



Metode Otsu dan Mathematical Morphology Dalam Segmentasi Region Karakter Plat Nomor Kendaraan

Yovi Apridansyah¹, Rozali Toyib², Ardi Wijaya³

¹²³Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

¹yoviapridansyah@umb.ac.id, ²rozalitoiyib@umb.ac.id, ³ardiwijaya@umb.ac.id

Abstract

The problem that affects the character segmentation step is the step before character segmentation, namely preprocessing character segmentation or called preprocessing. This poses are strongly influenced by plate lighting conditions, shadows against plates, plate image impurities, plate image resolution, character cutting accuracy, and speed in recognizing characters then used. The otsu method is very good performance in overcoming unnecessary distractions. In general, identification consists of 3 stages, namely detection, segmentation and recognition. In this study, the use of the otsu method is expected to detect the region on the vehicle license plate, the region in question is the first region to show the regional code, the second region for the registration number and the third region for the sub-region code. In the process, the results of the vehicle number plate detection trial to get a segmentation of 3 regions of the vehicle number plate character did not get the expected results. The results of the otsu method trial obtained the identification of the entire character of the vehicle number plate so that the characters on the vehicle number plate could not be distinguished between the front letter, number, and the back letter. So to maximize the desired results so that getting 3 regions of the otsu method segmentation process needs to be improved using the mathematical morphology method. This mathematical morphology method serves to read the character value of each pixel in the digital image which produces a comparison between the pixels in the image, so morphology techniques are appropriate when used to perform image processing in obtaining the region of the vehicle number plate. From the improvement of the otsu method using the mathematical morphology method, the results of the trial were improved. Of the 100 data samples tested, 96 data samples passed and 4 sample data failed, the accuracy value using MSE measurements from the tested data samples received a very high increase, which was 96%.

Keywords: character segmentation, pre-processing, Otsu method, mathematical morphology

Abstrak

Masalah yang mempengaruhi langkah segmentasi karakter adalah langkah sebelum segmentasi karakter yaitu preprocessing segmentasi karakter atau disebut preprocessing. Poses ini sangat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan plat, bayangan terhadap plat, kotoran-kotoran gambar plat, resolusi gambar plat, keakuratan pemotongan karakter, dan kecepatan dalam mengenali karakter maka digunakan Metode otsu sangat baik kinerjanya dalam mengatasi gangguan-gangguan yang tidak diperlukan. Secara umum identifikasi terdiri dari 3 tahapan, yaitu deteksi, segmentasi dan pengenalan. Pada penelitian ini penggunaan metode otsu diharapkan dapat mendeteksi region yang ada pada plat nomor kendaraan, region yang dimaksud yaitu region pertama untuk menunjukkan kode daerah, region kedua untuk nomor registrasi dan region ketiga untuk kode sub wilayah. Pada prosesnya hasil uji coba deteksi plat nomor kendaraan untuk mendapatkan segmentasi 3 region karakter plat nomor kendaraan tersebut tidak mendapatkan hasil yang diharapkan. Hasil dari uji coba metode otsu mendapatkan identifikasi seluruh karakter dari plat nomor kendaraan sehingga karakter pada plat nomor kendaraan tidak dapat dibedakan antara huruf depan, angka, dan huruf belakang. Maka untuk memaksimalkan hasil yang diinginkan sehingga mendapatkan 3 region dari proses segmentasi metode otsu perlu diperbaiki menggunakan metode mathematical morphology. Metode mathematical morphology ini berfungsi membaca nilai karakter setiap pixel yang ada pada citra digital yang menghasilkan perbandingan antara pixel yang ada pada citra, sehingga teknik morphology sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan citra dalam mendapatkan region dari plat nomor kendaraan. Dari perbaikan metode otsu menggunakan metode mathematical morphology mendapatkan peningkatan hasil uji coba. Dari 100 sampel data yang diuji, 96 sampel data lulus dan 4 data sampel gagal, nilai akurasi menggunakan pengukuran MSE dari sampel data yang diuji mendapatkan peningkatan yang sangat tinggi, yaitu sebesar 96%.

Kata kunci: segmentasi karakter, pre-processing, metode otsu, mathematical morphology

1. Pendahuluan

Nomor plat kendaraan di Indonesia menurut peraturan pemerintah No. Tahun 1993 tentang Kendaraan dan

Pengemudi, disebut dengan nama plat nomor kendaraan. Pasal 175 mengatur sebagai bukti kendaraan bermotor telah terdaftar, buku pemilik, nomor plat, bersama dengan plat nomor dan tanggal kedaluwarsa. Bentuknya



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

berupa potongan plat logam atau plastik yang dipasang pada kendaraan bermotor sebagai ciri unik yang resmi. Ciri-ciri unik pada kendaraan terdiri dari 3 bagian STNK, Nomor Rangka, Plat nomor kendaraan, Identifikasi kendaraan digunakan plat nomor kendaraan karena bentuk fisik yang dapat terlihat ini sangat dibutuhkan data plat kendaraan roda empat yang melewati jalan tol, sistem keamanan parkir dan sistem lain yang membutuhkan pengenalan plat dan Langkah-langkah pada sistem pengenalan plat nomor kendaraan, yaitu deteksi plat nomor kendaraan, segmentasi karakter dan pengenalan karakter pada plat. Segmentasi karakter merupakan salah satu langkah penting dalam sistem pengenalan plat nomor kendaraan merupakan proses pembagian bagian yang diinginkan dari keseluruhan gambar tergantung dari kriteria-kriteria yang diinginkan, seperti warna abu-abu, nilai dari piksel dalam gambar atau mungkin tergantung pada fitur lain dari gambar. Segmentasi adalah proses membagi bagian yang diinginkan dari keseluruhan citra berdasarkan kriteria yang diinginkan, seperti skala keabuan, nilai piksel citra, atau mungkin karakteristik lain dari citra. Dalam kasus biner, segmentasi ditunjukkan pada perbedaan antara elemen latar depan dan latar belakang. Salah satu tahapan penting dalam sistem pengenalan plat nomor adalah segmentasi karakter. Ada banyak faktor yang membuat segmentasi karakter menjadi sulit. Misalnya bingkai pelat, paku di pelat, garis pemisah, variasi perspektif, dan pencahayaan.

