



Type of the Paper (Article, Review, Communication, etc.)

Penerapan Pengolahan Citra Digital untuk Deteksi Plat Nomor Kendaraan di Indonesia

Imanuel Andreas Gulo¹, Simon Prananta Barus²

^{1,2}*Informatika, Fakultas Sains, Komputer, dan Matematika, Universitas Matana, Tangerang, Indonesia*

**Corresponding author email: imanuel.gulo@student.matanauniversity.ac.id*

Abstrak

Plat nomor kendaraan merupakan identitas resmi yang digunakan untuk keperluan registrasi kendaraan bermotor, pengawasan lalu lintas, serta sistem keamanan. Proses identifikasi plat nomor secara manual memiliki berbagai keterbatasan, terutama dari segi kecepatan, efisiensi, dan potensi kesalahan pencatatan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis yang mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi plat nomor kendaraan berbasis pengolahan citra digital dan optical character recognition (OCR). Metode yang digunakan terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu pengambilan citra (capture citra), pra-pemrosesan citra (pre-processing), dan pemrosesan citra (process citra). Tahap pre-processing meliputi konversi citra ke grayscale, filtering untuk mengurangi noise, deteksi tepi menggunakan metode Canny, pemotongan area plat nomor secara otomatis, peningkatan kontras menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), serta thresholding dengan beberapa metode. Proses pengenalan karakter dilakukan menggunakan *Easy OCR* dengan penyaringan hasil berdasarkan pola plat nomor menggunakan regular expression. Untuk meningkatkan kestabilan hasil, diterapkan mekanisme seleksi berdasarkan frekuensi kemunculan hasil OCR (majority voting). Pengembangan menggunakan bahasa pemrograman Python dan pustaka OpenCV. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan dengan cukup baik pada kondisi pencahayaan dan kualitas citra yang memadai. Pendekatan multi-varian preprocessing dan majority voting terbukti meningkatkan konsistensi hasil pengenalan karakter. Namun, pada kondisi pencahayaan rendah, sudut pengambilan gambar ekstrem, dan citra buram, tingkat akurasi masih mengalami penurunan.

Citation: To be added by editorial staff during production.

Article Process:

Submitted: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Kata kunci: pengolahan citra digital; OpenCV; optical character recognition; plat nomor kendaraan; python; regular expression

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, khususnya pada sektor transportasi dan keamanan. Sistem otomatis berbasis komputer semakin banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi, ketepatan, dan kecepatan dalam pengolahan data. Salah satu penerapan penting dari teknologi ini adalah sistem pendeteksian plat nomor kendaraan secara otomatis.

Plat nomor kendaraan merupakan identitas resmi yang wajib dimiliki setiap kendaraan bermotor dan digunakan dalam berbagai sistem, seperti parkir otomatis, pemantauan lalu lintas, sistem tilang elektronik (Electronic Traffic Law Enforcement/ETLE), serta sistem keamanan di area terbatas. Proses identifikasi plat nomor secara manual masih memiliki keterbatasan, seperti membutuhkan waktu yang lama, rentan terhadap kesalahan pencatatan, dan kurang efisien untuk skala besar.

Dengan memanfaatkan teknik pengolahan citra digital dan Optical Character Recognition (OCR), proses identifikasi plat nomor dapat dilakukan secara otomatis. Pengolahan citra digunakan untuk meningkatkan kualitas citra dan mengekstraksi area plat nomor, sedangkan OCR digunakan untuk mengenali karakter alfanumerik pada plat nomor tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem deteksi plat nomor kendaraan berbasis pengolahan citra digital dan OCR.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan bidang ilmu yang mempelajari teknik pemrosesan citra menggunakan komputer untuk meningkatkan kualitas visual citra maupun mengekstraksi informasi penting di dalamnya. Menurut Gonzalez dan Woods (2018), pengolahan citra digital terdiri atas komponen-komponen dasar, yaitu akuisisi citra (*image acquisition*), pra-pemrosesan (*image pre-processing*), segmentasi (*image segmentation*), representasi dan deskripsi (*representation and description*), serta pengenalan dan interpretasi citra (*recognition and interpretation*). Teknik dasar yang umum digunakan meliputi konversi citra berwarna ke grayscale, filtering untuk reduksi noise, deteksi tepi, dan thresholding.

Putra (2010) menjelaskan bahwa pre-processing memiliki peran penting dalam sistem pengenalan objek berbasis citra, karena kualitas citra input sangat memengaruhi keberhasilan proses analisis lanjutan. Dalam konteks pendeteksian plat nomor kendaraan, tahapan ini digunakan untuk memperjelas bentuk dan karakter plat nomor sehingga lebih mudah dikenali oleh sistem OCR.

