



LOKALISASI PLAT NOMOR DENGAN JAVA MENGGUNAKAN DETEKSI TEPI CANNY DAN FILTER MORFOLOGI

Ulmiah Muis
Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indoensia
ulmiah@gmail.com

Zahir Muhammad Adin
Madrasah Aliyah Negeri 2 Makassar
Makassar, Indoensia
zahir@gmail.com

Yaumil Afwan
Universitas Gadjah Mada
Makassar, Indoensia
yaumil1@gmail.com

ARTICLE INFO

Received : 30 Juni 2023

Accepted : 30 Juli 2023

Published : 31 Juli 2023

ABSTRACT

This study aims to introduce an automatic vehicle identification system based on vehicle licenses and license plate recognition. This Automatic Number Plate Recognition (ANPR) system software uses a series of image processing algorithms captured by a camera with a high degree of accuracy and has the efficiency to recognize license plates and then identify vehicles from datasets stored on a Personal Computer (PC). This study uses an algorithm for license plate localization by implementing the Canny edge detection algorithm and a morphological filter. The methodology used is to develop a Number Plate (NP) localization method including the following steps: (1) Color conversion, image enhancement (using sharpness filters and gamma correction), Canny edge detection and alignment (skeletonization); stage (2) morphological filter-based method to determine the Region of Interest (ROI), namely a rectangular box containing a Number Plate (NP). A rectangular bounding box is drawn across the area in the original image that contains the NP after the NP are localized. The bounding box is equal to the width of the image plus one pixel and the height of the NP plus one pixel. The results showed that this method succeeded in achieving a localization rate of about 72.0%. The method used for license plate localization is able to localize license plates with clear boundaries and unambiguous separation of other related components. This research can be further developed to include more functions so that it can be used by all elements of society from researchers to law enforcers.

Keywords: Number Plate, Edge Detection, Morphological Process, Localization, Canny Algorithm.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan sistem identifikasi kendaraan secara otomatis berdasarkan lisensi kendaraan dan pengenalan plat nomor. Perangkat lunak sistem Automatic Number Plate Recognition (ANPR) ini menggunakan serangkaian algoritma pengolahan gambar yang ditangkap oleh kamera dengan tingkat akurasi yang tinggi dan memiliki efisiensi untuk mengenali plat nomor kemudian mengidentifikasi kendaraan dari dataset yang disimpan di Personal Computer (PC). Metodologi penelitian menggunakan algoritma untuk lokalisasi plat nomor dengan mengimplementasikan algoritma deteksi tepi Canny dan filter morfologi yaitu mengembangkan metode lokalisasi Plat Nomor atau Number Plate (NP) meliputi tahapan berikut: (1) Konversi warna, perbaikan gambar (menggunakan filter ketajaman dan koreksi gamma), deteksi tepi Canny dan proses penyelurusan (skeletonisasi); tahapan ke (2) metode berbasis filter morfologi untuk menentukan Region of Interest (ROI) yaitu kotak persegi panjang berisi Number Plate (NP). Kotak pembatas persegi panjang digambar melintasi area pada gambar asli yang memuat NP setelah NP terlokalisasi. Kotak pembatas berukuran sama dengan lebar gambar ditambah satu piksel dan tinggi NP ditambah satu piksel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini berhasil mencapai tingkat lokalisasi sekitar 72,0%. Metode yang digunakan untuk lokalisasi plat nomor tersebut mampu melokalisasi plat nomor dengan batas yang jelas dan pemisahan komponen terkait lainnya yang tidak ambigu. Selanjutnya penelitian ini dapat dikembangkan dengan mencakup lebih banyak fungsi sehingga dapat digunakan oleh semua elemen masyarakat dari peneliti hingga penegak hukum.

Kata Kunci: Plat Nomor, Deteksi Tepi, Proses Morfologi, Lokalisasi, Algoritma Canny
This is an open access article under the CC BY-SA license



I. PENDAHULUAN

Pengenalan Plat Nomor Otomatis atau *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) / License Plate Recognition (LPR) telah menjadi salah satu metode pengawasan kendaraan yang efektif beberapa tahun belakangan. Metode ini dapat digunakan di berbagai tempat umum untuk keperluan penegakan keselamatan lalu lintas, pengumpulan pajak tol otomatis, sistem parkir mobil dan sistem parkir kendaraan otomatis [1].

