
Perancangan Algoritma Optimasi Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Pengolahan Citra Dengan Pengecekan Posisi dan Kemiripan Karakter

Sugeng¹, E Y Syamsuddin²

¹Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

²Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung, Indonesia 40132

*sugeng@email.unikom.ac.id, eniman@stei.itb.ac.id

(Naskah masuk: 09 September 2020 ; diterima untuk diterbitkan: 19 Oktober 2020)

ABSTRAK – Pengenalan plat nomor kendaraan khususnya plat nomor Indonesia menggunakan pengolahan citra belum banyak digunakan secara luas. Baru dari pemerintah yang memanfaatkan pengenalan plat nomor kendaraan dengan pengolahan citra sebagai alat otomatis tilang elektronik yang dipasang pada rambu lalu lintas. Beberapa penelitian pengenalan plat nomor dilakukan untuk menghasilkan pengenalan yang terbaik. Pada penelitian ini dibuat sebuah metoda untuk melakukan optimasi pengenalan karakter menggunakan pengolahan citra. Pertama citra diproses dengan pemrosesan awal, kemudian dilakukan deteksi plat nomor. Plat nomor yang terdeteksi kemudian dilakukan segmentasi untuk dikenali karakter didalamnya. Pengenalan karakter hasil segmentasi dilakukan dengan menggunakan metoda klasifikasi KNN. Hasil dari klasifikasi kemudian dioptimasi dengan algoritma optimasi pengenalan karakter. Algoritma optimasi pengenalan karakter ini bekerja dengan cara menganalisa bentuk kemiripan karakter terhadap karakter utama plat nomor kendaraan serta menganalisa dimana posisi karakter tersebut berada. Karakter yang dianggap tidak sesuai dengan karakter utama pada plat nomor akan dicek dan dikoreksi sesuai dengan kemiripan karakternya. Metoda ini mampu meningkatkan pengenalan karakter plat nomor kendaraan menggunakan pengolahan citra dengan presentase peningkatan akurasi dari 80% menjadi 94%.

Kata Kunci – Pengenalan Karakter; Pengolahan Citra; Pengenalan Plat Nomor.

Designing Optimization Algorithms for Vehicle Number Plate Character Recognition Using Image Processing by Checking the Position and Similarity of Characters

ABSTRACT – The introduction of vehicle number plates, especially Indonesian number plates, using image processing has not been widely used. Only from the government has made use of the introduction of vehicle number plates with image processing as an automatic electronic ticketing tool installed on traffic signs. Several number plate recognition studies were conducted to produce the best recognition. In this study, a method was made to optimize character recognition using image processing. First, the image is processed by pre-processing, then the number plate detection is carried out. The detected number plate is then segmented to recognize the characters in it. Character recognition of segmentation results is carried out using the KNN classification method. The results of the classification are then optimized using a character recognition optimization algorithm. This character recognition optimization algorithm works by analyzing the shape of the character's similarity to the main character of the vehicle number plate and analyzing where the character's position is. Characters that are considered not in accordance with the main character on the number plate will be checked and corrected according to the similarity of the characters. This method is able to improve the character recognition of vehicle license plates using image processing with a percentage increase in accuracy from 80% to 94%.

Keywords – Character Recognition; Image Processing; Number Plat Recognition.

1. PENDAHULUAN

Pencatatan secara manual masih banyak digunakan dalam sistem parkir kendaraan yang ada di Indonesia. Pada sistem parkir biasanya ditempatkan seorang petugas yang akan mencatat nomor kendaraan secara manual saat kendaraan masuk ataupun keluar tempat parkir. Jumlah kendaraan didaerah perkotaan saat ini terus meningkat. Pengguna kendaraan pribadi yang bekerja pada suatu instansi juga cukup banyak. Kondisi ini menyebabkan antrian yang panjang saat kendaraan masuk atau keluar tempat parkir karena waktu yang dibutuhkan cukup lama untuk memasukkan data nomor plat kendaraan secara manual.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam mengatasi pencatatan nomor kendaraan secara manual adalah pengenalan plat nomor kendaraan secara otomatis menggunakan pengolahan citra[1].

