “B” yang sering terbaca sebagai angka “8”, huruf “O” sebagai angka “0”, huruf “I” sebagai angka “1”, serta huruf “Z” yang sering tertukar dengan angka “2”.

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menggunakan model deteksi terbaru seperti YOLOv9 untuk meningkatkan akurasi dengan arsitektur yang lebih canggih, serta perluasan dataset agar model dapat mengenali berbagai jenis plat nomor dan lebih tahan terhadap variasi kondisi di lingkungan. Menggunakan metode pengenalan karakter seperti EasyOCR, CNN metode pengenalan karakter lain berbasis *deep learning* yang lebih akurat dan adaptif terhadap bentuk visual yang hampir sama. Penggunaan kamera berkualitas tinggi dan penempatan yang strategis juga penting untuk memberikan hasil deteksi dan pengenalan karakter yang optimal. Selain itu, integrasi sistem berbasis *web* atau *mobile* agar dapat diakses dari berbagai perangkat, dengan tambahan fitur untuk memberikan notifikasi otomatis ketika terdapat kendaraan yang parkir melebihi batas durasi parkir di *rest area* jalan tol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Prasetyanto, *Keselamatan LLAJ*. 2020. [Online]. Available: <http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/2168>
- [2] BPS Indonesia, “BPS Indonesia 2023,” *Statistik Indonesia*, vol. 1101001, p. 790, 2023, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- [3] Jonathan, “Kemacetan rest area.” Accessed: Nov. 14, 2024. [Online]. Available: <https://metro.sindonews.com/read/1078107/170/mudik-lebaran-2023-pengunjung-rest-area-km-57-tol-japek-meningkat-3-kali-lipat-1681974270>
- [4] Kementerian PUPR, *Peraturan Menteri PUPR No. 28 Tahun 2021 tentang Tempat Istirahat dan Pelayanan pada Jalan Tol*, 2021.

- [5] A. Mansur, "Kemacetan di rest area." Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://rejabar.republika.co.id/berita/rt0ywm396/cek-rest-area-tol-jakarta-cikampek-polda-jabar-antisipasi-pemudik-parkir-di-bahu-jalan-to>
- [6] Satria G and Kurniawan A, "Alasan parkir di rest area jalan tol gratis" Accessed: Jan. 27, 2025. [Online]. Available: https://otomotif.kompas.com/read/2024/07/12/094200515/alasan-parkir-di-rest-area-jalan-tol-gratis?lgn_method=google&google_btn=onetap
- [7] A. P. Wahyu, "Peningkatan sistem keamanan parkir dengan teknologi artificial intelligence imaging," *Journal of Information Technology*, vol. 01, no. 02, pp. 39–42, 2019.
- [8] V. P. singh, V. Maheshwari, and A. Rajput, "Using the OCR method with YOLO V2 to detect non-helmeted riders and get license plate numbers," *SSRN Electronic Journal*, 2022, doi: 10.2139/ssrn.4160465.
- [9] S. A. Putri, G. Ramadhan, Z. Alwildan, I. Irwan, and R. Afriansyah, "Perbandingan kinerja algoritma YOLO dan RCNN pada deteksi plat nomor kendaraan," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 1, no. 1, pp. 145–154, 2023, doi: 10.33504/jitt.v1i1.30.
- [10] S. Suhartono, S. Gunawan Zain, and S. Sugiawan, "Sistem object recognition plat nomor kendaraan untuk sistem parkir bandara," *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, vol. 3, no. 2, p. 127, 2022, doi: 10.26858/jessi.v3i2.38458.
- [11] A. Meirza and N. R. Puteri, "Implementasi metode YOLOv5 dan Tesseract OCR untuk deteksi plat nomor kendaraan," *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, vol. 9, no. 1, pp. 424–435, 2024.