Sistem tersebut menggunakan langkah-langkah pemrosesan gambar digital untuk mencapai fungsinya. Pengenalan Plat Nomor Otomatis atau *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) dapat digunakan untuk menyimpan dan memproses gambar plat nomor yang diambil oleh kamera dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi. Sistem ini bekerja dengan empat langkah, yaitu: (1) Deteksi dan pengambilan gambar

kendaraan (2) Lokalisasi, orientasi dan normalisasi plat nomor (3) Segmentasi karakter dan terakhir (4) Pengenalan Karakter Optik atau *Optic Character Recognition* (OCR) [2].

Tantangan utama yang harus diatasi oleh sistem ANPR adalah bagaimana mengidentifikasi dan menemukan lokasi pelat nomor itu sendiri. Pertimbangan pembatas meliputi (a) Resolusi file yang tidak memadai, yang biasanya disebabkan oleh jarak pelat yang terlalu jauh tetapi juga dapat disebabkan oleh penggunaan kamera berkualitas rendah. (b) Gambar buram terutama buram gerakan; dan (c) Pencahayaan yang buruk dan kontras rendah yang disebabkan oleh pencahayaan berlebih, pantulan atau bayangan. Akibatnya sistem harus mempertimbangkan parameter ini dan memastikan bahwa algoritma pemrosesan gambar yang sesuai digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

Selain permasalahan utama di atas terdapat juga beberapa tantangan yang dihadapi selama pengembangan sistem ANPR seperti:

- Menghindari sistem

Untuk menghindari sistem ANPR dan kamera penegakan aturan jalan pada umumnya pemilik kendaraan menerapkan berbagai strategi. Salah satunya adalah meningkatkan karakteristik reflektif huruf pelat nomor sehingga kemungkinan besar sistem tidak akan dapat mendeteksi pelat atau membuat tingkat kontras yang cukup untuk membacanya.

Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan penutup pelat atau semprotan meskipun kemanjurannya masih bisa diperdebatkan. Penutup dilarang di sebagian besar wilayah sesuai undang-undang saat ini tetapi tidak ada undang-undang yang melarang penggunaan semprotan di sebagian besar negara [3]. Pemilik kendaraan lainnya mencoba mengolesi pelat nomor mereka dengan kotoran atau menyembunyikannya di balik penutup.



Gambar 1.1. Plat nomor dengan huruf dan angka yang sebagian tersembunyi

- Inkonsistensi pelat dan perbedaan yurisdiksi/regional

Agar efektivitasnya maksimum sistem ANPR harus dapat mengenali pelat dari yurisdiksi mana pun serta yurisdiksi terkait namun hal ini agak sulit disebabkan berbagai faktor.

Banyak sistem ANPR menjanjikan keakuratan ketika digunakan untuk mencocokkan pelat dari yurisdiksi atau wilayah tertentu namun karena perbedaan format, font, warna, tata letak dan atribut pelat lainnya sistem dapat gagal saat mencoba mengenali pelat dari wilayah lain.



(a) Plat nomor Malaysia



(b) Plat nomor Indonesia

Gambar 1.2. Berbagai jenis plat nomor dari Malaysia dan Indonesia

- Akurasi dan pengukuran kinerja sistem ANPR.

Ketidak konsistenan antara hasil pengujian membuat agak sulit untuk mengukur keakuratan perangkat lunak ini. Benchmark citra digunakan oleh beberapa vendor perangkat lunak ANPR seperti OpenALPR untuk melaporkan hasil akurasi [3]. Hasil temuannya mungkin akan berbeda bergantung pada foto yang dipilih vendor untuk disertakan dalam pengujian.

