Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 9285 – 9291 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

PERFORMANCE ANALYSIS OF OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) METHOD FOR VEHICLE LICENSE PLATE IDENTIFICATION

Ersa Resita[1]*, Dinar Munggaran Akhmad[2], Carli Apriansyah Hutagalung[3], Renaldo Yusellino, Zhafirah Naswa N
Universitas Negeri Jakarta, Jakarta
e-mail: [1] ersa.resita@unj.ac.id

Abstract: *The increasing number of motor vehicles has created a growing need for accurate and efficient vehicle license plate recognition systems. Conventional manual identification methods are often time-consuming and prone to human error. This study aims to evaluate the performance of Optical Character Recognition (OCR) in recognizing vehicle license plate characters through digital image processing techniques. The proposed approach involves several preprocessing stages, including image resizing, grayscale conversion, denoising, and thresholding, to improve image quality before character recognition. The license plate region is identified using a bounding box, and the extracted region is processed by the OCR system to recognize alphanumeric characters. System performance is evaluated using character recognition accuracy, character error rate, and processing time across a collection of vehicle license plate images with varying image quality and lighting conditions. The evaluation results are expected to provide insights into the effectiveness and limitations of OCR in vehicle license plate recognition and identify factors that influence recognition performance. This study is expected to contribute to the development of reliable automated license plate recognition systems for applications such as smart parking and vehicle access management.*

Keyword: *Smart Parking, OCR, Deep Learning, Number Plates, Computer Vision.*

Abstrak: Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor telah menciptakan kebutuhan yang semakin besar akan sistem pengenalan plat nomor kendaraan yang akurat dan efisien. Metode identifikasi manual konvensional seringkali memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja Pengenalan Karakter Optik (OCR) dalam mengenali karakter plat nomor kendaraan melalui teknik pengolahan citra digital. Pendekatan yang diusulkan melibatkan beberapa tahap pra-pemrosesan, termasuk pengubahan ukuran citra, konversi skala abu-abu, pengurangan noise, dan penentuan ambang batas, untuk meningkatkan kualitas citra sebelum pengenalan karakter. Wilayah plat nomor diidentifikasi menggunakan kotak pembatas, dan wilayah yang diekstrak diproses oleh sistem OCR untuk mengenali karakter alfanumerik. Kinerja sistem dievaluasi menggunakan akurasi pengenalan karakter, tingkat kesalahan karakter, dan waktu pemrosesan pada kumpulan citra plat nomor kendaraan dengan kualitas citra dan kondisi pencahayaan yang bervariasi. Hasil evaluasi diharapkan dapat memberikan wawasan tentang efektivitas dan keterbatasan OCR dalam pengenalan plat nomor kendaraan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja pengenalan. Studi ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan sistem pengenalan plat nomor otomatis yang andal untuk aplikasi seperti parkir pintar dan manajemen akses kendaraan.

Kata kunci: Smart Parking, OCR, Deep Learning, Plat Nomor, Computer Vision

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 9285 – 9291 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

bermotor dari tahun ke tahun menyebabkan meningkatnya kebutuhan terhadap sistem pengelolaan parkir yang efektif dan efisien. Peningkatan mobilitas masyarakat, khususnya di kawasan perkotaan, berimplikasi terhadap meningkatnya kepadatan lalu lintas serta kebutuhan terhadap ruang parkir.

Sistem parkir yang tidak dikelola secara optimal dapat menyebabkan antrean kendaraan, peningkatan waktu pencarian tempat parkir, serta kesulitan dalam melakukan pencatatan dan pemantauan kendaraan. Pada sebagian lingkungan parkir, proses pencatatan kendaraan masih dilakukan secara manual atau menggunakan tiket kertas. Pendekatan tersebut memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain risiko kesalahan pencatatan, antrean pada pintu masuk dan keluar, potensi kehilangan data, serta keterbatasan dalam melakukan pemantauan kapasitas parkir secara real-time. Perkembangan kecerdasan buatan, khususnya Deep Learning dalam bidang computer vision, memberikan peluang untuk mengembangkan sistem parkir yang lebih cerdas.