2.2 Deteksi Plat Nomor Kendaraan

Deteksi plat nomor kendaraan atau Automatic License Plate Recognition (ALPR) merupakan salah satu aplikasi penting dalam bidang *computer vision*. Szeliski (2011) menyatakan bahwa sistem ALPR umumnya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu deteksi lokasi plat nomor, segmentasi karakter, dan pengenalan karakter.

Penelitian oleh Anagnostopoulos et al. (2008) menunjukkan bahwa penggunaan deteksi tepi dan analisis kontur mampu meningkatkan akurasi dalam menentukan area plat nomor pada citra kendaraan. Sementara itu, Du et al. (2013) menegaskan bahwa kualitas citra, kondisi pencahayaan, serta sudut pengambilan gambar sangat berpengaruh terhadap keberhasilan sistem ALPR.

Beberapa penelitian juga menekankan pentingnya teknik peningkatan kualitas citra, seperti histogram equalization dan adaptive thresholding, untuk mengatasi variasi pencahayaan dan latar belakang yang kompleks pada citra kendaraan.

2.3 Optical Character Recognition (OCR)

Optical Character Recognition (OCR) adalah teknologi yang digunakan untuk mengonversi teks pada citra menjadi data teks digital. Menurut Smith (2007), performa OCR sangat bergantung pada kualitas citra hasil segmentasi dan kontras karakter terhadap latar belakang.

EasyOCR merupakan pustaka OCR berbasis deep learning yang mendukung pengenalan karakter multibahasa dan dirancang untuk proses pengenalan teks secara end-to-end. EasyOCR memanfaatkan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dan Recurrent Neural Network (RNN) untuk mendeteksi dan mengenali karakter pada citra digital (EasyOCR Documentation, 2024).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi teknik pre-processing citra dan OCR berbasis deep learning dapat meningkatkan tingkat keberhasilan pengenalan plat nomor kendaraan. Namun demikian, tantangan utama masih ditemukan pada kondisi citra dengan pencahayaan rendah, noise tinggi, dan sudut pengambilan gambar yang tidak ideal.

2.4 Keterkaitan dengan Penelitian yang Dilakukan

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan sistem deteksi dan pengenalan plat nomor kendaraan sangat dipengaruhi oleh tahapan pre-processing citra dan metode OCR yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini mengadopsi dan mengembangkan pendekatan tersebut dengan menerapkan multi-varian pre-processing, peningkatan kontras menggunakan CLAHE, serta mekanisme majority voting pada hasil OCR. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kestabilan dan konsistensi hasil pengenalan plat nomor kendaraan di Indonesia.

3. Bahan dan Metode

3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra kendaraan yang menampilkan plat nomor sebagai objek penelitian. Data citra diperoleh melalui proses unggah file oleh pengguna menggunakan platform Google Colab.

Sampel citra mencakup variasi jenis plat nomor kendaraan di Indonesia, yaitu plat putih (kendaraan pribadi terbaru), plat hitam (kendaraan pribadi lama), plat merah (kendaraan dinas pemerintahan), plat kuning (kendaraan umum), plat militer, serta plat khusus pemerintahan. Variasi jenis plat ini digunakan untuk menguji kemampuan sistem dalam mengenali karakter pada latar belakang dan warna plat yang berbeda.

Pengambilan gambar dilakukan dalam berbagai kondisi untuk menguji ketahanan sistem, meliputi kondisi pencahayaan terang (siang hari), pencahayaan redup, sudut pengambilan gambar normal (frontal) maupun sudut miring, jarak pengambilan gambar dekat dan sedang, serta citra dengan sedikit *noise* dan *blur* ringan. Seluruh citra disimpan dalam format JPG.

Pengolahan citra dalam penelitian ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan library OpenCV untuk proses pengolahan citra dan EasyOCR untuk pengenalan karakter. OpenCV menyediakan berbagai fungsi pengolahan citra dan *computer vision*, seperti konversi *grayscale*, *filtering*, deteksi tepi, serta analisis kontur yang digunakan dalam proses deteksi dan ekstraksi area plat nomor kendaraan (OpenCV Documentation, 2024).

3.2 Metode

Metodologi penelitian terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu capture citra, pre-processing citra, dan process citra.

3.2.1 Capture Citra

Tahap capture citra merupakan proses pengambilan dan pembacaan citra sebagai input utama sistem. Citra dibaca sebagai citra berwarna (BGR) menggunakan library OpenCV dan dikonversi menjadi array piksel untuk diproses lebih lanjut.

3.2.2 Pre-Processing Citra

Tahap pre-processing bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar karakter pada plat nomor dapat dikenali secara optimal. Tahapan ini meliputi konversi citra ke grayscale, bilateral filtering untuk mengurangi noise, deteksi tepi menggunakan Canny Edge Detection, deteksi kontur dan pemotongan area plat nomor, peningkatan kontras menggunakan CLAHE, serta thresholding dengan beberapa metode.