1.1 . TINJAUAN PUSTAKA

Pengenalan plat nomor secara otomatis atau *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) telah lama ada dan berbagai penelitian dilakukan untuk meningkatkan pendekatan lokalisasi nomor plat atau *Plat Number* (PN) diantaranya penelitian berikut ini:

a) Deteksi Dan Pengenalan Beberapa Plat Nomor Dari Gambar Diam [3]

Penelitian Menon dan Omman ini menarik karena sistem ANPR yang diusulkan dapat digunakan untuk mengenali beberapa pelat nomor dari satu kerangka sampel. Dua langkah utama untuk algoritma ANPR dibagi menjadi: Deteksi pelat & Pengenalan pelat. Langkah deteksi pelat nomor dipilih dari berbagai negara tergantung pada lebar dan tingginya. Segmentasi dan klasifikasi adalah dua langkah utama dalam deteksi lempeng. Pada tahap segmentasi menggunakan berbagai filter, operasi morfologi, algoritma kontur dan mengekstrak wilayah gambar yang berisi pelat. Pada tahap klasifikasi menggunakan Support Vector Machine (SVM) yaitu sebuah varian dari algoritma pembelajaran mesin yang digunakan untuk klasifikasi

b) Pengenalan Plat Nomor Otomatis [4]

Penelitian ini membahas proyek akhir ANPR yang dikembangkan oleh Zozaya. Untuk algoritmanya dikembangkan menggunakan Matlab. Proyek ini terdiri dari tiga tahap:

Yang pertama adalah dengan mencari dan memotong ROI yang dianggap berisi plat nomor. Kemudian membagi gambar 'ImgPlate' menjadi sub-gambar sebanyak karakter yang dikenali. Terakhir algoritme Pengenalan Karakter Optik (OCR) bekerja dengan membandingkan gambar 'ImgChar' dengan template jenis huruf yang telah ditentukan sebelumnya yang digunakan di pelat nomor. Untuk melokalisasi plat nomor itu sendiri sistem menggunakan pendekatan morfologi matematis yang berfokus pada fitur batas dan wilayah. Setelah dilokalkan citra diproses lebih lanjut menggunakan thresholding Otsu dan Hough Transform.

c) Deteksi Lokasi Plat Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Harris Corner Feature Detector [5]

Fawwaz et al. menghadirkan lokalisasi pelat Indonesia berdasarkan segmentasi teks pelat standar tidak terstruktur dengan bukaan dan tutup pemfilteran morfologi pada pre-processing dan feature detector metode Harris Corner. Gambar yang diberikan pertama-tama diproses terlebih dahulu dengan mengubahnya menjadi skala abu-abu kemudian gambar difilter menggunakan penyaringan morfologi untuk menghilangkan noise menggunakan operasi pembukaan dan penutupan. Fitur citra kemudian diekstraksi menggunakan metode Harris Corner. Metode ini mengandalkan tiga citra turunan yaitu X, Y, dan XY, serta

konvolusi citra tersebut menggunakan operator Prewitt. Gambar kemudian diburamkan dengan operator Gaussian untuk sedikit memburamkan gambar. Untuk setiap tepi yang terdeteksi pada gambar, matriks 2×2 dibuat dan dihitung dengan operator Plessey. Thresholding digunakan untuk mempartisi citra dengan mengatur nilai intensitas semua piksel yang lebih besar dari nilai threshold T sebagai objek dan lebih kecil dari nilai threshold T sebagai background. Fitur yang diperoleh kemudian dicocokkan menggunakan template yang disediakan oleh penulis dengan masing-masing deskriptor keypoint yang diperoleh kemudian dihitung nilai korelasinya menggunakan algoritma Euclidean Distance. Suatu kotak batas akan diestimasikan meliputi suatu pelat dengan menentukan garis batas atas, bawah, kiri, dan kanan secara berurutan. Setelah itu diperoleh perkiraan kasar garis batas kiri dan kanan. Di pelat, rasio lebar pelat terhadap tinggi adalah konstan. Hasil strategi yang diusulkan menghasilkan akurasi sebesar 98,98%, presisi sebesar 65,57% dan nilai recall sebesar 73,55%.

d) Proposal Sistem Pengenalan Plat Nomor Otomatis untuk Identifikasi Kendaraan [6]