Berbagai metoda dikembangkan untuk melakukan pengenalan plat nomor untuk menghasilkan pengenalan karakter yang akurat.[2] Namun dalam pengenalan plat nomor kadang tidak menghasilkan pengenalan yang akurat. Adanya kemiripan bentuk karakter dan *noise* saat pengambilan citra membuat pengenalan tidak optimal.[3]

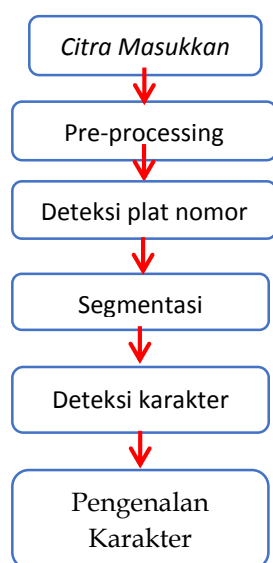
Optimasi pengenalan karakter dilakukan untuk mengatasi adanya ketidaksempurnaan sebuah sistem pengenalan plat nomor kendaraan dalam mengenali karakter plat nomor menggunakan pengolahan citra. Plat nomor Indonesia memiliki format tertentu yaitu

selalu dimulai dengan satu atau dua huruf. Bagian tengah menggunakan kombinasi angka sebanyak satu hingga empat digit. Pada bagian akhir plat diisi dengan kombinasi satu hingga tiga huruf atau dapat juga dikosongkan. Kondisi plat nomor yang tersusun dengan format baku tersebut dimanfaatkan untuk membuat algoritma untuk melakukan peningkatan akurasi dalam mengenali karakter plat nomor kendaraan

2. METODA DAN BAHAN

2.1. Sistem ANPR

Sistem ANPR (*Automatic Number Plate Recognition*) dibuat dengan menggunakan metoda pengolahan citra, dimana sistem akan mengambil citra plat nomor kendaraan kemudian melakukan identifikasi terhadap citra tersebut untuk dapat membaca plat nomor. Berikut blok diagram secara umum yang digunakan dalam proses identifikasi plat nomor kendaraan:



Gambar 1. Blok diagram pengenalan karakter[3][4][5]

Pre-processing: adalah proses awal dalam pengenalan karakter. Setelah citra diambil dengan kamera maka biasanya dilakukan proses *pre-processing* terlebih dahulu, *pre-processing* bertujuan untuk memperbaiki kualitas sebuah citra digital yang disebabkan oleh noise dalam pengambilan citra.[5]

Proses deteksi plat nomor kendaraan: proses ini dilakukan jika citra masukan bukanlah citra plat nomor kendaraan. Artinya sistem mengambil citra yang berupa citra kendaraan kemudian sistem akan mencari lokasi dimana sebuah plat nomor kendaraan berada. Namun jika *input* citra yang dianalisa adalah citra plat nomor kendaraan maka proses ini dapat dilewati.[5]

Proses segmentasi berarti memisahkan karakter pada plat nomor dari latar belakang plat nomor itu sendiri. Proses ini dapat dilakukan dengan mengekstraksi fitur-fitur yang ada pada citra plat nomor, salah satunya adalah kontur citra.[6]

Proses selanjutnya adalah melakukan deteksi terhadap semua kemungkinan karakter yang ada pada plat nomor kendaraan.[6]

Proses terakhir dari sistem ANPR adalah pengenalan karakter yang telah berhasil diekstraksi dari citra plat nomor. Proses pengenalan karakter dapat dilakukan dengan berbagai metoda, salah satu yang digunakan adalah pembelajaran mesin dengan metoda K-NN.[7]

2.2. Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah *embedded* komputer yang dibuat oleh Raspberry Pi Foundation, sebuah badan amal Inggris yang bertujuan untuk mendidik orang dalam komputasi dan menciptakan akses yang

lebih mudah pada pendidikan komputasi. Raspberry Pi diluncurkan pada tahun 2012 dan saat ini raspberry pi telah memiliki beberapa tipe terbaru. Raspberry Pi pertama memiliki CPU 700MHz *single-core* dan hanya memiliki 256MB RAM. Model terbaru dari Raspberry pi memiliki CPU 1.4GHz *quad-core* dengan RAM 1GB.[8]

2.3. Python dan OpenCV

Python merupakan sebuah bahasa pemrograman yang bersifat *open source*. Python dibuat oleh Guido van Rossum pertama kali di *Centrum Wiskunde & Informatica (CWI)* di Belanda pada awal tahun 1990-an. Python dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi. Kelebihan lain dari pemrograman python adalah bentuk program yang sederhana sehingga mudah untuk dipelajari.[9]

OpenCV adalah sebuah pustaka yang bersifat *open source* yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan pemrograman terkait dengan pengolahan citra digital. OpenCV memiliki banyak fitur terkait visi komputer(*computer vision*) antara lain : pengenalan wajah, deteksi wajah, Kalman filtering, dan berbagai jenis metoda AI (*Artificial Intelligence*). OpenCV dapat berjalan di berbagai bahasa pemrograman, seperti C, C++, Java, Python, dan juga mendukung berbagai platform sistem operasi seperti Windows, Linux, Mac OS, iOS dan Android.[10]