Masalah yang mempengaruhi langkah segmentasi karakter adalah langkah sebelum segmentasi karakter yaitu preprocessing segmentasi karakter atau disebut preprocessing. Proses ini sangat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan plat, bayangan terhadap plat, kotoran-kotoran yang ada pada plat, resolusi gambar plat, keakuratan pemotongan karakter, dan kecepatan dalam mengenali karakter. Untuk meningkatkan akurasi hasil dari proses *pre-processing* segmentasi karakter plat nomor kendaraan maka digunakan metode *otsu*. Metode ini memiliki kinerja yang sangat baik dalam mengatasi gangguan-gangguan yang tidak diperlukan, karena kinerja dari metode *otsu* ini mencari nilai optimal ambang batas dalam *binerization* pada proses *pre-processing*, sehingga akan menemukan nilai ambang batas yang signifikan untuk memisahkan antara latar belakang plat dan karakter pada plat nomor kendaraan. Dengan demikian metode ini sangat tepat digunakan untuk proses *pre-processing* segmentasi karakter pada plat nomor kendaraan. Namun, metode *otsu* hanya dapat membandingkan dan mendapatkan nilai *threshold* sehingga karakter pada plat nomor kendaraan tidak dapat dibedakan antara huruf depan, angka, dan huruf belakang. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan kinerja sistem maka metode *otsu* digabung dengan metode *mathematical morphology*. Pada metode ini nilai dari setiap *pixel* dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara *pixel* yang bersesuaian sehingga teknik *morphology* sesuai apabila

digunakan untuk melakukan pengolahan binary *image* dan *grayscale image*.

Penelitian terdahulu Deteksi plat nomor menggunakan kamera yang dipasang di gerbang parkir, deteksi tepi menggunakan metode sobel vertikal dan threshold yang menggabungkan metode morfologi dan filtering (komponen)[1]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengenalan bentuk plat nomor dengan metode viola jones, dilanjutkan dengan segmentasi karakter plat nomor dengan metode morfometrik dan pengenalan karakter plat nomor dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan cohonen[2]. Penelitian ini akan menggunakan metode YOLO (You Look Once Only) untuk mendeteksi plat nomor dan Tesseract OCR untuk membaca karakter yang ada pada plat nomor [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan 3 region plat nomor kendaraan dengan menambah metode *mathematical morphology* untuk memaksimalkan kinerja dari metode *otsu* yang memiliki kekurangan dalam penentuan nilai optimal ambang batas yang disebabkan nilai normalisasi histogram yang didapat tidak signifikan untuk memisahkan latar belakang dan karakter dalam mendeteksi plat kendaraan bermotor. 3 region tersebut adalah untuk menentukan kode provinsi, nomor, dan kode sub wilayah pada provinsi tersebut.

Metode Otsu merupakan salah satu metode segmentasi citra digital yang menggunakan nilai ambang batas otomatis, mengubah citra digital grayscale menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang batas dengan nilai warna piksel citra digital [4]. Metode Otsu memilih nilai threshold dari histogram citra grayscale. Metode pemilihan nilai threshold dilakukan dengan pendekatan statistik. Nilai ambang batas yang dipilih dari nilai keabuan terletak pada rentang histogram dimana nilai keabuan memaksimalkan nilai fungsi [5]. Metode Otsu secara otomatis menghitung nilai T ambang batas berdasarkan gambar input. Pendekatan yang digunakan oleh metode Otsu adalah dengan melakukan analisis diskriminan, yang melibatkan identifikasi variabel yang dapat membedakan dua atau lebih kelompok data yang terjadi secara alami [6]. Ambang batas memisahkan piksel dengan nilai abu-abu tinggi dari piksel dengan nilai abu-abu rendah. Piksel dengan nilai abu-abu tinggi diberi nilai 1, sedangkan piksel dengan nilai abu-abu rendah diberi nilai 0 [7].

Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital yang menggunakan bentuk sebagai panduan pengolahan. Nilai setiap piksel pada citra digital yang dihasilkan diperoleh dengan membandingkan piksel yang bersesuaian pada citra digital masukan dan piksel tetangganya [8]. Radar Applied Morphological Dilation (PPI) dapat meningkatkan kualitas pengambilan citra radar, mengurangi hilangnya objek saat dilacak oleh proses Radar Eye Mining dan Facial Recognition (PPI)

menggunakan cara menggunakan operator Sobel dan dilatasi morfologi menggunakan gambar dalam database [9]. Morfologi matematika adalah topologi dan pendekatan berbasis bentuk geometris untuk melakukan analisis gambar dan merupakan alat yang sangat berguna untuk mengekstrak bentuk dan struktur geometris dalam banyak aplikasi [10]. Segmentasi citra merupakan proses pengolahan citra yang bertujuan untuk memisahkan area subjek dari area latar belakang sehingga objek tersebut mudah untuk dipindai guna mengenali objek yang berkaitan dengan banyak persepsi [11]. Segmentasi adalah proses pengelompokan konsumen ke dalam segmen-segmen berdasarkan beberapa variabel atau minat. Setelah melakukan segmentasi pasar, langkah selanjutnya adalah menentukan target pasar yang diinginkan [12]. Proses segmentasi digunakan dalam aplikasi yang berbeda, meskipun metode yang digunakan sangat bervariasi, semuanya memiliki tujuan yang sama untuk mencapai representasi gambar yang sederhana dan berguna [13].

Kata area kini bahkan digunakan untuk menyebut wilayah beberapa negara sekaligus. Sebagai wilayah beberapa negara sebagai satu kesatuan yang harus membumi, misalnya karena keterkaitan seperti kerjasama ekonomi, pertahanan dan lain-lain [14], Konsep luas merupakan alat untuk memahami perbedaan dan persamaan wilayah di permukaan bumi. Area dengan sifat internal identik yang dapat dibedakan dari lingkungannya. Fitur yang dapat diidentifikasi dapat ditandai dengan kesamaan atau homogenitas lanskap atau aktivitas ekonomi suatu tempat [15].