Optical Character Recognition (OCR) dapat digunakan untuk mengenali karakter pada plat nomor kendaraan secara otomatis. Proses ini melibatkan pengolahan citra untuk meningkatkan kualitas gambar, dilanjutkan dengan identifikasi area plat nomor dan pengenalan karakter alfanumerik.

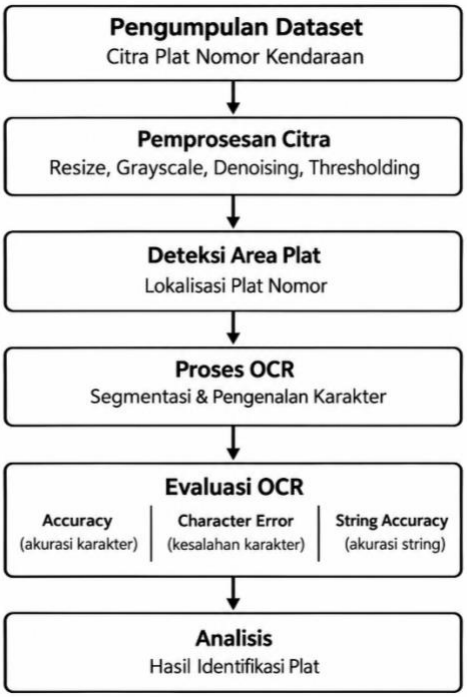
Penelitian ini berfokus pada analisis kinerja metode OCR dalam mengidentifikasi plat nomor kendaraan berdasarkan tingkat akurasi pengenalan karakter, tingkat kesalahan pengenalan, dan waktu pemrosesan.

Evaluasi dilakukan pada citra plat nomor dengan variasi kualitas gambar dan kondisi pencahayaan untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi kinerja OCR.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas dan keterbatasan metode OCR dalam proses identifikasi plat nomor kendaraan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama yang dimulai dari pengumpulan dataset citra kendaraan dan plat nomor.



Gambar 1 Metode Penelitian

Alur penelitian dimulai dengan pengumpulan dataset citra plat nomor kendaraan yang digunakan sebagai data masukan. Selanjutnya dilakukan pemrosesan citra melalui tahapan *resize*, *grayscale*, *denoising*, dan *thresholding* untuk meningkatkan kualitas citra sebelum diproses lebih lanjut. Setelah itu, dilakukan deteksi area plat untuk melokalisasi bagian plat nomor pada citra kendaraan. Area plat yang telah terdeteksi kemudian diproses menggunakan OCR (Optical Character Recognition) melalui tahapan segmentasi dan pengenalan karakter. Hasil OCR selanjutnya dilakukan evaluasi menggunakan tiga metrik, yaitu *Accuracy* untuk mengukur ketepatan pengenalan karakter, *Character Error* untuk mengukur tingkat kesalahan karakter, dan *String Accuracy* untuk mengukur ketepatan pengenalan keseluruhan string plat nomor. Tahap

terakhir adalah analisis hasil identifikasi plat, yaitu menganalisis hasil pengenalan OCR berdasarkan metrik evaluasi untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi nomor plat kendaraan.

Sumber Pustaka/Rujukan

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa OCR telah digunakan untuk berbagai objek, antara lain karakter Brahmi, dokumen tulisan tangan Korea, citra struk transaksi, dan dokumen digital. Penelitian tahun 2024–2025 tersebut menunjukkan bahwa OCR berbasis Deep Learning memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan pengenalan teks pada berbagai jenis citra. Berbeda dari penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini mengarahkan penerapan OCR berbasis Deep Learning secara terintegrasi pada sistem smart parking dengan objek pengenalan berupa plat nomor kendaraan. Sistem tidak berhenti pada proses pengenalan karakter, tetapi menghubungkan hasil OCR dengan basis data parkir untuk pencatatan waktu masuk, waktu keluar, durasi parkir, dan monitoring kondisi parkir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

DataSet

Data set yang digunakan adalah dataset sekunder, gambar plat kendaraan (mobil/motor) dilakukan manual mengunakan kamera digital.