2.4. Metoda Pembelajaran Mesin K-NN

Pembelajaran mesin adalah salah satu cabang ilmu dari sebuah kecerdasan buatan. Pembelajaran mesin digunakan dalam banyak hal untuk dapat menganalisa sesuatu, salah satu metoda dalam menganalisa adalah dengan metoda K-NN. Metoda K-NN adalah sebuah metoda pembelajaran mesin yang bekerja dengan melakukan klasifikasi pada sebuah objek tertentu berdasarkan nilai kedekatan objek tersebut terhadap dataset yang ada. Perhitungan jarak ketetanggaan dihitung menggunakan persamaan *euclidean distance* seperti terlihat pada persamaan 1. Proses klasifikasi dengan K-NN dilakukan menggunakan data latih hasil ekstraksi ciri yang sebelumnya telah dilakukan.[7]

$$D(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (1)$$

Dimana :

p_i = Sampel data latih

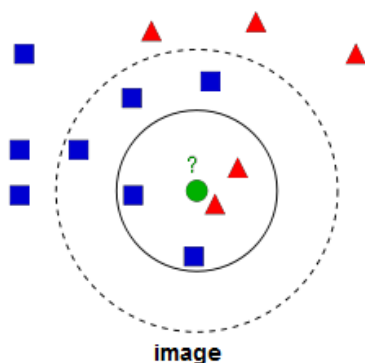
q_1 = Data uji

$D(p,q)$ = jarak

n = dimensi data

$D(p,q)$ merupakan jarak antara vektor p yang merupakan sebuah titik yang telah diketahui kelasnya dan q yang merupakan titik baru yang merepresentasikan data yang akan dijadikan data uji. Jarak antara vektor dan titik dari data latih akan dihitung dan diambil K buah vektor terdekat. Langkah-langkah dalam teknik klasifikasi dengan K-NN antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan parameter K (jumlah tetangga terdekat).
2. Menghitung jarak antara data uji dengan semua sampel latih yang sudah ada dengan metode *euclidean distance* seperti pada persamaan III.11.
3. Urutkan data yang mempunyai jarak minimal.
4. Klasifikasikan data baru ke dalam label data berdasarkan mayoritas dari K tetangga terdekat.



Gambar 2. Klasifikasi K-NN[11][12]

Gambar 2 merupakan ilustrasi proses K-NN, dimana data diklasifikasikan dalam dua klasifikasi biru dan merah. Data baru berwarna (berwana hijau akan dicek klasifikasinya berdasarkan jarak terdekat dan nilai K yang digunakan. Jika $K=1$ maka terlihat data baru akan masuk pada klasifikasi kelas warna merah.

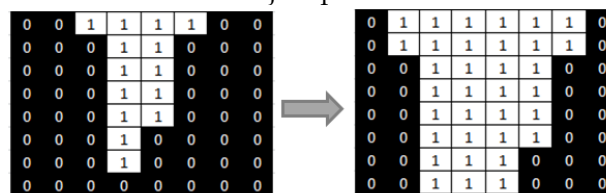
2.5. Proses Morfologi

Pada pengolahan citra terdapat sebuah operasi yang dapat digunakan untuk melakukan manipulasi citra berdasarkan bentuk citra. Operasi morfologi biasanya diterapkan pada citra berskala biner atau hitam putih. Beberapa operasi morfologi diantaranya:

a. Operasi Dilasi

Operasi dilasi merupakan sebuah teknik yang dilakukan untuk memperbesar segmen objek (citra biner) dengan menambah lapisan disekeliling objek yang berwarna putih. Dengan sebuah kernel tertentu,

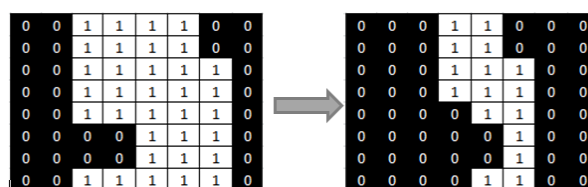
proses dilasi dapat mengubah nilai piksel bernilai 0 atau warna hitam menjadi piksel bernilai 1.