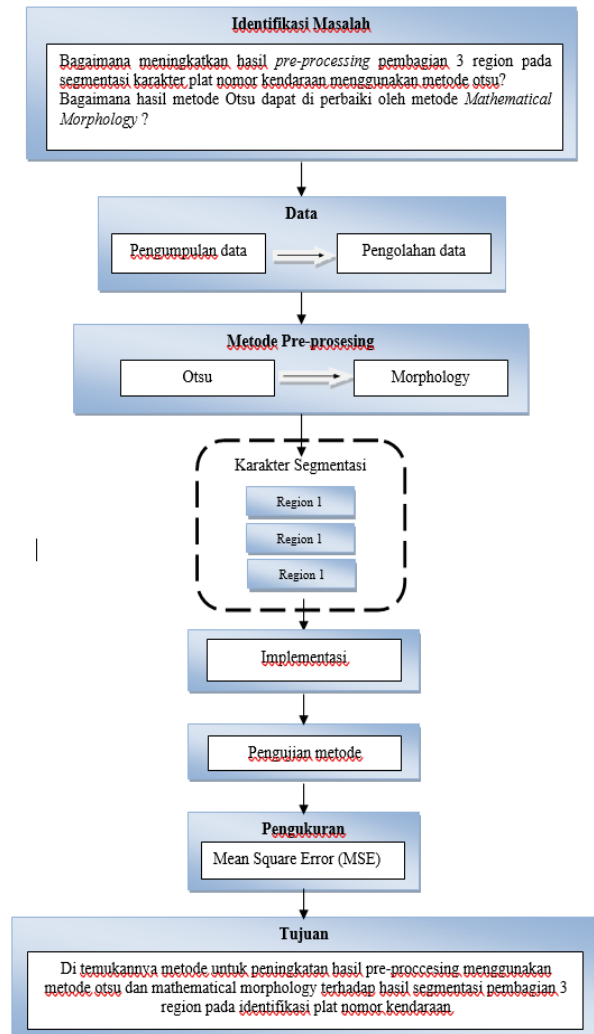
Pengertian kepribadian menurut pusat bahasa asing Kementerian Pendidikan Nasional adalah pembawaan, hati, jiwa, kepribadian, tingkah laku, tabiat, tempramen, kepribadian [16]. Karakteristik dapat didefinisikan sebagai karakter atau sifat yang melekat pada suatu badan usaha [17].

Plat nomor polisi merupakan ciri pengenal utama kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya/jalan raya, sehingga plat nomor polisi sering ditempatkan pada posisi yang mencolok [18]. Plat nomor kendaraan bermotor atau yang biasa disebut plat nomor (singkatan dari nomor polisi) adalah plat aluminium yang dipasang di bagian depan dan belakang kendaraan bermotor sebagai tanda pengenal kendaraan yang didaftarkan yang ditandatangani di kantor joint venture Samsat [19]. Penggunaan plat nomor kendaraan di Indonesia khususnya di Pulau Jawa merupakan peninggalan Hindia Belanda yang menggunakan kode wilayah berdasarkan pembagian tempat tinggal. Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB), biasa disebut dengan plat nomor atau nomor polisi (nopol) [20].

2. Metode Penelitian

Metode eksperimen adalah cara penyajian bahan untuk melakukan percobaan untuk membuktikan sendiri

sesuatu pertanyaan atau hipotesis yang dipelajari. Tahapan-tahapan pada gambar 1:



Gambar 1. Flowchart Metode Eksperimen Segmentasi Karakter

Input Gambar

Di mulai dari input gambar, proses ini melakukan pengambilan citra obyek dengan bantuan alat seperti kamera dari hasil proses *cropping*.

Pre-Processing

Pre-processing merupakan proses awal dari karakter segmentasi pada identifikasi plat nomor kendaraan. Telah dijelaskan pula pada metode penelitian awal dari *pre-processing* perubahan kapasitas warna pada gambar dari tiga warna yaitu *red*, *green*, *blue* (RGB) pada format *.jpg, menjadi kapasitas warna abu-abu (*grayscale*), dimana fungsi dari perubahan kapasitas warna ini untuk memudahkan dalam mendapatkan normalisasi histogram pada gambar dan dapat menerapkan metode *otsu* untuk mendapatkan nilai *threshold* dalam pemisahan dua *varians* warna yaitu hitam dan putih. Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan dan memodifikasi citra agar kualitas dari citra meningkat yaitu dengan cara menerapkan proses binerisasi.

Metode Otsu

Untuk segmentasi pembagian 3 *region* karakter plat nomor kendaraan maka digunakanlah metode *otsu* untuk menghasilkan nilai ambang batas yang optimal agar dapat memisahkan antara latar belakang dan karakter pada plat nomor kendaraan. Hanya saja jika nilai ambang batas atau nilai maksimum *varians* antar kelas jauh dari nilai yang diinginkan, segmentasi karakter plat sering kali gagal, karena mempengaruhi hasil segmentasi per karakter untuk pembagian 3 *region*. Oleh karena itu, pendekatan ini memerlukan perbaikan untuk meningkatkan akurasi hasil dari proses *pre-processing* segmentasi karakter pada plat nomor kendaraan.

Setelah mendapatkan bagian karakter plat nomor kendaraan, selanjutnya bagian karakter plat nomor kendaraan berdasarkan model eksperimen dilanjutkan dengan proses metode *otsu* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Jika diasumsikan nilai sebuah citra plat nomor kendaraan dengan matrik 2*2 dengan matrik sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Menghitung nilai normalisasi histogram gambar bagian karakter plat nomor kendaraan menggunakan persamaan normalisasi histogram jumlah frekuensi :

$$p_i = \frac{1}{25} = 0.5 \tag{1}$$

Hitunglah jumlah kumulatif (cumulative sum) dari, P1(k), untuk k=0,1,2...L-1 dengan menggunakan rumus:

$$p_1(k) = 0,5 \tag{2}$$

Menghitung rerata kumulatif, m(k) untuk k=0,1,3...L-1 dengan menggunakan rumus :

$$m(k) = 0.5 \tag{3}$$

Hitunglah rerata intensitas global, mg menggunakan rumus :

$$m_g(k) = 1.5 \tag{4}$$

Hitung nilai *varians* antar kelas, untuk mendapatkan nilai maksimum *threshold* (k), dengan persamaan :

$$\text{Threshold}(k) = (1.5 * 0.5 - 0.5)^2 / (0.5 * (1 - 0.5)) = 0.15625 \tag{5}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *otsu* yang diuraikan di atas maka didapat nilai *threshold* yang tampak pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil *Threshold* Metode *Otsu*

| i | ni | Pi | p ₁ (k) | m(k)0 | m(k) | m(g) | var I | Val | T |
|---|----|-----|--------------------|-------|------|------|-------|------|------|
| 1 | 2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 0,16 | 0,16 | 0,16 |
| 2 | 2 | 0.5 | 1 | 1 | 1.5 | | 0 | | |

Dari tabel di atas nilai *threshold* merupakan nilai tertinggi dari var b yaitu 0.5625. Setelah mendapatkan nilai *threshold* maka dilakukan binerisasi menggunakan fungsi *im2bw* dari *tool* matlab, contoh hasil binerisasi dapat di lihat pada gambar.