H. Saghael (2016), mengusulkan sistem pengenalan plat nomor untuk mengatur lalu lintas di tempat parkir organisasi swasta dan publik. Makalah ini berisi proposal aplikasi dunia nyata dari sistem ALPR. Proposal terdiri dari empat langkah preprocessing dan metode deteksi tepi dengan segmentasi karakter dan Optical Character Recognition (OCR).

e) Pendekatan Efisien untuk Sistem Pengenalan Plat Nomor Otomatis [7]

Pechiammal dan Renjith (2017), mengusulkan pendekatan ekstraksi pelat nomor dalam langkah-langkah berikut:

1. Tangkap gambar
2. Konversi skala abu-abu
3. Penyaringan gabor
4. Segmentasi Karakter
5. OCR menggunakan pencocokan template
6. Ekstraksi pelat nomor

Filter Gabor adalah metode yang digunakan untuk menghilangkan noise dari citra. Selain menghilangkan noise gambar fitur ini juga dapat mendeteksi tepi. Hal ini sangat efektif dalam menghilangkan noise gambar jenis salt-and-pepper. Filter Gabor adalah filter linier yang representasi spasial dan frekuensi sinyal pada dasarnya sama dengan penglihatan manusia. Gambaran pemandangan digabungkan dengan filter Gabor yang ditempatkan secara vertikal sedemikian rupa sehingga

tepian vertikal menghasilkan respons yang solid. Gambar yang dihasilkan hanya menunjukkan tepi vertikal dan kemudian dibinerisasi menggunakan operator Otsu.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan:

- Mengidentifikasi gambar yang berisi pelat nomor/lisensi
- Mendeteksi area pelat nomor yang lebih luas dengan analisis vertikal atau klipping pita
- Melakukan analisis horizontal pada pita untuk mendeteksi dan memotong pelat dari pita



Gambar 1.2.1. Tujuan keluaran program

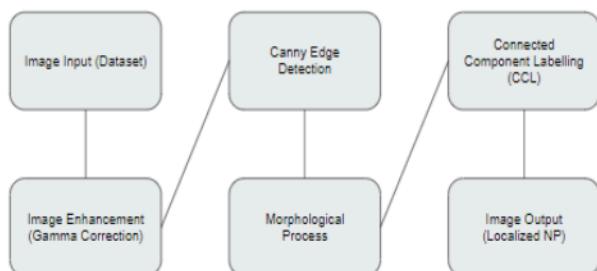
Hasil dari penelitian ini adalah untuk memberikan pendekatan lokalisasi NP yang mencakup tahapan berikut:

- (1) Pra-pemrosesan citra yang terdiri dari konversi warna, peningkatan citra (menggunakan filter ketajaman dan koreksi gamma), pengenalan tepi Canny dan penipisan (skeletonize) proses;
- (2) Metode berbasis filter morfologi untuk menentukan ROI (kotak persegi panjang berisi NP).

Mengikuti lokalisasi NP, kotak pembatas persegi panjang akan digambar melintasi area pada gambar asli yang menyertakan NP. Kotak pembatas berukuran sama dengan tinggi NP ditambah satu piksel demikian juga dengan lebar gambar.

1. METODE

Di bawah ini diagram alur metodologi penelitian:



Gambar 2.1 Flowchart metodologi penelitian

2.1 INPUT GAMBAR

Tahap pengumpulan dan penyiapan dataset citra untuk lokalisasi NP disebut pengumpulan citra. Dataset pelat nomor Ondrej Martinsky [10] akan digunakan dalam penelitian ini. Koleksi ini berisi 97 foto berbagai mobil tampak depan dan belakang. Desain dan pola pelat nomor dalam kumpulan data adalah umum di seluruh Uni Eropa (UE). Pada gambar, warna *backdrop* plat nomor berwarna putih sedangkan karakter pada plat nomor berwarna hitam.

2.2 PRA-PROSES GAMBAR

Pra-pemrosesan gambar adalah langkah penting dalam mempersiapkan gambar digital untuk diproses lebih lanjut, hal ini penting dalam melakukan lokalisasi NP. Langkah-langkah dalam tahapan ini adalah sebagai berikut:

2.2.1. KONVERSI GREYSKALA

Pertama, citra warna RGB akan diubah menjadi grayscale (gs) dengan bantuan library Java AWT (BufferedImage dan Graphics2D).