Gambar 3. Contoh proses dilasi[13]

b. Operasi Erosi

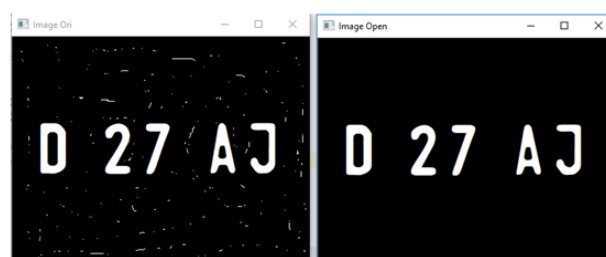
Operasi erosi atau pengikisan adalah kebalikan dari dilasi yaitu teknik yang bertujuan untuk memperkecil atau mengikis tepi objek berwarna putih. Piksel bernilai 1 akan di ubah menjadi piksel bernilai 0 ketika dilewati oleh kernel tertentu.



Gambar 4. Contoh proses erosi[13]

c. Operasi Opening

Operasi pening adalah proses erosi yang diikuti dengan operasi dilasi. Operasi dimulai dengan melakukan proses erosi pada citra kemudian hasilnya kembali dilakukan proses dilasi. Opening biasanya digunakan untuk menghilangkan objek-objek kecil dan kurus serta dapat membuat tepi citra tampak lebih halus.



Gambar 5. Contoh proses *opening*[13]

d. Operasi Closing

Operasi closing merupakan kebalikan dari proses opening. Dimana citra terlebih dahulu dilakukan operasi dilasi yang kemudian dilanjutkan dengan proses erosi. Closing bertujuan untuk mengisi lubang kecil pada objek, menggabungkan objek yang berdekatan.



Gambar 6. Contoh proses *closing*[13]

2.6. Penelitian Sistem ANPR

S. Du, dkk., 2013, Melakukan review penelitian ANPR dari berbagai peneliti dengan bermacam metode yang berbeda. Penelitian focus pada plat nomor di Alberta, Kanada.

Dalam ringkasan yang dihasilkan dari penelitian dijelaskan beberapa metode yang digunakan dalam setiap tahap pemrosesan ANPR. Pada tahap ekstraksi plat, plat diekstraksi berdasarkan beberapa fitur seperti warna, batas, atau keberadaan karakter. Pada tahap segmentasi plat nomor, karakter diekstraksi dengan memproyeksikan informasi warna dengan memberi label pada objek yang dianalisa, atau dengan mencocokkan posisi dengan *template* yang dibuat. Proses pengenalan karakter dikenali dengan *template matching*, pengklasifikasi seperti jaringan saraf dan pengklasifikasi *fuzzy*. Masalah yang ditemukan seperti prosedur pemrosesan utama, basis data eksperimental, waktu pemrosesan, dan tingkat keberhasilan. Dijelaskan juga bahwa tidak tepat untuk secara eksplisit menyatakan metode mana yang menunjukkan kinerja tertinggi karena tidak adanya cara yang seragam untuk mengevaluasi setiap metode yang digunakan.

Salah satu hal yang diamati dalam penelitian tersebut adalah harus adanya peningkatan pengenalan karakter pada beberapa karakter yang memiliki kemiripan seperti (B-8), (O-0), (I-1), (A-4), (C-G), (D-O), (K-X) dan karakter yang terpotong.

M.R. Hidayah, dkk., 2017, Melakukan penelitian untuk pengenalan karakter plat nomor kendaraan. Penelitian dilakukan dengan data input berupa citra plat kendaraan saja tanpa harus dilakukan deteksi plat kendaraan sebelumnya. Citra plat kendaraan kemudian diubah menjadi citra abu-abu dan kemudian dilakukan proses segmentasi karakter menggunakan metode *otsu* untuk diubah menjadi citra biner. Dari citra biner selanjutnya dilakukan segmentasi garis dan segmentasi karakter untuk menentukan bagian mana dari karakter yang nantinya akan di-*crop* satu-persatu. Hasil segmentasi kemudian dilakukan proses K-NN untuk mengenali setiap karakter yang telah di-*crop*. Hasil penelitian ini

menunjukkan akurasi dalam pengenalan karakter angka sebesar 93,75%, pengenalan karakter huruf sebesar 91,92% dan ketepatan dalam pengenalan plat nomor kendaraan secara keseluruhan sebesar 82%. [4]

A. Budiarto, 2018, melakukan sebuah *review* tentang penelitian ANPR yang pernah dilakukan untuk mengenali plat nomor Indonesia. *Review* dilakukan pada makalah antara tahun 2010 sampai dengan 2017. Proses ANPR terdiri dari empat tahapan yaitu tahap proses awal, tahap deteksi plat, tahap ekstraksi dan terakhir tahap pengenalan karakter. Dalam penelitian disebutkan bahwa metode *Morphology and Connected Component Analysis* mampu mendeteksi lokasi plat kendaraan pada sebuah citra mencapai 96,67%. Selain itu metode *Morphology and Connected Component Analysis* adalah metode yang paling sering digunakan untuk melakukan ekstraksi sebuah karakter, dimana metode ini memanfaatkan sebuah kontur objek untuk dapat melakukan ekstraksi. Sementara untuk membaca karakter, metode yang paling berhasil digunakan adalah metode *Modified Template Matching* dengan hasil 99,04% [2].