$$BW = \text{im2bw}(Io, \text{level}) ;$$

Metode Morphology (dilasi)

Dengan kekurangan yang terdapat pada metode *otsu* dalam menentukan nilai optimal ambang batas, disebabkan nilai normalisasi histogram yang didapat tidak signifikan untuk memisahkan latar belakang dan karakter. Banyak cara yang dapat menyelesaikan masalah ini, seperti metode *mathematical morphology (dilasi)*. Pada metode ini nilai dari setiap *pixel* dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara *pixel* yang bersesuaian, sehingga teknik *morphology* sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan *binary image* dan *grayscale image*. *Dilasi* ini sangat berguna ketika diterapkan dalam objek-objek yang terputus dikarenakan hasil pengambilan citra yang terganggu *noise*, kerusakan objek fisik yang menjadi citra digital, atau disebabkan resolusi yang jelek, misalnya *teks* pada kertas yang sudah agak rusak sehingga bentuk hurufnya terputus, dan sebagainya. Dengan melakukan dilasi maka objek atau tepi citra dapat disambung kembali.

Segmentasi

Segmentasi citra merupakan suatu proses pengelompokkan citra menjadi beberapa *region* berdasarkan kriteria tertentu. Berdasarkan pengertiannya, segmentasi memiliki tujuan menemukan karakteristik khusus yang dimiliki suatu citra. Oleh karena itulah, segmentasi sangat diperlukan pada proses pengenalan pola. Semakin baik kualitas segmentasi maka semakin baik pula kualitas pengenalan polanya. Fitur yang dapat mempengaruhi proses segmentasi citra di antaranya fitur garis, kontras warna, tekstur citra. Pada bagian proses segmentasi untuk metode *otsu* menghasilkan segmentasi per karakter dengan tidak menghasilkan 3 *region* dikarenakan hasil *threshold* dari metode *otsu* tidak dapat menggabungkan setiap *region* yang dibutuhkan

Mean Square Error (MSE)

Perbaikan dari sebuah kualitas gambar mempunyai sifat yang subyektif, maka parameter keberhasilan perbaikan kualitas gambar perlu adanya pengukuran yang subyektif pula. Untuk itu perlu adanya pengukuran kuantitatif yang bisa mengukur kinerja prosedur perbaikan gambar, di mana pengukuran ini dapat mencari nilai untuk membandingkan hasil perbaikan gambar dengan gambar target/hasil yang ingin dicapai, Jika diasumsikan data pengujian menggunakan matriks 5x8 dari data citra atau gambar yang sebenarnya berukuran 340x2180. Proses perbandingan yang dilakukan adalah membandingkan tingkat error data

citra target hasil, citra dengan otsu saja dan citra dengan otsu morphology dilasi square.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa

Pengenalan plat nomor pada dasarnya dibagi menjadi 2 tahap besar yaitu : Pengolahan Citra (*Image Processing*) dan proses pembelajaran. Pengolahan citra meliputi pengambilan citra, *grayscaleing* (konversi warna ke keabuan), metode *otsu*, *morphology*, dan segmentasi. Pengolahan citra, sebagai awal dari proses pembelajaran dan pengenalan plat nomor kendaraan, menjadi suatu hal awal yang sangat penting yang perlu diperhatikan.

Pengolahan citra diawali dengan pengambilan citra dengan menggunakan suatu kamera. Citra-citra tadi kemudian disimpan ke dalam suatu *folder* tertentu dengan format jpg. Pengambilan citra dari suatu plat akan dilakukan sebanyak 100 sampel dengan bentuk karakter plat yang berbeda-beda. Kemudian citra di olah lebih lanjut dengan menggunakan teknik pengolahan citra (*image processing*).

Pengumpulan Data

Pengumpulan data citra ini didapatkan dengan cara mengambil citra plat nomor kendaraan mobil dengan menggunakan kamera digital. Beberapa citra plat nomor kendaraan diambil dengan kualitas plat nomor yang berbeda dan pencahayaan yang cukup. Karakteristik dari plat nomor kendaraan yang diambil adalah plat nomor kendaraan standar indonesia yang ditetapkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.44 tahun 1993 dan surat Kapolri kepada Kepolisian tingkat daerah (Polda) No: ST/810/IV/2011 tanggal 25 April 2011, tentang perubahan ciri-ciri Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) dan Tanda Coba Kendaraan Bermotor. Jumlah keseluruhan data yang didapatkan sebanyak 100 gambar plat nomor kendaraan standar Indonesia yang di ambil dari lapangan parkir *outdoor* dan *indoor*.



Gambar 2. Sampel Foto Penelitian Plat Nomor Kendaraan

Dari 100 gambar plat tersebut nantinya akan mendapatkan hasil segmentasi karakter dari metode yang diusulkan yang akan diukur atau dibandingkan dengan data hasil metode sebelumnya.

Pengolahan Data

Pengolahan data disini dilakukan dengan tujuan untuk mengolah citra yang diambil agar dapat diproses. Dalam pengolahan data ini akan dilakukan pemotongan gambar dan pengecilan ukuran *pixel*. Tahapan-tahapan pada proses yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

Pemisahan Plat Nomor Dari Kendaraan

Gambar plat nomor kendaraan akan dipisahkan dari gambar kendaraan dengan memotong bagian plat nomor kendaraan, dikarenakan penelitian berfokus kepada segmentasi karakter plat nomor kendaraan. Hasil dari pemotongan plat nomor kendaraan dan hasil dari segmentasi karakter plat nomor kendaraan akan disimpan pada beberapa *folder*, yaitu *folder* program, sample data, dan *folder* karakter yang tersimpan sesuai dengan nama file gambar plat yang tersimpan pada masing-masing *folder* binerisasi.

Untuk pemisahan tersebut digunakan *tool microsoft office picture manager*. Penggunaan *tool* ini dikarenakan setiap hasil pemotongan gambar tidak akan merubah ukuran dari gambar aslinya, contoh penggunaan *tool microsoft office picture manager* sebagai berikut :

Pertama klik start menu – all program – *microsoft office* – *microsoft office tools* – *microsoft office picture manager* – setelah itu pilih file gambar yang akan diproses *cropping* maka akan tampak seperti Gambar 3.