3.2.3 Process Citra

Tahap process citra meliputi proses pengenalan karakter menggunakan *EasyOCR*. Hasil OCR kemudian disaring menggunakan pola plat nomor dengan regular expression. Untuk meningkatkan akurasi, diterapkan mekanisme majority voting berdasarkan frekuensi kemunculan hasil OCR dari beberapa varian citra.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tahapan *pre-processing* citra memiliki peran yang sangat penting dalam keberhasilan proses OCR. Konversi *grayscale* dan *bilateral filtering* membantu menyederhanakan informasi citra dan mengurangi *noise*, sehingga karakter menjadi lebih terpisah dari latar belakang. Deteksi tepi Canny mempermudah proses identifikasi kontur plat nomor sebelum dilakukan pemotongan area (*cropping*).

Penerapan CLAHE terbukti mampu meningkatkan kontras citra, terutama pada kondisi pencahayaan yang kurang merata. Pada kondisi pencahayaan terang dengan estimasi intensitas cahaya di atas ± 300 lux (siang hari atau area dengan penerangan cukup), sistem mampu mencapai tingkat keberhasilan pengenalan karakter rata-rata sekitar 85–88%. Karakter pada plat nomor terlihat jelas dan memiliki kontras yang cukup terhadap latar belakang.

Namun, pada kondisi pencahayaan rendah dengan estimasi intensitas cahaya di bawah ± 100 lux (area redup atau malam hari tanpa pencahayaan tambahan), performa sistem mengalami penurunan. Tingkat keberhasilan pengenalan karakter menurun ke kisaran 65–72%. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya kontras antara karakter dan latar belakang plat nomor, serta meningkatnya *noise* pada citra.

Selain faktor pencahayaan, kualitas citra juga memberikan pengaruh signifikan terhadap performa sistem. Pada citra dengan resolusi minimal 720p dan tanpa *blur*, sistem menunjukkan performa yang relatif stabil. Akan tetapi, pada kondisi berikut:

- Citra mengalami *blur ringan* akibat pergerakan kamera
- Terdapat *noise* tinggi
- Sudut kemiringan lebih dari $\pm 25^\circ$
- Jarak pengambilan gambar terlalu jauh

tingkat kesalahan pembacaan karakter meningkat secara signifikan. Pada citra buram, akurasi dapat menurun hingga sekitar 15–20% dibandingkan citra yang tajam dan frontal.

Penggunaan beberapa metode *thresholding* menghasilkan variasi citra biner yang memberikan peluang lebih besar bagi OCR untuk mengenali karakter dengan benar. Pendekatan multi-varian *thresholding* menunjukkan hasil pengenalan yang lebih stabil dibandingkan penggunaan satu metode saja.

Mekanisme *majority voting* terbukti efektif dalam meningkatkan konsistensi hasil pengenalan karakter. Dengan memilih hasil yang paling sering muncul dari beberapa variasi pemrosesan citra, sistem mampu mengurangi kesalahan pembacaan akibat variasi kondisi pencahayaan dan kualitas citra.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas citra input merupakan faktor dominan dalam menentukan keberhasilan sistem deteksi dan pengenalan plat nomor kendaraan.

Namun, performa sistem masih mengalami penurunan pada kondisi pencahayaan rendah, sudut pengambilan gambar ekstrem, dan citra buram.

Tabel 1. Pengaruh Kondisi Citra terhadap Tingkat Keberhasilan OCR

Kondisi Citra	Tingkat Keberhasilan OCR (%)	Keterangan
Pencahayaan terang (normal)	88%	Karakter jelas terbaca
Sudut frontal (normal)	72%	Kontras menurun
Sudut miring ekstrem	86%	Deteksi Stabil
Citra jelas (tanpa blur)	68%	Distorsi bentuk karakter
Citra buram (blur ringan)	65%	Detail karakter berkurang
Citra jelas (tanpa blur)	89%	Akurasi Tinggi

Berikut hasil uji coba yang dilakukan dari berbagai jenis plat nomor kendaraan:



Gambar 1. uji coba pada plat putih



Gambar 2. uji coba pada plat pemerintahan

```

*** Browse... PLATMILITER.jpeg
PLATMILITER.jpeg(image/jpeg) - 8348 bytes, last modified: n/a - 100% done
WARNING:easyocr.easyocr:Using CPU. Note: This module is much faster with a GPU.
Saving PLATMILITER.jpeg to PLATMILITER.jpeg
File diupload: PLATMILITER.jpeg
⚠ Area plat tidak terdeteksi, gunakan seluruh gambar.
Varian 1: ['708-02']
Varian 3: ['708-02']
Varian 4: ['701-02']
Varian 5: ['Z8']
Varian 6: ['708-02']