2.7. Arah Penelitian

Penelitian tentang optimasi pengenalan karakter plat nomor pada pengolahan citra dilakukan untuk menghasilkan keluaran pengenalan plat nomor dari sistem yang dibuat menggunakan pengenalan plat nomor berbasis pengolahan citra. Optimasi dilakukan untuk menghasilkan keluaran yang lebih baik dari sistem sebelumnya. Dimana optimasi akan membantu sistem dalam membedakan karakter huruf dan karakter angka yang hampir mirip pada plat nomor kendaraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Algoritma optimasi pengenalan plat nomor kendaraan merujuk pada kondisi plat nomor kendaraan di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia dimana plat nomor yang dianalisa adalah plat nomor pribadi dengan latar belakang berwarna hitam dan tulisan berwarna putih.

Setiap plat nomor kendaraan pribadi akan memiliki format khusus yang harus mematuhi setandar lalulintas yang ada di Indonesia.

Berikut adalah contoh format plat nomor di Indonesia.



Gambar 7. Contoh plat nomor Indonesia

Jika diperhatikan maka plat nomor Indonesia memiliki format :

- a. Selalu diawali dengan karakter huruf yang terdiri dari 1 atau 2 huruf yang berdekatan
- b. Setelah karakter huruf dibagian pertama maka akan ada jeda spasi dan kemudian dilanjutkan dengan karakter angka, karakter angka dapat berjumlah 1 sampai dengan 4 angka yang berdekatan.
- c. Bagian terakhir dapat dikosongkan atau dapat juga terdiri dari sebuah karakter huruf yang jumlahnya dapat berjumlah 1 sampai 3 karakter yang berdekatan.

3.1. Kondisi Karakter Plat Nomor

a. Kemiripan Karakter

Sebuah plat nomor tertentu akan memiliki sebuah karakter yang hampir mirip dalam penulisannya, misalnya D 1020 IZ. Pada kondisi tersebut terdapat beberapa karakter yang hampir mirip penulisannya yaitu karakter D dan 0 I dan 1 serta Z dan 2. Kondisi inilah yang membuat pengenalan plat nomor menjadi tidak akurat.[3][4][5]. Berikut tabel karakter huruf dan angka yang kondisinya hampir mirip.

Tabel 1. Daftar karakter dan huruf yang hampir mirip

No	Huruf	Angka
1	A	4
2	B	8
3	C	0
4	D	0
5	G	6
6	I	1
7	J	7
8	O	0
9	Q	0
10	S	5
11	Z	2

b. Karakter Terpotong

Sebuah plat nomor kendaraan tidak selamanya dalam kondisi yang bagus atau sempurna.

Adakalanya sebuah plat nomor kendaraan karakter huruf maupun angkanya dalam kondisi tercetak tidak sempurna. Bahkan adakalanya karakter plat nomor terlihat terpotong karena tertutup oleh sebuah baut saat memasang pada kendaraan. Berikut contoh plat nomor yang tidak sempurna atau terpotong kemudian dilakukan segmentasi:



(a) Citra masukan



(b) Citra biner



(c) Hasil segmentasi

Gambar 8. Contoh segmentasi karakter terpotong

Pada gambar 4 menunjukkan sebuah kondisi plat nomor dimana karakter Z tertutup oleh baut. Ketika dilakukan segmentasi karakter Z menjadi tampak terpotong dan tidak dianggap sebagai karakter pada plat nomor kendaraan.