Gambar 3. Input Gambar

Setelah proses yang di atas selesai maka dilanjutkan dengan proses *cropping* dengan cara klik *edit pictures* yang ada pada tools *microsoft office picture manager* lalu pada bagian tools *edit pictures* pilih *crop*, maka akan menghasilkan gambar seperti yang tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Cropping

Lakukan proses *cropping* kemudian klik ok maka hasilnya akan tampak seperti Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Crop Plat Nomor Kendaraan

Setelah proses *cropping* selesai dilakukan file hasil *cropping* disimpan dalam folder "sample data", dengan nama file plat 1 sampai plat 100 seperti tampak pada gambar 6



Gambar 6. Sampel Data Plat Nomor Kendaraan

Normalisasi Gambar

Setelah hasil sampel data plat nomor kendaraan didapatkan selanjutnya sampel plat nomor kendaraan dinormalisasi ukurannya menjadi 340x180... tentu tidak akan efisien apabila mengubah dimensi semua gambar secara manual. Di sini akan digunakan *software image processing* yang dapat menangani *multi file* gambar yang bernama "Multiple Image Resizer.Net". Hasil dari normalisasi gambar ini akan disimpan pada folder "Resize", hasil normalisasi inilah yang akan digunakan pada penelitian ini.

Input Gambar

Di mulai dari input gambar, proses ini melakukan pengambilan citra obyek dengan bantuan alat seperti kamera dari hasil proses *cropping*.

Pre-Processing

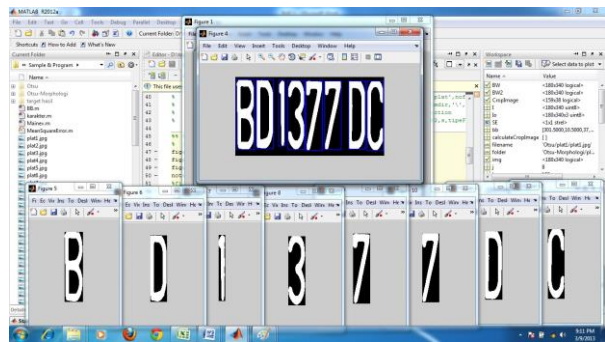
Pre-processing merupakan proses awal dari karakter segmentasi pada identifikasi plat nomor kendaraan. Telah dijelaskan pula pada metode penelitian awal dari *pre-processing* perubahan kapasitas warna pada gambar dari tiga warna yaitu *red, green, blue* (RGB) pada format *.jpg, menjadi kapasitas warna abu-abu (*grayscale*).

Dimana fungsi dari perubahan kapasitas warna ini untuk memudahkan dalam mendapatkan normalisasi

histogram pada gambar dan dapat menerapkan metode *otsu* untuk mendapatkan nilai *threshold* dalam pemisahan dua *varians* warna yaitu hitam dan putih. Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan dan memodifikasi citra agar kualitas dari citra meningkat yaitu dengan cara menerapkan proses binerisasi.

Metode Otsu

Untuk segmentasi pembagian 3 *region* karakter plat nomor kendaraan maka digunakanlah metode *otsu* untuk menghasilkan nilai ambang batas yang optimal agar dapat memisahkan antara latar belakang dan karakter pada plat nomor kendaraan. Hanya saja jika nilai ambang batas atau nilai maksimum *varians* antar kelas jauh dari nilai yang diinginkan, segmentasi karakter plat sering kali gagal, karena mempengaruhi hasil segmentasi per karakter untuk pembagian 3 *region*. Oleh karena itu, pendekatan ini memerlukan perbaikan untuk meningkatkan akurasi hasil dari proses *pre-processing* segmentasi karakter pada plat nomor kendaraan.



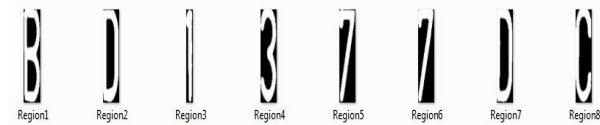
Gambar 7. Hasil Segmentasi Plat 1 Dengan Metode Otsu

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pada bagian proses segmentasi untuk metode *otsu* menghasilkan segmentasi per karakter dengan tidak menghasilkan 3 *region* dikarenakan hasil *threshold* dari metode *otsu* tidak dapat menggabungkan setiap *region* yang dibutuhkan seperti terdapat pada gambar di atas. Pada hasil segmentasi plat 1 (BD 1377 DC) hasil pengukurannya terdapat 8 *region*, yaitu *region* pertama itu karakter B, *region* kedua karakter D, *region* ketiga karakter 1, *region* keempat karakter 7, *region* kelima karakter 7, *region* keenam karakter D, *region* kedelapan karakter C, jadi hasil segmentasi dengan menggunakan metode *otsu* itu tidak menghasilkan 3 *region* yang diinginkan karena metode *otsu* memisahkan hasil segmentasi per karakter.

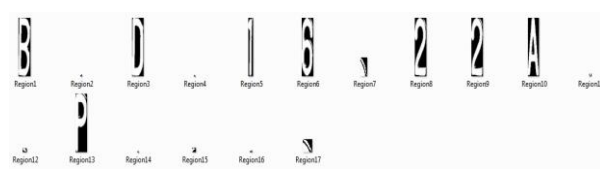
Segmentasi citra merupakan suatu proses pengelompokkan citra menjadi beberapa *region* berdasarkan kriteria tertentu. Berdasarkan pengertiannya, segmentasi memiliki tujuan menemukan karakteristik khusus yang dimiliki suatu citra. Oleh karena itulah, segmentasi sangat diperlukan pada proses pengenalan pola. Semakin baik kualitas segmentasi maka semakin baik pula kualitas pengenalan polanya.

Fitur yang dapat mempengaruhi proses segmentasi citra di antaranya fitur garis, kontras warna, tekstur citra.

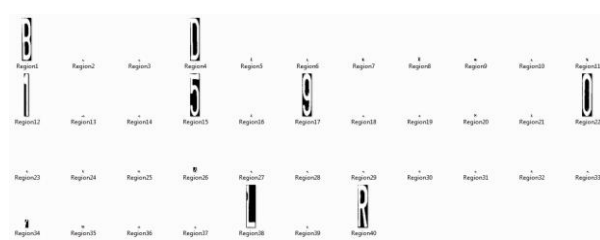
Hasil segmentasi Metode Otsu



Gambar 8. Hasil Segmentasi Otsu Plat 1



Gambar 9. Hasil Segmentasi Otsu Plat 2



Gambar 10. Hasil Segmentasi Otsu Plat 3

Pada bagian proses segmentasi untuk metode *otsu* menghasilkan segmentasi per karakter dengan tidak menghasilkan 3 *region* dikarenakan hasil *threshold* dari metode *otsu* tidak dapat menggabungkan setiap *region* yang dibutuhkan. Pada gambar 8 hasil segmentasi plat 1 hasil pengukurannya terdapat 8 *region*, gambar 9 plat 2 menghasilkan 17 *region*, dan pada gambar 10 plat 3 menghasilkan 40 *region*, jadi hasil segmentasi dengan menggunakan metode *otsu* itu tidak menghasilkan 3 *region* yang di inginkan karena metode *otsu* memisahkan hasil segmentasi per karakter.