Langkah ini untuk mendigitalkan gambar "sangat kontras" melalui berbagai warna redup untuk mengisolasi gambar menjadi piksel tertentu bergantung pada rentang spasial yang diperlukan. Rentang ini dalam jalur dinamis disebut rentang dari 0 (gelap) dan 1 (putih) dengan nilai yang terpisah-pisah.



Gambar skala abu-abu

2.2.2. PENINGKATAN GAMBAR

Penerapan Koreksi Gamma, filter Ketajaman dan Persamaan Histogram untuk menghaluskan pelat nomor. Koreksi gamma mengontrol kecerahan keseluruhan gambar. Gambar yang tidak dikoreksi dengan benar akan terlihat pudar atau terlalu gelap. Mereproduksi warna secara akurat membutuhkan

pengetahuan tentang gamma dengan menggunakan fungsi gamma.

$$f_\gamma(a) = a^\gamma \text{ for } a \in \mathbb{R} \text{ and } \gamma > 0,$$

Dimana parameter R disebut nilai gamma. Jika a dibatasi pada interval $[0,1]$ maka nilai $f(a)$ juga tetap berada dalam $[0,1]$ dan fungsi selalu berjalan melalui titik $(0,0)$ dan $(1,1)$.

2.3. DETEKSI TEPI

Algoritma deteksi tepi yang akan diimplementasikan adalah Algoritma Canny.



Gambar 2.3.1. Contoh deteksi tepi Canny yang bekerja pada salah satu gambar dalam kumpulan data

Detektor tepi Canny adalah operator deteksi tepi yang menggunakan algoritme multi-tahap untuk mendeteksi berbagai tepi dalam gambar. Tujuan utama dari metode ini adalah:

- Meminimalkan jumlah titik tepi palsu
- Mencapai lokalisasi edge yang baik
- Mengirimkan hanya satu tanda pada setiap sisi.

Metode ini menggunakan implementasi skala tunggal dengan radius filter yang dapat disesuaikan (smoothing filter sigma).

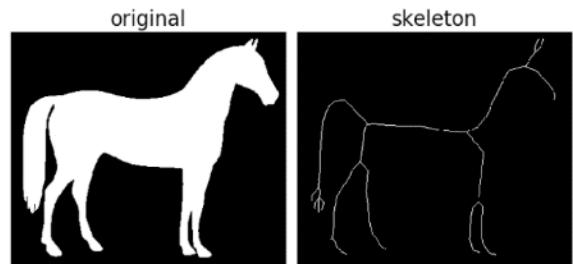
Ada 5 langkah untuk deteksi tepi Canny:

1. Smoothing: Blurring of the image to remove noise.
2. Finding gradients: The edges should be marked where the gradients of the image have large magnitudes.
3. Non-maximum suppression: Only local maxima should be marked as edges.
4. Double thresholding: Potential edges are determined by thresholding.
5. Edge tracking by hysteresis: Final edges are determined by suppressing all edges that are not connected to a very certain (strong) edge.

Gambar 2.3.2. Langkah-langkah untuk deteksi tepi Canny

2.4. LOKALISASI PLAT NOMOR

Gambar hasil akhir ditampilkan dengan menggunakan pustaka Javax Swing untuk membingkai hasil keluaran dari NP yang dilokalkan.



Gambar 2.4.1. Gambar hasil

2.4.1. PENIPISAN

Metode skeletonizing digunakan untuk lebih menipiskan tepinya. Skeletonisasi mengurangi objek biner menjadi representasi selebar 1 piksel yang berguna untuk ekstraksi fitur dan/atau merepresentasikan topologi objek. Skeletonize bekerja dengan membuat lintasan gambar secara



Gambar 2.4.1.1. Contoh Skeletonisasi

berurutan. Pada setiap lintasan, piksel batas diidentifikasi dan dihapus dengan syarat bahwa piksel tersebut tidak memutus konektivitas objek yang sesuai.