Pada contoh dibawah ini adalah plat nomor dengan kondisi baut yang menyatukan antara karakter plat nomor dengan garis tepi plat nomor. Hasil segmentasi menunjukkan karakter 1 dan karakter V tidak dapat disegmentasi seperti terlihat pada gambar 9c



a. citra masukan



b. citra biner



c. hasil segmentasi

Gambar 9. Contoh segmentasi karakter yang menyatu

3.2. Perancangan Algoritma Optimasi

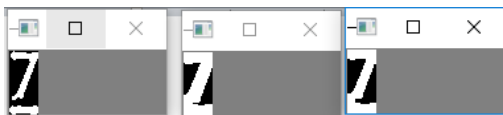
Pada kondisi citra dengan keadaan karakter terpotong maka sistem ANPR dilengkapi dengan sebuah metoda pengecekan karakter yang terpotong. Pada proses sementara akan diperiksa mana karakter yang terpotong atau tidak. Karakter akan disegmentasi berdasarkan ukuran tertentu, ketika sebuah kontur dalam citra memiliki ukuran yang tidak seharusnya namun memiliki ciri-ciri yang hampir mirip dengan karakter maka kontur tersebut akan diperiksa lebih lanjut. Berikut urutan proses dalam pengecekan karakter yang terpotong dan cara untuk memperbaikinya.

Proses untuk dapat memperbaiki karakter yang terpotong maka digunakan sebuah operasi perbaikan citra yaitu :

- a. Operasi morfologi erosi dan operasi morfologi dilasi. Proses ini dilakukan pada citra biner. Ketika dilakukan segmentasi citra terlebih dahulu akan dilakukan proses dilasi dan erosi sehingga karakter yang terpotong atau menyambung dengan objek lain akan terpisah, hasilnya pada gambar 10b karakter Z terlihat menyatu sehingga dapat dikenali oleh sistem, terlihat pada gambar 10c



a. citra biner plat nomor



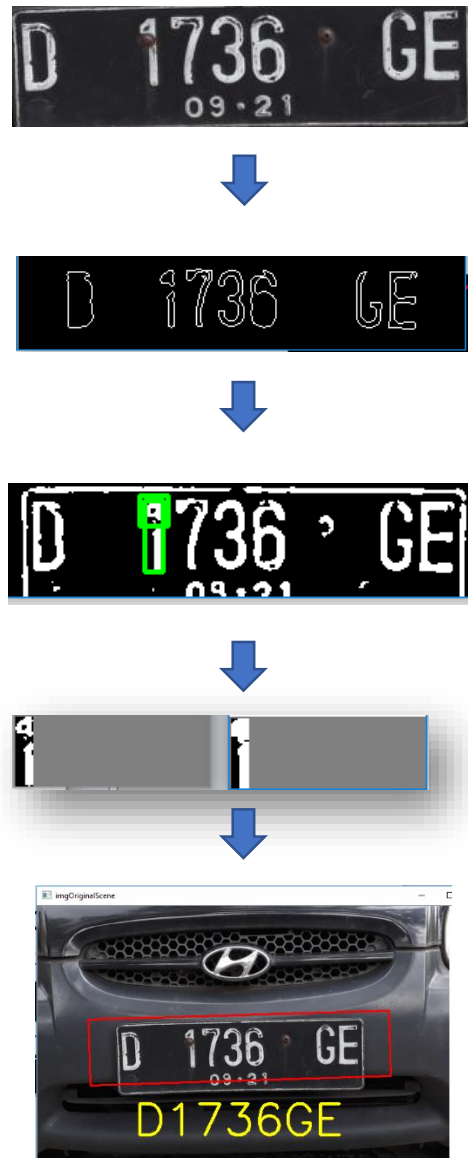
b. hasil proses morfologi pada karakter Z



c. hasil pembacaan karakter

Gambar 10. Proses perbaikan citra dengan morfologi

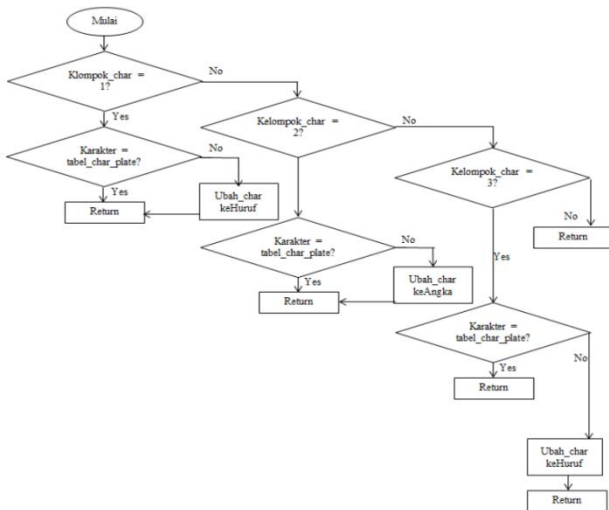
Berikut contoh proses morfologis yang dilakukan pada citra plat nomor yang lain:



Gambar 11. Proses perbaikan citra dengan morfologi

b. Koreksi karakter

Metoda kedua adalah melakukan koreksi terhadap karakter pada setiap pembacaan plat nomor kendaraan. Ketika telah dilakukan pengenalan karakter, maka karakter tersebut akan dicek kebenarannya dengan cara memastikan karakter tersebut apakah sebuah karakter huruf atau karakter angka berdasarkan posisi dimana karakter tersebut berada. Pada gambar 12 terlihat algoritma yang digunakan untuk pengecekan dan koreksi yang digunakan untuk melakukan optimasi pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan.