Proses Segmentasi Menggunakan Metode *Morphology* (*Dilasi*)

Untuk proses segmentasi metode *morphology* dengan menggunakan *coding* di bawah ini maka didapat hasil segmentasi yang terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Segmentasi Plat 1 Dengan Metode *Morphology*

Dari gambar di atas proses segmentasi pada metode *morphology* dapat di lihat bahwa hasil segmentasi 3 *region* berhasil sesuai harapan. Pada plat 1

menghasilkan 3 *region*, dengan pemisahan huruf depan, angka, dan huruf belakang, pemisahan ini berguna untuk memisahkan *region* satu itu untuk menunjukkan kode provinsi plat nomor kendaraan, *region 2* menunjukkan kode registrasi plat nomor kendaraan, dan *region 3* itu menunjukkan sub kode provinsi plat nomor kendaraan.

Hasil Segmentasi Metode *Morphology*



Gambar 12. Hasil Segmentasi *Morphology* Plat 1



Gambar 13. Hasil Segmentasi *Morphology* Plat 2

Pada metode *morphology* (*dilasi*) dapat dilihat dari gambar 9, 10, 11 bahwa hasil segmentasi 3 *region* berhasil sesuai harapan. Pada plat 1 menghasilkan 3 *region*, dengan pemisahan huruf depan, angka, dan huruf belakang, pemisahan ini berguna untuk memisahkan *region* satu itu untuk menunjukkan kode provinsi plat nomor kendaraan, *region 2* menunjukkan kode registrasi plat nomor kendaraan, dan *region 3* itu menunjukkan sub kode provinsi plat nomor kendaraan.

Mean Square Error (MSE)

Perbaikan dari sebuah kualitas gambar mempunyai sifat yang subyektif, maka parameter keberhasilan perbaikan kualitas gambar perlu adanya pengukuran yang subyektif pula. Untuk itu perlu adanya pengukuran kuantitatif yang bisa mengukur kinerja prosedur perbaikan gambar, di mana pengukuran ini dapat mencari nilai untuk membandingkan hasil perbaikan gambar dengan gambar target/hasil yang ingin dicapai.

Jika diasumsikan data pengujian menggunakan matriks 5x8 dari data citra atau gambar yang sebenarnya berukuran 340x2180. Proses perbandingan yang dilakukan adalah membandingkan tingkat error data citra target hasil, citra dengan *otsu* saja dan citra dengan *otsu morphology dilasi square*. Membandingkan nilai target hasil dengan *otsu* pada plat 1.

$$MSE = \frac{1}{5 \times 8} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 20 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 0 & 0 & 17 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 253 & 255 & 255 & 255 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 11 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 12 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & 9 & 5 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 4 & 5 & 0 & 0 & 13 & 0 & 15 \\ 0 & 3 & 3 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 20 & 4 & 0 & 10 & 6 \end{pmatrix}^2$$

MSE

$$= \frac{1}{40} \begin{pmatrix} -11 & 0 & 2 & -4 & 0 & 2 & -10 & 0 \\ 2 & 0 & -6 & -5 & -5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & -5 & 0 & 20 & -13 & 1 & -15 \\ 1 & -3 & 3 & 0 & -2 & 13 & 0 & 2 \\ -4 & 2 & 0 & -20 & 255 & 255 & 245 & 249 \end{pmatrix}^2$$

$$MSE = 0,025 \begin{pmatrix} -21 \\ -14 \\ -15 \\ 14 \\ 976 \end{pmatrix}^2$$

$$MSE = \begin{pmatrix} -0.53 \\ -0.35 \\ -0.38 \\ 0.35 \\ 24.4 \end{pmatrix}^2 = \begin{pmatrix} 0.275625 \\ 0.1225 \\ 0.140625 \\ 0.1225 \\ 595.36 \end{pmatrix}$$

$$MSE = (0.275625 + 0.1225 + 0.140625 + 0.1225 + 595.36) = 596.02125$$

Membandingkan nilai target hasil dengan *otsu morphology* pada plat 1:

MSE

$$= \frac{1}{5 \times 8} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 20 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 0 & 0 & 17 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 253 & 255 & 255 & 255 \\ 4 & 1 & 0 & 1 & 1 & 3 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 12 & 0 & 0 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 7 & 0 & 16 & 3 & 2 & 6 \\ 0 & 8 & 2 & 0 & 0 & 11 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 255 & 243 & 248 & 255 \end{pmatrix}^2$$

MSE

$$= \frac{1}{40} \begin{pmatrix} -4 & -1 & 2 & -1 & -1 & -1 & -2 & 0 \\ 2 & 0 & -2 & -8 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ -4 & -2 & -7 & 0 & 4 & -3 & -1 & -6 \\ 1 & -8 & 4 & 0 & 0 & 6 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & -2 & 12 & 7 & 0 \end{pmatrix}^2$$

$$MSE = 0,025 \begin{pmatrix} -8 \\ -10 \\ -19 \\ 5 \\ 19 \end{pmatrix}^2$$

$$MSE = \begin{pmatrix} -0.2 \\ -0.25 \\ -0.48 \\ 0.125 \\ 0.475 \end{pmatrix}^2 = \begin{pmatrix} 0.04 \\ 0.0625 \\ 0.225625 \\ 0.015625 \\ 0.225625 \end{pmatrix}$$

$$MSE = (0.04 + 0.0625 + 0.225625 + 0.015625 + 0.225625) = 0.569375$$

Dari hasil asumsi nilai MSE dengan metode *otsu* untuk citra plat 1 yaitu 596.02125 dan dengan menggunakan metode *morphology dilasi* menghasilkan nilai MSE 0.569375.