Nilai piksel pada posisi utara, selatan, barat, dan timur dari kernel 3x3 menentukan prosedur penjarangan yaitu melakukan prosedur penjarangan dalam empat arah secara berurutan. Nilai dari delapan piksel samping akan digunakan untuk menghitung piksel tengah. Jika ada dua piksel latar belakang di utara, selatan, barat, atau timur pada saat yang sama tetapi kurang dari empat piksel latar depan dalam saringan, piksel tengah akan



1	Fill Hole Opening Closing Fill Hole Erosion x10 Dilation x10
2	Closing Dilation x3 Erosion x10 Dilation x7
3	Closing Dilation x3 Closing Erosion x10 Dilation x7
4	Fill Hole Dilation Erosion x10 Dilation x7
5	Fill Hole Dilation x1 Closing Fill Hole Opening Erosion x10 Dilation x9
6	Dilation x1 Closing Erosion x1 Opening Fill Hole Erosion x10 Dilation x10
7	Fill Hole Dilation x3 Closing Erosion x3 Opening
8	Fill Hole Opening Dilation x3 Closing Fill Hole Erosion x10 Dilation x8

disetel ke 255 mewakili piksel latar depan dan piksel tengah akan disetel ke 0 jika tidak.

2.4.2. PROSES MORFOLOGIS

Penggunaan gambar untuk menganalisis dan mengolah bentuk struktur geometri pada citra biner memiliki morfologi. Hal ini akan meningkatkan sifat struktural gambar dan sebagai hasilnya bentuk persegi panjang NP. Erosi, Dilatasasi, Pembukaan, dan Penutupan adalah empat prosedur yang digunakan dalam morfologi. Benda pada gambar biner akan mengecil akibat erosi sedangkan benda pada gambar biner akan menebal akibat dilatasasi. Pembukaan di sisi lain memperhalus garis luar objek, menghilangkan tonjolan tipis dan memecah latarbelakang yang sempit.

Hole filling merupakan prosedur morfologi dalam pengolahan citra yang mengisi bentuk-bentuk piksel hitam yang dikelilingi oleh piksel putih. Selain itu sesuai namanya *hole filling* mengisi lubang pada benda berongga. Bentuk atau lubang kosong ini didefinisikan sebagai piksel latar belakang yang dikelilingi oleh piksel latar depan.

Dengan metode ini dapat membangun 8 kombinasi metode morfologi yang berbeda untuk memangkas benda-benda kecil dan memperkuat bentuk persegi pelat nomor. Berikut 8 kombinasi tersebut:

1	4	6
2		7
3	5	8

Tabel 2.4.2.1. 8 kombinasi yang berbeda dari metode morfologi

2.4.3 PELABELAN KOMPONEN TERHUBUNG (CCL)

CCL terdiri dari tiga lintasan dalam pelabelan struktur geometris, lintasan pertama dalam CCL memindai setiap piksel dari atas ke bawah dan dari kiri ke kanan untuk menemukan piksel terkait di arah barat laut, utara, timur laut, dan barat serta memberi label wilayah yang terhubung. Lintasan kedua memindai setiap piksel dari bawah ke atas dan kanan ke kiri untuk menemukan piksel terkait di arah timur, barat daya, selatan dan tenggara. Beberapa pelabelan digabung atau tumpang tindih pada lintasan pertama dan kedua. Beberapa piksel dapat ditetapkan ke dua atau lebih label.

Akibatnya *pass* ketiga digunakan untuk memberi label ulang label gabungan ke label terkecil.

$$\text{width} = \text{x}_{\max} - \text{x}_{\min} + 1$$

$$\text{height} = \text{y}_{\max} - \text{y}_{\min} + 1$$

Gambar 2.4.3.1. Model Nearest Neighboring dan formula CCL

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan *Interface* berbasis terminal sederhana dibandingkan *Interface* pengguna grafis (GUI) biasa akan lebih mudah untuk menguji dan menjalankan metode ini dalam pengujian eksperimental dan mengevaluasi performa serta akurasi algoritme.