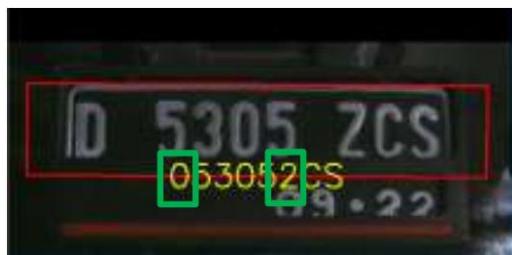
Gambar 12. Flowchart pengecekan dan koreksi karakter



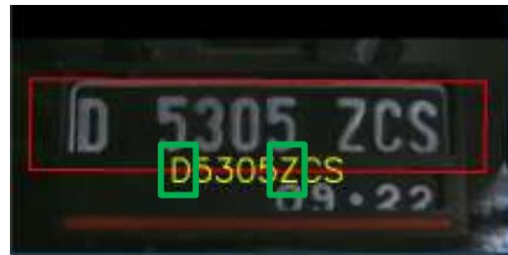
Gambar 13. Pengelompokan karakter

Gambar 13 menunjukkan kelompok karakter plat nomor kendaraan. Kelompok karakter plat nomor dipisahkan oleh jarak karakter terhadap karakter berikutnya. Jika antar karakter memiliki jarak lebih dari 35 piksel maka kedua karakter tersebut berbeda kelompok. Setelah diketahui posisi kelompok karakter maka selanjutnya mengecek karakter tersebut apakah berupa angka atau sebuah huruf. Jika ditemukan pada kelompok pertama adalah sebuah karakter angka maka diketahui terjadi kesalahan pengenalan karakter dan dapat diperbaiki sesuai karkater yang paling dekat kemiripannya. Dapat juga pada awal karakter dikenali sebuah karakter yang tidak ada dalam daftar plat nomor Indonesia, maka solusinya adalah karakter tersebut diubah berdasarkan kemiripan karkater, misal O-D.

Berikut contoh hasil koreksi karakter pada pembacaan plat nomor kendaraan.



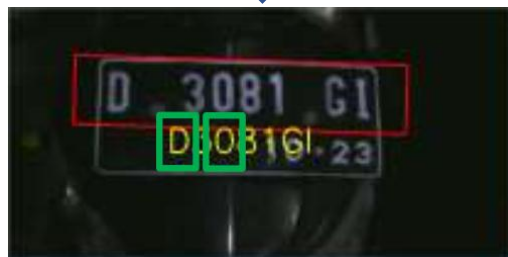
Hasil Awal



a. Hasil Koreksi



Hasil Awal



b. Hasil Koreksi

Gambar 14. Hasil koreksi pembacaan karakter

Terlihat Gambar 14a terdapat kesalahan dalam pengenalan karakter pertama D yang dikenali menjadi 0 dan karakter Z menjadi karakter 2. begitu juga pada gambar 14b, yaitu karakter D menjadi 0 dan karakter 0 menjadi O.

Dengan menambahkan algoritma perbaikan karakter terlihat pada gambar 14a dan 14b hasilnya dapat dikoreksi dengan benar yaitu karakter 0 berubah menjadi karakter D. Karakter 2 berubah menjadi karakter Z, dan karakter O berubah menjadi karakter 0.

3.3. Hasil Pengujian

Setelah seluruh algoritma yang dirancang dan diimplementasikan pada program pengenalan karakter, sistem kemudian diuji untuk melihat hasil secara keseluruhan pengenalan karakter. Pengenalan karakter dilakukan secara real time untuk mengenali plat nomor kendaraan dan didapatkan hasilnya pada tabel 1. Hasil pengenalan karakter berikut ini