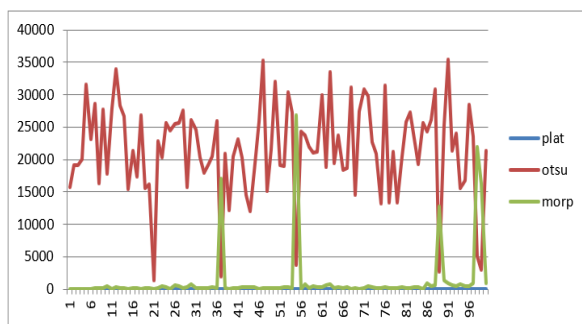
Untuk hasil pengukuran *mean square error* (MSE) yang sebenarnya dari 100 citra plat kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Mean Square Error (MSE)

| plat | Otsu | Morphology |
|------|----------|------------|
| 1 | 1.57E+04 | 58.0412 |
| 2 | 1.91E+04 | 14.2051 |
| 3 | 1.92E+04 | 56.0954 |
| 4 | 2.00E+04 | 12.7759 |
| 5 | 3.16E+04 | 18.7165 |
| 6 | 2.32E+04 | 35.1355 |
| 7 | 2.87E+04 | 127.8639 |
| 8 | 1.63E+04 | 130.4507 |
| 9 | 2.77E+04 | 139.4536 |
| 10 | 1.78E+04 | 5.04E+02 |
| 11 | 2.79E+04 | 51.7258 |
| 12 | 3.39E+04 | 307.2209 |
| 13 | 2.83E+04 | 180.7063 |
| 14 | 2.67E+04 | 152.0185 |
| 15 | 1.54E+04 | 78.3208 |
| 16 | 2.13E+04 | 199.8565 |
| 17 | 1.73E+04 | 196.4671 |
| 18 | 2.69E+04 | 42.2983 |
| 19 | 1.56E+04 | 171.4874 |
| 20 | 1.62E+04 | 223.4081 |
| 21 | 1.44E+03 | 7.66E+01 |
| 22 | 2.28E+04 | 199.4879 |
| 23 | 2.04E+04 | 434.6382 |
| 24 | 2.57E+04 | 385.7542 |
| 25 | 2.44E+04 | 89.7769 |
| 26 | 2.55E+04 | 666.679 |
| 27 | 2.56E+04 | 428.2243 |
| 28 | 2.75E+04 | 181.3964 |
| 29 | 1.57E+04 | 281.8612 |
| 30 | 2.61E+04 | 840.6026 |
| 31 | 2.47E+04 | 220.3604 |
| 32 | 2.03E+04 | 251.1847 |
| 33 | 1.79E+04 | 134.4769 |
| 34 | 1.91E+04 | 194.2296 |
| 35 | 2.05E+04 | 363.522 |
| 36 | 2.60E+04 | 116.8368 |
| 37 | 2.02E+03 | 1.71E+04 |
| 38 | 2.09E+04 | 158.4983 |
| 39 | 1.22E+04 | 83.2239 |
| 40 | 2.05E+04 | 194.1383 |
| 41 | 2.32E+04 | 121.8282 |
| 42 | 2.04E+04 | 269.7506 |
| 43 | 1.45E+04 | 295.8871 |
| 44 | 1.21E+04 | 268.3168 |
| 45 | 1.81E+04 | 352.8033 |
| 46 | 2.58E+04 | 110.369 |
| 47 | 3.52E+04 | 222.5087 |
| 48 | 1.52E+04 | 162.4641 |
| 49 | 2.14E+04 | 140.4906 |
| 50 | 3.20E+04 | 140.1654 |
| 51 | 1.92E+04 | 123.1419 |
| 52 | 1.91E+04 | 340.7842 |
| 53 | 3.04E+04 | 267.231 |
| 54 | 2.73E+04 | 171.7947 |
| 55 | 3.67E+03 | 2.68E+04 |
| 56 | 2.43E+04 | 60.6945 |
| 57 | 2.37E+04 | 724.0513 |
| 58 | 2.20E+04 | 163.9728 |
| 59 | 2.11E+04 | 424.5793 |
| 60 | 2.13E+04 | 320.4315 |
| 61 | 3.00E+04 | 398.1486 |
| 62 | 1.88E+04 | 595.1963 |
| 63 | 3.35E+04 | 836.79 |
| 64 | 1.95E+04 | 171.9234 |
| 65 | 2.37E+04 | 286.4367 |
| 66 | 1.84E+04 | 155.9211 |
| 67 | 1.87E+04 | 300.3757 |

| | | |
|-----|----------|----------|
| 68 | 3.12E+04 | 48.3178 |
| 69 | 1.46E+04 | 222.0729 |
| 70 | 2.74E+04 | 96.9662 |
| 71 | 3.09E+04 | 213.9785 |
| 72 | 2.99E+04 | 479.0457 |
| 73 | 2.28E+04 | 370.8838 |
| 74 | 2.08E+04 | 219.6864 |
| 75 | 1.33E+04 | 196.6006 |
| 76 | 3.14E+04 | 261.006 |
| 77 | 1.34E+04 | 191.1708 |
| 78 | 2.12E+04 | 220.7615 |
| 79 | 1.34E+04 | 194.5043 |
| 80 | 2.05E+04 | 353.2544 |
| 81 | 2.58E+04 | 214.1137 |
| 82 | 2.72E+04 | 128.8509 |
| 83 | 2.33E+04 | 271.9766 |
| 84 | 1.93E+04 | 375.9884 |
| 85 | 2.57E+04 | 44.7408 |
| 86 | 2.43E+04 | 901.9203 |
| 87 | 2.60E+04 | 521.2601 |
| 88 | 3.09E+04 | 613.4756 |
| 89 | 2.66E+03 | 1.28E+04 |
| 90 | 2.53E+04 | 1.36E+03 |
| 91 | 3.55E+04 | 958.7813 |
| 92 | 2.13E+04 | 668.0816 |
| 93 | 2.40E+04 | 449.2119 |
| 94 | 1.55E+04 | 715.1287 |
| 95 | 1.68E+04 | 432.807 |
| 96 | 2.85E+04 | 505.5034 |
| 96 | 2.85E+04 | 505.5034 |
| 97 | 2.36E+04 | 942.8856 |
| 98 | 5.03E+03 | 2.19E+04 |
| 99 | 3.00E+03 | 1.64E+04 |
| 100 | 2.14E+04 | 879.8255 |

Dari Tabel 2 hasil pengukuran mean square error yang dihasilkan dari 100 data sampel plat nomor kendaraan yang diujikan dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik Mean Square Error (MSE)

Dari gambar grafik di atas nilai warna grafik merah merupakan nilai *otsu morphology*, grafik hijau merupakan merupakan nilai *otsu*. Analisa dari grafik tersebut, melihat dari grafik warna merah lebih rendah dibandingkan dengan grafik warna hijau berarti nilai *otsu morphology* lebih kecil dibandingkan dari nilai *otsu* yaitu nilai MSE. Pengertian dari MSE yaitu semakin kecil nilai mse semakin baik, semakin tinggi nilai MSE semakin buruk. Kesimpulannya *otsu morphology* lebih kecil dibandingkan *otsu* menandakan peningkatan nilai *otsu morphology* atau tingkat nilai akurasi *morphology* lebih baik dibandingkan dengan *otsu*.