Tabel 1 Contoh Dataset



Tabel 1 menunjukkan contoh dataset yang sudah didapat. Dataset terdiri dari 100 gambar dengan format JPG, dataset diambil dari beberapa kendaraan yang ada di lingkungan Universitas Negeri Jakarta.

Pre-Processing

Tahap pre-processing ini terdapat beberapa tahapan yaitu resize, grayscale, denoising dan theresholding.

Resize

Resize merupakan proses mengubah ukuran atau resolusi citra dengan cara mengatur jumlah piksel pada citra, baik dengan memperbesar maupun memperkecil dimensinya. Dalam penelitian ini, proses resize dilakukan sebagai tahap preprocessing untuk menyeragamkan ukuran seluruh citra plat nomor yang digunakan dalam dataset. Citra awal yang memiliki ukuran 1920 × 1000 piksel diubah menjadi ukuran 640 × 360 piksel agar seluruh citra memiliki dimensi yang lebih konsisten dan mudah diproses pada tahap selanjutnya. Pengurangan ukuran citra juga bertujuan untuk mengurangi jumlah piksel yang harus diproses sehingga dapat menghemat kapasitas penyimpanan, mengurangi penggunaan memori, serta mempercepat waktu komputasi pada proses pengolahan citra dan Optical Character Recognition (OCR). Selain itu, proses resize dilakukan dengan metode interpolasi yang sesuai agar informasi penting pada citra, khususnya karakter pada plat nomor, tetap dapat dipertahankan. Dengan demikian, proses resize diharapkan dapat menghasilkan dataset yang lebih seragam, efisien, dan mendukung proses deteksi serta pengenalan karakter plat nomor secara optimal.

Grayscale

Grayscale merupakan proses mengubah citra berwarna yang memiliki tiga kanal warna, yaitu Red (R), Green (G), dan Blue (B), menjadi citra dengan satu kanal berupa tingkat intensitas keabuan. Pada tahap ini, informasi warna yang tidak diperlukan dihilangkan dan setiap piksel citra direpresentasikan dalam rentang nilai keabuan, umumnya dari 0 hingga 255, dengan nilai 0 menunjukkan

warna hitam dan nilai 255 menunjukkan warna putih. Proses grayscale dilakukan untuk menyederhanakan citra dengan mengurangi informasi warna yang tidak diperlukan, sehingga jumlah data yang harus diproses menjadi lebih sedikit. Dalam penelitian pengenalan plat nomor, grayscale membantu menonjolkan perbedaan intensitas antara karakter dan latar belakang plat, sehingga bentuk angka atau huruf dapat lebih mudah diproses pada tahap selanjutnya, seperti thresholding, segmentasi karakter, dan Optical Character Recognition (OCR). Dengan demikian, proses grayscale dapat meningkatkan efisiensi pengolahan citra sekaligus membantu sistem dalam memperoleh informasi penting dari citra plat nomor.

