
DETEKSI NOMOR KENDARAAN DENGAN METODE CONNECTED COMPONENT DAN SVM

Aris Budiarto¹, Teguh Bharata Adji², Rudy Hartanto³

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada*
Email : aris_budiarto@mail.ugm.ac.id, adji@ugm.ac.id, rudy@ugm.ac.id

Abstrak

Penelitian mengenai sistem deteksi plat nomor kendaraan akan dikembangkan dalam penelitian ini. Deteksi plat nomor kendaraan akan menggunakan kamera yang dipasang di gerbang parkir. Proses deteksi didahului dengan pengambilan data menggunakan kamera. Pemrosesan awal meliputi rescale citra menjadi (640,480) piksel, pengubahan citra menjadi grayscale. Smoothing menggunakan metode blur yang digunakan untuk mengurangi noise citra. Deteksi tepi dengan menggunakan metode sobel arah vertikal dan thresholding. Segmentasi penelitian ini menggabungkan metode Filter Morphologi dan (Connected Component). Metode Support Vector Machine (SVM) digunakan untuk pengujian apakah kandidat plat merupakan plat atau bukan. Pengujian deteksi lokasi plat nomor kendaraan didapatkan hasil sebagai berikut : Akurasi deteksi dalam mendeteksi lokasi plat kendaraan beroda 2 dan kendaraan beroda 4 sebanyak 78%.

Kata Kunci— nomor plat kendaraan, Filter Morfologi, *Connected Component*, *Support Vector Machine* (SVM).

Abstract

Research on License plate detection system will be developed in this research. Vehicle plates detection will use a camera that mounted on parking gate. Detection process starts with collecting data using the camera. Preprocessing includes rescale the image into (640.480) pixels, converting the image into grayscale. Smoothing process with blur method is used to reduce the image noise. Edge detection using Sobel on the vertical direction and thresholding. Segmentation process will combine 2 methods, Morphology Filter and Connected Component. Support Vector Machine (SVM) is used to test whether the candidate is a plat plate or not. Parking System Testing obtained the following results: Parking System Accuracy in detecting motorcycle plate is 78% and the accuracy car plate detection is 78%

Key words— *plat number, morphology filter, Connected Component, Support Vector Machine* (SVM).

1. PENDAHULUAN

Tanda Nomor Kendaraan Bermotor atau TNKB merupakan identitas atau kode unik yang menjadi pengenal sebuah kendaraan bermotor. TNKB sebuah kendaraan terdiri dari baris yang pertama terdiri dari huruf yang menunjukkan kode wilayah, biasanya merupakan area Karesidenan sebuah wilayah administratif yang terdiri dari beberapa kabupaten, Kemudian diikuti dengan nomor Bagian Kedua berupa angka yang menunjukkan nomor polisi kendaraan dan bagian ketiga adalah huruf yang menunjukkan kabupaten domisili pemilik kendaraan. Baris kedua menunjukkan bulan dan tahun masa berlaku TNBK, TNBK harus diperbaharui dalam masa 5 tahun sekali. TNKB atau lebih sederhana disebut dengan plat nomor kendaraan menjadi identitas sebuah kendaraan dan pemiliknya. Plat nomor kendaraan menjadi identitas ketika memasuki lokasi parkir, identitas untuk pembayaran kewajiban pajak kendaraan, dan pelacakan pelanggaran lalu-lintas.

Penelitian sistem deteksi plat nomor kendaraan sudah dilakukan dalam banyak penelitian, antara lain penelitian yang dilakukan oleh (Trisnadik, Hidayatno, & Isnanto, 2013). Penelitian

dilakukan dengan menggunakan metode Morfologi Matematika. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pengolahan awal tanpa menggunakan teknik *smoothing* dan deteksi sobel. Fiter Morfologi yang digunakan adalah *dilate* dan *Opening* berbeda dengan penelitian yang akan dikembangkan dengan menggunakan metode *Closing*. Dari hasil pengujian penelitian didapatkan hasil pengujian terhadap 45 citra uji diperoleh tingkat keberhasilan pendeteksian sebesar 91,11 %.