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Nomor Kendaraan	Hasil Pengenalan
1	D 4469 VBO	D 4469 VBO
2	D 5686 ZCT	D 5686 ZCT
3	D 3288 SBB	D 3288 SBB
4	D 5305 ZCS	D 5305 ZCS
5	D 1742 XB	D 1742 XB
6	D 1096 AAC	D 1096 AAC
7	D 3081 G1	D 3081 G1
8	D 1304 BO	D 1304 BO
9	D 1499 ADM	D 1499 ADM
10	B 1884 PRN	B 1884 PRN
11	D 5105 KD	D 5105 KD
12	D 1074 AFJ	D 1074 AFJ
13	D 1212 KIZ	D 1212 KIZ
14	D 1738 TF	D 1738 TF
15	T 1469 AY	T 1469 AY
16	D 1158 ADY	D 1158 ADY
17	D 1425 WU	D 1425 WU
18	D 1353 IG	D 1353 IG
19	AA 1893 VB	AA 1893 VB
20	D 1415 OU	D 1415 OU
21	B 8965 XG	B 8965 XG
22	D 1547 TL	D 1547 TL
23	D 1793 ADQ	D 1793 ADQ
24	S 1531JN	S 1531JN
25	D 1765 ADF	D 1765 ADF
26	D 1762 SAD	D 1762 SAD
27	D 1193 YZ	D 1193 YZ
28	F 1774 YZ	F 1774 YZ
29	D 1733 HP	D 1733 HP
30	D 1489 SAM	D 1489 SAM

31	D 1693 AHJ	D 1693 AHJ
32	D 4076 UBG	D 4076 UG
33	D 1639 LY	D 1639 Y

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya. Metoda morfologi erosi dan dilasi dapat diterapkan untuk perbaikan karakter pada plat nomor kendaraan utamanya pada karakter yang terpotong. Perbaikan karakter dilakukan pada karakter plat nomor kendaraan yang terpotong karena tertutup baut maupun cat yang mengelupas. Algoritma yang dirancang dapat memperbaiki pembacaan karakter berdasarkan kelompok karakter yang ditetapkan. Dimana perbaikan pembacaan karakter dari yang awalnya 80% menjadi 94% keberhasilan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Universitas Komputer Indonesia yang telah menyediakan sumber daya penelitian baik infrastruktur maupun peralatan penunjang sehingga memudahkan penulis dalam melakukan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B.Pechiammal, "An Efficient Approach For Automatic License Plate.", *IEEE Science Technology Engineering & Management*, 2017, 121-29.
- [2] Budianto, Aris, "Automatic License Plate Recognition: A Review with Indonesian Case Study", 2018, 5 (2): 258-70.
- [3] Chen, Rongbao, and Yunfei Luo. "Physics Procedia Detection", 2012, 24: 1350-56. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2012.02.201>.
- [4] Du, Shan, Mahmoud Ibrahim, Mohamed Shehata, and Senior Member, "Automatic License Plate Recognition (ALPR): A State-of-the-Art Review." *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2012, 23 (2): 311-25. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2012.2203741>.
- [5] Fomani, Babak Abad "License Plate Detection Using Adaptive Morphological Closing and Local Adaptive Thresholding." *2017 3rd International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis (IPRIA)*, 2017, no. Ipria: 146-50. <https://doi.org/10.1109/PRIA.2017.7983035>.

- [6] Haryoko, Andy, and Sholeh Hadi Pramono. "Pengenalan Karakter Plat Kendaraan Bermotor Berbasis Citra Dengan Menggunakan Metode Canny Dan Algoritma Backpropagation", 2016, 1 (2): 93-105.
- [7] Hidayah, Maulidia R, Isa Akhlis, and Endang Sugiharti. "Recognition Number of The Vehicle Plate Using Otsu Method and K-Nearest Neighbour Classification", 2017, 4 (1): 66-75.
- [8] Srivastava Tavish, introduction-k-neighbours-algorithm-clustering. [online], available: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/03/introduction-k-neighbours-algorithm-clustering/> [Accessed: 25-Juli-2020]
- [9] Jogjaweb, "sejarah raspberry pi". [online] Available: <https://jogjaweb.co.id/blog/sejarah-dan-jenis-raspberry-pi/> [Accessed: 20-Agustus-2020]
- [10] Pythonindo, 2019 "sejarah Python", [online] Available: <https://www.pythonindo.com/sejarah-python/> [Accessed: 5-Agustus-2020]
- [11] OpenCV team, (copyright 2019), [online]. Available: <https://opencv.org/>.
- [12] Ikhsanuddin, Rohmatulloh Muhamad. "Identifikasi Citra Pada Plat Nomor Kendaraan Mobil Pribadi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour," 2014, 1-7.
- [13] Kadir Abdul dan Susanto, 2013, *Teori Dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Yogyakarta: ANDI