Tabel 2 Perbandingan Citra Asli dan Grayscale

Citra Asli	Grayscale
	

Berdasarkan Tabel 2, Perbandingan Citra Asli dan Grayscale, terlihat bahwa proses grayscale mengubah citra plat nomor yang semula memiliki informasi warna menjadi citra dengan tingkat intensitas keabuan, tanpa menghilangkan informasi utama berupa bentuk dan karakter pada plat nomor. Pada ketiga contoh citra, yaitu plat B 3162 UJH, B 6471 BHG, dan B 2006 RFZ, karakter angka dan huruf masih dapat terlihat dengan jelas setelah proses grayscale. Perubahan ini membuat citra menjadi lebih sederhana karena informasi warna seperti merah, hitam, putih, dan warna lingkungan sekitar tidak lagi menjadi bagian utama dalam citra. Dengan berkurangnya informasi warna, proses pengolahan selanjutnya dapat lebih berfokus pada perbedaan intensitas antara karakter dan latar belakang plat nomor. Hal tersebut penting dalam proses pengenalan karakter menggunakan Optical Character Recognition (OCR), karena karakter pada plat perlu dibedakan dari latar belakangnya. Secara keseluruhan, hasil pada tabel menunjukkan bahwa proses grayscale mampu menyederhanakan citra dengan tetap mempertahankan informasi penting pada karakter plat nomor, sehingga citra hasil grayscale lebih sesuai untuk digunakan pada tahap preprocessing dan proses OCR selanjutnya.

Denoising

Denoising merupakan proses mengurangi atau menghilangkan noise (gangguan) yang terdapat pada citra, seperti bintik-bintik, piksel yang tidak beraturan, atau gangguan akibat kondisi pencahayaan dan proses pengambilan gambar. Dalam penelitian ini, denoising dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra plat nomor sehingga informasi berupa angka dan huruf pada plat dapat terlihat lebih jelas dan lebih mudah diproses pada tahap selanjutnya. Metode yang digunakan adalah Gaussian Filter, yaitu teknik penyaringan yang bekerja dengan melakukan proses penghalusan (smoothing) pada citra berdasarkan nilai piksel di sekitar setiap piksel menggunakan distribusi Gaussian. Piksel yang berada lebih dekat dengan piksel pusat akan diberikan bobot yang lebih besar, sedangkan piksel yang lebih jauh memiliki bobot yang lebih kecil. Proses tersebut dapat mengurangi variasi intensitas yang terlalu tajam dan noise berukuran kecil, sehingga menghasilkan citra yang lebih halus dan bersih. Pada citra plat nomor, penggunaan Gaussian Filter diharapkan dapat mengurangi gangguan visual tanpa menghilangkan informasi penting dari karakter, sehingga bentuk angka dan huruf tetap dapat dipertahankan. Citra hasil denoising selanjutnya dapat digunakan sebagai input untuk proses preprocessing berikutnya,

seperti thresholding, segmentasi karakter, deteksi plat nomor, dan Optical Character Recognition (OCR). Dengan demikian, denoising menggunakan Gaussian Filter menjadi salah satu tahap penting untuk meningkatkan kualitas citra dan membantu sistem memperoleh hasil pengenalan karakter yang lebih optimal.

Thresholding

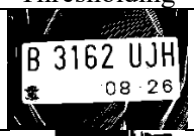
Thresholding merupakan proses mengubah citra grayscale menjadi citra biner dengan menggunakan suatu nilai ambang (*threshold*) tertentu. Pada proses ini, setiap piksel pada citra dibandingkan dengan nilai threshold untuk menentukan apakah piksel tersebut akan menjadi hitam (0) atau putih (255).

Piksel yang memiliki nilai intensitas di atas atau di bawah nilai ambang akan dikategorikan ke dalam salah satu dari dua nilai tersebut, sehingga citra hanya memiliki dua tingkat warna. Proses thresholding bertujuan untuk memisahkan objek utama, yaitu karakter angka dan huruf pada plat nomor, dari latar belakangnya.

Dengan adanya pemisahan tersebut, bentuk karakter menjadi lebih jelas dan struktur karakter lebih mudah dikenali oleh sistem. Dalam penelitian ini, thresholding dilakukan setelah proses grayscale dan denoising, sehingga gangguan pada citra telah dikurangi terlebih dahulu. Citra biner yang dihasilkan kemudian dapat digunakan pada tahap selanjutnya, khususnya segmentasi karakter dan Optical Character Recognition (OCR).