Penelitian mengenai penegenalan plat nomor kendaraan dilakukan oleh (Avianto, 2015). Penelitian deteksi plat nomor kendaraan menggunakan Filter Morfologi, metode yang digunakan adalah menggunakan metode *Opening* yang kemudian dilanjutkan dengan *vertical & horizontal projection*. Pada pengujian dilakukan pada 35 citra mobil dengan kondisi pencahayaan dan latar belakang yang bervariasi. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan, sistem mampu melakukan deteksi plat nomor dan segmentasi karakter dengan baik pada seluruh citra uji.

Penelitian mengenai deteksi plat nomor kendaraan secara *real time* dilakukan oleh (Sajjad, 2012). Sistem dikembangkan dengan perangkat lunak OpenCV dan bahasa pemrograman Python. Pengambilan citra menggunakan kamera Infra Merah (IR). Pemrosesan awal meliputi perubahan ukuran dan mengkonversi *color space* karena citra ditangkap menggunakan kamera IR. Untuk mendapatkan area yang mengandung plat nomor kendaraan peneliti menggunakan metode *thresholding* yang kemudian dilanjutkan dengan metode *Connected Component*. Segmentasi citra menggunakan metode *image scorsing*. Citra yang sudah disegmentasi akan dikenali menggunakan *Optical Character Recognition* (OCR). Pengujian dilakukan sebanyak 100 kali, sistem yang dikembangkan mampu mengenali lokasi plat dengan akurasi 92%. Segmentasi citra yang mengandung plat nomor kendaraan, dari 92 plat yang terdeteksi sistem mampu melakukan segmentasi dengan tingkat akurasi sebesar 95,7%. Sedangkan proses pengenalan dari 88 plat yang berhasil dilakukan segmentasi, sistem mampu melakukan dengan tingkat akurasi 94,3%.

Perbandingan perbandingan akurasi beberapa metode deteksi plat nomor kendaraan dilakukan oleh (Bhatti, et al., 2014). Penentuan lokasi kandidat plat nomor kendaraan sangat penting, karena lokalisasi akan menentukan keberhasilan proses pembacaan plat. Beberapa metode deteksi yang dibandingkan untuk lokalisasi plat nomor kendaraan antara lain : Deteksi Tepi, Histogram, Morfologi, Kode Warna, Geometri dan *Neural Network*. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa deteksi dengan menggunakan metode *Neural Network* mampu mendeteksi plat nomor dengan akurasi 94%, sedangkan metode deteksi dengan deteksi tepi 91%, Filter Morfologi 96%, kode warna 80%.

Penelitian mengenai sistem deteksi plat nomor kendaraan sangat bermanfaat untuk pengembangan sistem transportasi cerdas, pencarian kendaraan yang hilang, monitoring lalu-lintas, manajemen kota dan sistem pembayaran di pintu tol. Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem deteksi plat nomor kendaraan atau *Automatic License Plate Detection* (ALPD). Proses deteksi menjadi dasar proses pengenalan plat nomor kendaraan. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi sistem pengenalan plat nomor kendaraan atau *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) yang digunakan untuk lokasi parkir. Sehingga dapat mengurangi beban petugas mencatat dan memberikan kartu karcis kepada pengguna secara manual. Proses deteksi kendaraan didahului dengan pengambilan data menggunakan kamera yang dipasang dipintu masuk atau keluar lokasi parkir. Selanjutnya setiap data yang diambil dengan kamera akan dipecah menjadi *frame-frame*. Masing-masing *frame* akan dilakukan pengolahan awal atau *Preprocessing*. Beberapa proses pengolahan awal yang dilakukan antara lain memperkecil ukuran *frame* menjadi (640,480), kemudian mengubah citra menjadi citra keabuan. *Smoothing* dengan metode *blur* digunakan untuk menghilangkan *noise*. Deteksi tepi dengan menggunakan metode Sobel pada arah vertikal. Filter Morfologi dengan menggunakan metode *Closing*. Pengembangan atau *Thresholding* untuk mengubah menjadi citra biner. Untuk menentukan area yang mengandung plat kendaraan dilakukan lokalisasi dan segmentasi plat nomor kendaraan dengan menggunakan metode *Connected Component*. Semua kandidat kontur yang terdeteksi akan dihitung panjang, lebar, dan rasio. Jika memenuhi kriteria, maka akan disimpan dalam sebuah vector kandidat dan diuji dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM)