Dari 100 data yang telah diujikan pada program matlab dengan menggunakan kedua metode yaitu *otsu* dan *morphology (dilasi)* didapatkan 96 data yang berhasil ditingkatkan menggunakan metode *morphology (dilasi)* dan 4 data yang gagal. Artinya jika kita persentasekan tingkat keberhasilan metode ini dapat kita lakukan dengan cara seperti di bawah ini.

$$A = \frac{\text{jumlah data berhasil}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$A = \frac{96}{100} \times 100\%$$

$$= 96\%$$

Dari tingkat persentase yang didapatkan sebesar 96% dengan 100 data yang diujikan, maka dapat disimpulkan perbaikan metode *otsu* ini dengan menggunakan metode *morphology (dilasi)* memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian dapat disimpulkan: Perbaikan metode *otsu* dengan menggunakan metode *morphology (dilasi)* untuk meningkatkan hasil segmentasi ternyata berhasil, dari 100 data sampel yang diujikan 96 data sampel berhasil dan 4 data sampel gagal artinya peningkatan yang didapatkan sangat tinggi, yaitu hingga 96%

Daftar Rujukan

- [1] A. Budiarto, T. B. Adji, and R. Hartanto, "Deteksi Nomor Kendaraan Dengan Metode Connected Component Dan Svm," *J. Teknol. Inf. Magister Darmajaya*, vol. 1, no. 01, pp. 106–117, 2015.
- [2] A. Michael, "Pengenalan Plat Kendaraan Berbasis Android menggunakan Viola Jones dan Kohonen Neural Network," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8, no. 2, pp. 95–102, 2016, doi: 10.33096/ilkom.v8i2.52.95-102.
- [3] E. Tirtana, K. Gunadi, and I. Sugiarto, "Penerapan Metode YOLO dan Tesseract-OCR untuk Pendataan Plat Nomor Kendaraan Bermotor Umum di Indonesia Menggunakan Raspberry Pi," 2021.
- [4] S. I. Syafi'i, R. T. Wahyuningrum, and A. Muntasa, "Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding," *J. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2016, doi: 10.9744/informatika.13.1.1-8.
- [5] D. R. Anamisa, "Rancang Bangun Metode OTSU Untuk Deteksi Hemoglobin," *S@Cies*, vol. 5, no. 2, pp. 106–110, 2015, doi: 10.31598/sacies.v5i2.64.
- [6] J. Salat and S. Achmady, "Minimalisasi Distorsi Dari Segmentasi Citra Metode Otsu Menggunakan Fuzzy Clustering," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 1, pp. 80–85, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i1.234.80-85.
- [7] N. Nafi'iyah, "Perbandingan Modus , Median , K _ Standar Deviasi , Iterative , Mean Dan Otsu Dalam Thresholding," vol. 8, no. 2, pp. 31–36, 2016.
- [8] R. Wahyusari, "Pemanfaatan Mathematical Morphology Untuk Deteksi Tepi Batik," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 389–392, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i1.1027.
- [9] M. A. Masril and R. Noviardi, "Analisa Morfologi Dilasi untuk Perbaikan Kualitas Citra Deteksi Tepi pada Pola Batik

- Menggunakan Operator Prewitt dan Laplacian of Gaussian,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 6, pp. 9–11, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i6.2601.
- [10] A. Susanto, “Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor,” *Pseudocode*, vol. 6, no. 1, pp. 49–57, 2019, doi: 10.33369/pseudocode.6.1.49-57.
- [11] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita, and N. Nainggolan, “Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding,” *J. Ilm. Sains*, vol. 13, no. 1, p. 74, 2013, doi: 10.35799/jis.13.1.2013.2057.
- [12] A. S. Soegoto, L. Mananeke, and P. C. Kembuan, “Analisis Segmentasi, Targeting Dan Positioning Pembiayaan Mobil Pada Pt. Adira Dinamika Multifinance Tbk Cabang Manado,” *J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 2, no. 3, 2014, doi: 10.35794/emba.v2i3.5723.
- [13] R. Christianto, W. Nofiani, A. Febriansyah, and I. Irwan, “Pan-Tilt Camera Sebagai Aktuator Pelacak Posisi Bola,” *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 79–82, 2018, doi: 10.31940/matrix.v8i3.1037.
- [14] L. Lisdin, “Analisis Potensi Kota Baubau sebagai Kawasan Megapolitan,” 2013, [Online]. Available: <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/10147/>.
- [15] Marhadi S. K., “Hakikat Geografi,” *J. Univ. Terbuka*, vol. 4, pp. 1–50, 2004.
- [16] M. Karakt, E. R. Bangsa, P. D. F. Pack, P. Karakt, P. Karakt, and P. Ahamad, “PENDIDIKAN KARAKTER Imam Gunawan Imam Gunawan,” *J. Pendidik.*, vol. 2, p. 3333, 2018.
- [17] H. Sembiring, “Analisis pengaruh karakteristik perusahaan terhadap kelengkapan pengungkapan dalam laporan tahunan perusahaan manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia,” *J. Mediasi*, vol. 4, no. 1, pp. 68–77, 2012, [Online]. Available: <http://digilib.unimed.ac.id/406/1/Fulltext.pdf>.
- [18] O. Mellolo, “Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor,” *J. Ilm. Sains*, vol. 12, no. 1, p. 35, 2012, doi: 10.35799/jis.12.1.2012.399.
- [19] S. W. Masdiyasa IGS, Sulianto B, “Identifikasi plat nomor kendaraan bermotor menggunakan Metode multi-step image processing berbasis android,” *e - Nar.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–25, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/narodroid/issue/view/83>.
- [20] T. Tri Pamungkas, R. Rizal Isnanto, and A. Ajulian Zahra, “Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Template Matching Dan Jarak Canberra,” *Transient*, vol. 3, no. 2, pp. 166–173, 2014.