Pemilihan nilai threshold yang tepat sangat penting karena nilai yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan sebagian karakter hilang, karakter menjadi terputus, atau bagian latar belakang ikut dianggap sebagai karakter. Oleh karena itu, proses thresholding diharapkan dapat menghasilkan citra dengan karakter yang lebih tegas dan mudah dibaca sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pengenalan plat nomor menggunakan OCR.

Tabel 3 Citra Thresholding

Citra Grayscale	Thresholding
	
	
	

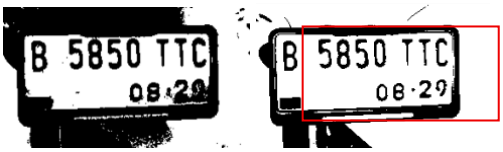
Berdasarkan Tabel 3, proses thresholding mengubah citra grayscale menjadi citra biner dengan memisahkan objek berdasarkan tingkat intensitas piksel. Pada ketiga citra, proses thresholding berhasil mempertahankan area plat nomor dan karakter sebagai bagian yang dominan berwarna putih, sedangkan sebagian besar latar belakang berubah menjadi hitam. Citra pertama dengan nomor B 3162 UJH menunjukkan hasil thresholding yang cukup baik karena karakter terlihat jelas dan kontras dengan latar belakang. Pada citra kedua B 6471 BHG, karakter plat masih dapat dikenali, meskipun terdapat beberapa bagian objek di sekitar plat yang ikut tersegmentasi sehingga menghasilkan noise. Sementara itu, pada citra ketiga B 2006 KFZ, hasil thresholding memberikan kontras yang cukup tinggi sehingga karakter terlihat jelas, walaupun beberapa bagian latar belakang juga masih terbawa. Secara keseluruhan, thresholding meningkatkan kontras antara karakter dan latar belakang sehingga memudahkan proses identifikasi plat nomor menggunakan OCR, tetapi kualitas hasil segmentasi masih dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, tekstur latar belakang, dan tingkat kemiripan intensitas antara objek dengan plat.

Deteksi Area Plat

Deteksi area plat menggunakan bounding box merupakan proses untuk menentukan lokasi plat nomor kendaraan pada citra dengan memberikan kotak pembatas pada area plat. Proses ini

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 9285 – 9291 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

bertujuan memisahkan plat dari latar belakang sehingga area yang mengandung karakter dapat diproses lebih fokus pada tahap selanjutnya, khususnya OCR (Optical Character Recognition). Ketepatan *bounding box* sangat penting karena area yang terlalu luas dapat memasukkan objek yang tidak diperlukan, sedangkan area yang terlalu sempit dapat memotong sebagian karakter plat.



Gambar 2 Bounding Box

Berdasarkan Gambar 2, proses bounding box berhasil mendeteksi dan membatasi area plat nomor kendaraan B 5850 TTC dengan cukup tepat. Kotak pembatas mencakup bagian utama plat, termasuk karakter nomor dan informasi tanggal, sehingga area plat dapat dipisahkan dari latar belakang kendaraan. Hasil ini menunjukkan bahwa proses deteksi area plat telah mampu menentukan wilayah yang akan digunakan pada tahap OCR, sehingga karakter dapat diproses secara lebih terfokus.

OCR (Optical Character Recognition)

OCR (Optical Character Recognition) pada sistem deteksi plat nomor merupakan tahap yang berfungsi untuk mengenali karakter alfanumerik yang terdapat pada plat kendaraan dan mengubahnya menjadi teks digital yang dapat diproses oleh sistem. OCR dilakukan setelah area plat berhasil dideteksi menggunakan bounding box dan dipotong (cropping), sehingga proses pengenalan hanya berfokus pada karakter yang terdapat di dalam area plat. Pada tahap ini, citra plat dapat melalui proses prapengolahan seperti grayscale, thresholding, dan peningkatan kontras untuk memperjelas karakter sebelum dikenali oleh OCR. Hasil pengenalan kemudian berupa teks nomor kendaraan, misalnya "B 5850 TTC", yang selanjutnya dapat digunakan untuk proses identifikasi, pencatatan, maupun analisis data kendaraan. Dengan demikian, OCR tidak bertugas menentukan lokasi plat, melainkan membaca dan mengonversi karakter pada plat menjadi informasi teks.