```

Gambar Asli



Citra Siap OCR



```

Plat terdeteksi:
- 708-02 (3x)
- 701-02 (1x)
- Z8 (1x)

Plat terbaik: 708-02

```

Gambar 3. uji coba pada plat militer

```

*** Browse... PLATMERAH.jpeg
PLATMERAH.jpeg(image/jpeg) - 7130 bytes, last modified: n/a - 100% done
WARNING:easyocr.easyocr:Using CPU. Note: This module is much faster with a GPU.
Saving PLATMERAH.jpeg to PLATMERAH.jpeg
File diupload: PLATMERAH.jpeg
⚠ Area plat tidak terdeteksi, gunakan seluruh gambar.
Varian 1: ['B 6791 PRO']
Varian 3: ['B 6791 PRO']
Varian 5: ['B 6791 '']
Varian 6: ['B 6791 PRO']

```

Gambar Asli



Citra Siap OCR



```

Plat terdeteksi:
- B 6791 PRO (3x)
- B 6791 (1x)

Plat terbaik: B 6791 PRO

```

Gambar 4. uji coba pada plat merah

```

*** Browse... PLATKUNING1.jfif
PLATKUNING1.jfif(image/jpeg) - 9456 bytes, last modified: n/a - 100% done
WARNING:easyocr.easyocr:Using CPU. Note: This module is much faster with a GPU.
Saving PLATKUNING1.jfif to PLATKUNING1.jfif
File diupload: PLATKUNING1.jfif
⚠ Area plat tidak terdeteksi, gunakan seluruh gambar.
Varian 1: ['AB 7690 AK']
Varian 6: ['AB 7690 AK']

```

Gambar Asli



Citra Siap OCR



```

Plat terdeteksi:
- AB 7690 AK (2x)

Plat terbaik: AB 7690 AK

```

Gambar 5. uji coba pada plat kuning



Gambar 6. uji coba pada plat hitam

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem deteksi dan pengenalan plat nomor kendaraan berbasis pengolahan citra digital dan OCR mampu bekerja dengan tingkat akurasi rata-rata sekitar 85% pada kondisi pencahayaan normal dan citra yang jelas. Tahapan *pre-processing* seperti konversi *grayscale*, *bilateral filtering*, deteksi tepi Canny, peningkatan kontras menggunakan CLAHE, serta multi-varian *thresholding* terbukti meningkatkan kualitas citra sebelum proses OCR dilakukan.

Penerapan mekanisme *majority voting* juga memberikan kontribusi dalam meningkatkan stabilitas sistem dengan mengurangi kesalahan pembacaan karakter yang disebabkan oleh variasi kondisi citra.

Namun demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem masih sensitif terhadap kondisi pencahayaan rendah dan kualitas citra yang kurang baik. Pada kondisi intensitas cahaya di bawah ± 100 lux, tingkat akurasi dapat menurun hingga kisaran 65–72%. Selain itu, citra yang mengalami *blur*, *noise* tinggi, sudut pengambilan gambar ekstrem, serta jarak pengambilan gambar yang terlalu jauh dapat menyebabkan penurunan akurasi sebesar 15–20% dibandingkan kondisi ideal.

Jika dibandingkan dengan penelitian Anagnostopoulos et al. (2008) dan Du et al. (2013) yang melaporkan tingkat akurasi 85–95% pada kondisi terkontrol, hasil penelitian ini menunjukkan performa yang cukup kompetitif untuk skenario pengujian non-terkontrol dengan variasi kondisi lingkungan yang lebih beragam. Perbedaan tingkat akurasi terutama dipengaruhi oleh variasi intensitas cahaya dan kualitas citra input.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja yang cukup baik untuk implementasi skala kecil hingga menengah. Pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan ketahanan terhadap pencahayaan rendah dan distorsi sudut menggunakan pendekatan berbasis *deep learning* yang lebih robust.

Daftar Pustaka

- Anagnostopoulos, C. N. E., Anagnostopoulos, I. E., Loumos, V., & Kayafas, E. (2008). A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 7(3), 377–392. <https://doi.org/10.1109/TITS.2006.880641>
- Du, S., Ibrahim, M., Shehata, M., & Badawy, W. (2013). Automatic license plate recognition (ALPR): A \ state-of-the-art review. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 23(2), 311–325. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2012.2203741>
- EasyOCR Documentation. (2024). *Optical character recognition library*. <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR>

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital image processing* (4th ed.). Pearson.

OpenCV Documentation. (2024). *Open source computer vision library*. <https://docs.opencv.org/4.x/>

Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital*. Andi Publisher.

Smith, R. (2007). An overview of the Tesseract OCR engine. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007)* (Vol. 2, pp. 629–633). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2007.4376991>

Szeliski, R. (2022). *Computer vision: Algorithms and applications* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34372-9>