Untuk mengevaluasi dan memvalidasi kinerja algoritma dilakukan pengujian manual pada total 50 citra digital (*test_001.jpg* hingga *test_050.jpg*) dalam set pengujian. Hasilnya diberikan di bawah ini bersama dengan rumus untuk menilai akurasi deteksi:

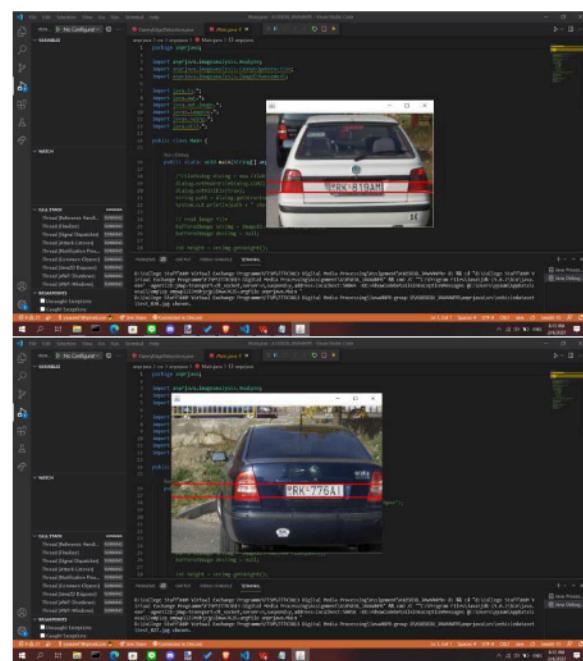
Formula untuk menentukan akurasi deteksi;

$$\text{Detection accuracy} = \frac{\text{Number of NP successfully detected}}{\text{Total number of images tested}}$$

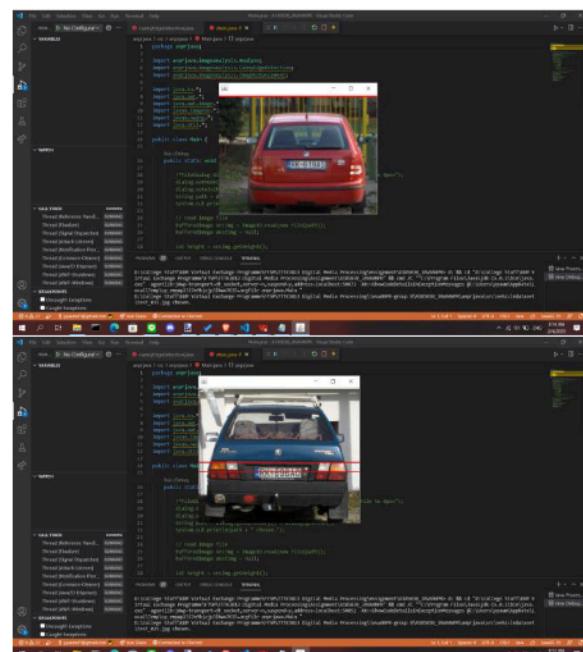
Tabel 3.1. Hasil percobaan

Experiment	Successfully detected images/Total number of images tested	Detection accuracy
Result	36/50	72.0%

Foto-foto yang dikenali dengan benar antara lain mobil dengan berbagai orientasi, tingkat kekotoran NP yang bervariasi dan latar belakang yang rumit.



Gambar 3.1 Gambar sampel berhasil dilokalkan



Gambar 3.2 Gambar sampel tidak berhasil dilokalkan

Gambar 3.1 mengilustrasikan hasil foto dari test set yang berhasil dilokalkan dengan NP. Set pengujian memiliki tingkat kegagalan 28,0 persen untuk lokalisasi. Pendekatan yang dipakai ini sangat bergantung pada perbatasan atau tepian NP. Jika perbatasan NP tidak terlihat kemungkinan besar akan gagal menemukan NP. Dalam proses morfologis ada kemungkinan dua atau



lebih daerah akan bergabung setelah dilatasi, pasca erosi beberapa area wilayah tidak memiliki sekat yang jelas.

Sebagai akibat dari masalah tersebut wilayah NP bertambah besar dan tidak lagi memenuhi kriteria. Akibatnya metode yang dipakai tidak dapat menemukan plat nomor. Selain itu karena kekurangan analisis pada wilayah yang diekstraksi, pendekatan yang dipakai akan salah melokalkan area NP jika ada bentuk persegi panjang atau wilayah yang memenuhi kriteria. Demikian pula jika gambar setelah operasi morfologi berisi banyak bentuk atau wilayah persegi panjang, metode tersebut mungkin gagal untuk menemukan NP. Gambar 3.2 mengilustrasikan temuan foto dari set tes yang tidak dapat dilokalkan.