Tabel 4 Tabel Hasil OCR

Gambar Plat Nomor	Hasil OCR
	**B 2147 KZL**
	**B 5B93 TYA**
	**B 7421 NQD**
	**B B654 LMP**
	**B 4682 JHV**

Tabel 4 menunjukkan hasil deteksi OCR pada plat nomor kendaraan. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, sistem OCR diuji menggunakan lima citra plat nomor kendaraan. Dari lima citra tersebut, empat citra berhasil dikenali dengan benar secara keseluruhan, sedangkan satu citra mengalami kesalahan pengenalan karakter. Kesalahan terjadi pada plat nomor B 5893 TYA, di mana karakter "8" dikenali sebagai "B". Hasil ini menunjukkan bahwa kesalahan OCR pada pengujian lebih banyak disebabkan oleh kemiripan bentuk karakter, khususnya antara karakter angka dan huruf.

Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengukur dan mengetahui tingkat kinerja atau akurasi model dalam menghasilkan prediksi yang benar. Setelah area plat berhasil dideteksi, sistem OCR dievaluasi berdasarkan ketepatan pembacaan karakter. Hasil evaluasi terdapat di tabel 5.

Tabel 5 Contoh Tabel

Ground Truth	Hasil OCR	Karakter benar	Total Karakter	Akurasi

B 2147 KZL	B 2147 KZL	8	8	100%
B 5893 TYA	B 5B93 TYA	7	8	87.5%
B 7421 NQD	B 7421 NQD	8	8	100%
B 8654 LMP	B B654 LMP	7	8	87.5%
B 4682 JHV	B 4682 JHV	8	8	100%

Berdasarkan Tabel 5, hasil evaluasi OCR terhadap lima citra plat nomor menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali 38 dari 40 karakter dengan benar, sehingga diperoleh tingkat akurasi karakter sebesar 95%. Tiga citra berhasil dikenali secara sempurna dengan akurasi 100%, sedangkan dua citra memperoleh akurasi 87,5% karena terdapat masing-masing satu karakter yang mengalami kesalahan pengenalan. Kesalahan terjadi pada karakter yang memiliki kemiripan bentuk visual, yaitu karakter angka 8 yang dikenali sebagai huruf B. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas dan karakteristik visual citra plat dapat memengaruhi kemampuan OCR dalam membedakan karakter yang memiliki bentuk serupa.

Tabel 6 Ringkasan Evaluasi

Parameter	Nilai
Jumlah Citra Plat	50
Total Karakter	400
Karakter Berhasil Dikenali	385
Karakter Salah Dikenali	15
Character Accuracy	96,25%
Character Error Rate (CER)	3,75%
Nomor plat terbaca 100%	96,25%.
Nomor plat tidak terbaca sempurna	3,75%
String Accuracy	**96%**

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 50 citra nomor plat, sistem OCR berhasil mengenali 385 dari total 400 karakter dengan benar. Dengan demikian, diperoleh Character Accuracy sebesar 96,25%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar karakter pada nomor plat dapat dikenali dengan tepat.

Sementara itu, terdapat 15 karakter yang salah dikenali, sehingga diperoleh Character Error Rate (CER) sebesar 3,75%. Nilai CER yang relatif kecil menunjukkan bahwa tingkat kesalahan sistem dalam mengenali karakter masih rendah.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat pengenalan karakter sebesar 96,25%. Kesalahan pengenalan sebesar 3,75% dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kualitas citra, pencahayaan, sudut pengambilan gambar, jarak kamera, ukuran karakter, kondisi fisik plat, serta kemiripan bentuk antar karakter.