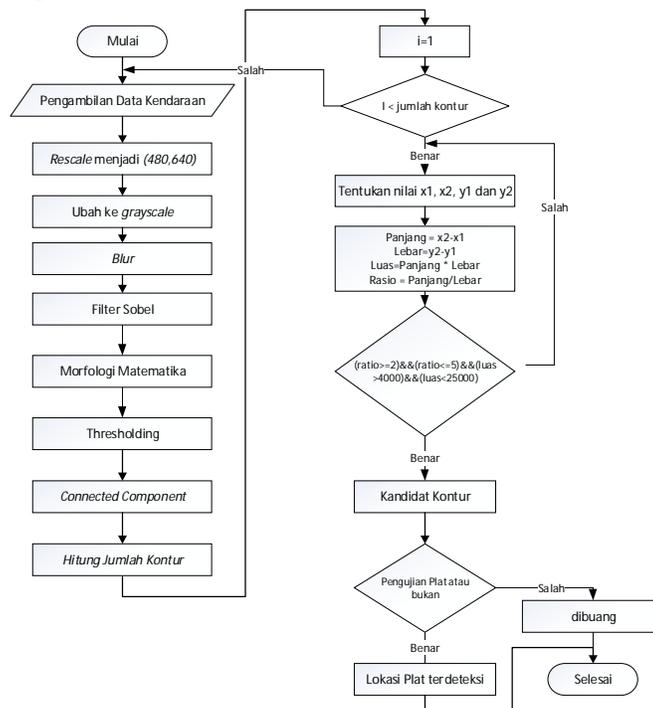
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian penting, yang pertama adalah proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan, bagian kedua adalah pembuatan citra latih dan yang ketiga adalah proses pengujian deteksi plat nomor kendaraan. Secara global penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

2.1. Deteksi Lokasi Plat Kendaraan

Pada bagian pertama adalah deteksi lokasi plat nomor kendaraan. Tahap deteksi lokasi plat kendaraan dibagi kedalam beberapa tahap, diuraikan sebagai berikut:

1. Proses pengambilan gambar menggunakan kamera. Data disimpan dalam format video. Alasan pemilihan pengujian dalam bentuk video adalah supaya untuk menguji apakah aplikasi dapat berjalan secara *real time*.
2. Langkah kedua dari proses ini membagi file video kedalam *frame-frame*. Frame hasil *capture* ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1 Desain Penelitian



Gambar 2 *frame* hasil *capture*

3. Pengolahan awal (*preprocessing*). Tahap ini terdiri dari 3 langkah, yaitu :
- Pengubahan ukuran *resize* menjadi *frame* dengan ukuran (640 x 480) piksel. Tujuan dari pengubahan ini untuk mengurangi proses komputasi tanpa menghilangkan banyak data dari tiap *frame*.
 - Pengubahan menjadi citra *grayscale*, citra *grayscale* diperoleh dengan menggunakan metode *Luminosity* yang ditunjukkan pada persamaan (1), metode *Luminosity* juga rata-rata nilai-nilai, tetapi membentuk bobot rata-rata dengan memperhitungkan persepsi manusia. Manusia lebih sensitif terhadap hijau dari warna lainnya, sehingga hijau memiliki bobot paling banyak. Hasil pengubahan citra menjadi *grayscale* ditunjukkan pada Gambar 3.