Meskipun penggunaan proses morfologis dengan sepuluh kondisi berbeda dan teknik CCL membutuhkan banyak memori serta membutuhkan waktu yang lama untuk menemukan NP, hal ini sepadan karena keandalannya disamping prosesor berkinerja tinggi juga semakin murah.

3. KESIMPULAN

Penelitian ini memperkenalkan sistem identifikasi kendaraan otomatis berdasarkan SIM dan pengenalan plat nomor. Perangkat lunak sistem ANPR yang menggunakan serangkaian algoritma pemrosesan gambar untuk mengenali pelat nomor kemudian mengidentifikasi kendaraan dari kumpulan data yang disimpan di PC.

Metode pelokalan pelat nomor mampu melokalisasi pelat nomor dengan batas yang jelas dan pemisahan yang jelas dari komponen terkait lainnya untuk menemukan pelat nomor dalam gambar digital menggunakan deteksi tepi dan analisis morfologi. Meskipun metode ini berlaku juga untuk plat nomor daerah lain dengan arsitektur yang sebanding namun metode ini masih harus diuji dan hasilnya mungkin salah.

Penelitian dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memasukkan lebih banyak fungsi sehingga dapat digunakan oleh semua elemen masyarakat, peneliti maupun penegak hukum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aiswarya Menon and Bini Omman, "Detection And Recognition Of Multiple License Plate From Still Images", 2018 International Conference on Circuits and Systems in Digital Enterprise Technology (ICCSDET), 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCSDET.2018.8821138.
2. B. Pechiammal and J. A. Renjith, "An efficient approach for automatic license plate recognition system," 2017 Third International Conference on Science Technology Engineering & Management (ICONSTEM), 2017, pp. 121-129, doi: 10.1109/ICONSTEM.2017.8261267.
3. Edmund Jan Piew Ngu, "Automatic Number Plate Detection Of Vehicle Images Based On Edge Detection And Morphological Approach", Universiti Kebangsaan Malaysia, 2021.
4. F. A. Akbar and H. Maulana, "Detection of Indonesian Vehicle Plate Location using Harris Corner Feature Detector Method," Proceedings of the International Conference on Science and Technology (ICST), 2018, <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.177>.
5. Gibara, Tom. 2011. "Canny Edge Detector Implementation". [tomgibara.com](http://www.tomgibara.com/computer-vision/canny-edge-detector). <http://www.tomgibara.com/computer-vision/canny-edge-detector>.
6. Hamed Saghaei. 2016. *Proposal for Automatic License and Number Plate Recognition System for Vehicle Identification*. Iran: Islamic Azad University.
7. L. Jiménez Zozaya, "Automatic Number Plate Recognition", Technical University of Sofia (Bulgaria), 2011, pp. 35-57.
8. Ondrej Martinsky. 2007. *Algorithmic and Mathematical Principles of Automatic Number Plate Recognition Systems*. Czech Republic: Brno University of Technology.
9. OpenALPR. 2017. *OpenALPR Benchmarks*. <https://www.openalpr.com/benchmarks> [20 November 2021].
10. Siddanth Tripathi, Sinchana Shetty, Somil Jain, Vanshika Sharma. 2021. *Automatic Number Plate Recognition System (ANPR): The Implementation*. India: BMS Institute of Technology.
11. Subhradeep Kayal "Automatic License Plate Detection Using Gabor Filtering And Cross-Cuts", Signal Processing, Pattern Recognition and Application / 779 : Computer Graphics and imaging-2012.
12. *These products aim to evade red-light cameras: Do they really work?*. 2017. Video. Today: News channel.

13. Younkwon Lee, Juhyun Lee, Hoyeon Ahn, Moongu Jeon.
2019. *SNIDER: Single Noisy Image Denoising and Rectification for Improving License Plate Recognition.*
South Korea: Gwangju Institute of Science and Technology.