Namun, jumlah plat yang terbaca 100% dan jumlah plat yang tidak terbaca sempurna belum dapat dihitung hanya berdasarkan total karakter benar (385) dan salah (15). Untuk menghitungnya diperlukan informasi per citra, yaitu apakah seluruh karakter pada masing-masing dari 50 plat berhasil dikenali dengan benar.

SIMPULAN

Berdasarkan proses pengolahan citra dan evaluasi OCR pada identifikasi plat nomor kendaraan, dapat disimpulkan bahwa tahapan resize, grayscale, denoising, dan thresholding berperan dalam mempersiapkan citra agar lebih mudah diproses oleh sistem OCR. Selanjutnya, deteksi bounding box digunakan untuk menentukan dan mengambil area plat nomor sebelum dilakukan pengenalan karakter.

Hasil evaluasi OCR dapat diukur menggunakan Character Accuracy, Character Error Rate (CER), dan String Accuracy untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali karakter dan membaca nomor plat secara keseluruhan. Selain akurasi, waktu pemrosesan juga dapat digunakan untuk mengukur efisiensi sistem.

Dengan demikian, kombinasi

deteksi plat berbasis bounding box, preprocessing citra, dan OCR dapat menjadi pendekatan untuk membangun sistem identifikasi plat nomor kendaraan secara otomatis. Namun, performa sistem perlu diuji pada berbagai kondisi, seperti pencahayaan, sudut kamera, jarak kendaraan, kualitas citra, dan variasi bentuk plat, agar dapat diketahui tingkat ketahanan sistem pada kondisi nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini boleh digunakan, boleh juga dihilangkan (opsional). Ucapan terima kasih hanya ditujukan pada pihak-pihak yang membantu secara langsung penelitian yang dilakukan, misal: penyandang dana atau pakar dilibatkan.

DAFTAR PUSTAKA

Arafat, S. Y., & ... (2019). *Systematic review on vehicular licence plate recognition framework in intelligent transport systems*. **IET Intelligent Transport Systems, 13**(5), 788–800. https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5151.

Budianto, A. (2018). Automatic license plate recognition: A review with Indonesian case study. **Scientific Journal of Informatics, 5**(2). https://doi.org/10.15294/sji.v5i2.15804.

Gutai, A., Havzi, S., Stefanović, D., Anderla, A., & Sladojević, S. (2021). Optical character recognition methods for number plate recognition: A systematic literature review. In **Proceedings of the 32nd DAAAM International Symposium**, 692–700. https://doi.org/10.2507/32nd.daaam.proceedings.097.

Shashirangana, J., Padmasiri, H., Meedeniya, D., & Perera, C. (2021). Automated license plate recognition: A survey on methods and techniques. **IEEE Access, 9**, 11203–11225. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3047929.

Smith, R. (2007). An overview of the Tesseract OCR engine. In **Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007)** (pp. 629–633). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICDAR.2007.4376991.

Shi, B., Bai, X., & Yao, C. (2017). An end-to-end trainable neural network for image-based sequence recognition and its application to scene text recognition. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 39**(11), 2298–2304.

Tavares, R. A. (2024). Comparison of image preprocessing techniques for vehicle license plate recognition using OCR: Performance and accuracy evaluation. **arXiv**. https://arxiv.org/abs/2410.13622.

Aziz, A. K., Salakanagara, M. P., & Kuniawati, D. (2026). OCR engines for license plate recognition: A comparative study of Tesseract, EasyOCR, PaddleOCR, and TrOCR. **Journal of Applied Informatics and Computing, 10**(4). https://doi.org/10.30871/jaic.v10i4.13437.

Li, Z., Ghaffar, M. A., et al. (2026). A detailed review on license plate detection and recognition methods. **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 13**(3), 974–1005. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2024.10.007.

Vehicles number plate recognition systems: A systematic review. (2021). In **2020 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE)**. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICCCEEE49695.2021.9429605