$$gray = (0.3 * r) + (0.5 * g) + (0.2 * b) \quad (1)$$



Gambar 3 hasil pengubahan menjadi *grayscale*

- Smoothing* menggunakan metode *blur*, tujuan dari metode ini adalah untuk menghilangkan *noise* dalam citra. Hasil proses *Smoothing* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 *Smoothing* dengan menggunakan metode *blur*

- d. Operator Sobel merupakan algoritma untuk deteksi tepi pada citra. Deteksi tepi adalah teknik pengolahan citra untuk menemukan batas-batas antar daerah dalam citra. Ini adalah bagian penting untuk mendeteksi fitur dan benda-benda dalam citra. Algoritma deteksi tepi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakang dalam sebuah citra. Operator sobel memanfaatkan sebuah gradient yang besar pada citra untuk menemukan tepi citra. Operator sobel menghitung masing masing piksel dengan melakukan konvolusi dengan kernel 3x3, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$\Delta y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$



Gambar 5 hasil deteksi tepi menggunakan Metode Sobel

Operator sobel dapat akan memperkirakan gradien pada sumbu x maupun y. Pada penelitian ini hanya memanfaatkan gradient pada sumbu y atau vertikal dan ditunjukkan pada Gambar 5.

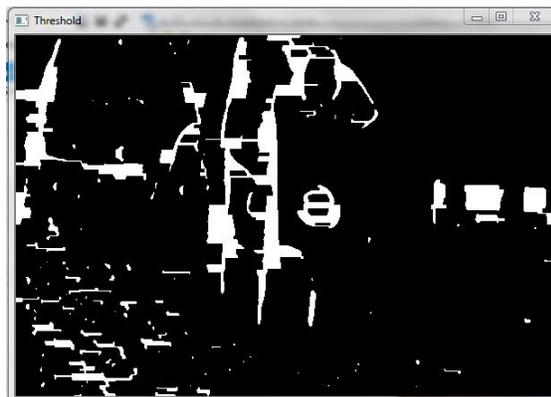
4. Morfologi adalah cara untuk mendiskripsikan atau menganalisa bentuk dari obyek digital (Putra, 2009). Operasi Morfologi merupakan sekumpulan operasi pada citra 2 dimensi untuk mengekstrak komponen gambar atau obyek dari komponen yang terhubung. Morfologi dapat diterapkan pada citra biner dan *grayscale*. Operasi dasar morfologi ada beberapa jenis seperti : *dilation*, *erosion*, *closing* dan *opening*. Pada penelitian metode yang digunakan adalah *closing*. *Closing* merupakan operasi untuk menutup lubang kecil dalam sebuah area. Operasi *Closing* citra A dengan SE B dapat dinyatakan dengan persamaan 21. Operasi *Closing* citra A dengan SE B dapat diartikan Erosi A oleh B dan

dilanjutkan dengan Dilasi A oleh B. Hasil morfologi dengan metode *closing* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 hasil Filter Morfologi dengan Metode Closing

5. *Thresholding* atau pengambangan adalah pengelompokan *pixel* dalam sebuah citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu, dengan cara membandingkan nilai masing-masing piksel dari sebuah citra dengan nilai *Thresholding* (T) (Efford, 2000). Untuk citra *grayscale*, metode *Thresholding* dinyatakan dalam persamaan 10, apabila nilai sebuah piksel kurang dari nilai T maka nilai piksel akan menjadi 0, sedangkan untuk nilai piksel yang lebih dari T akan diganti nilainya menjadi 1. *Thresholding* mengubah dataset piksel yang berisi nilai-nilai yang berbeda-beda menjadi dataset baru yang berisi hanya dua nilai 0 atau 1 atau sering disebut dengan citra biner atau monokrom atau B&W. Metode *Thresholding* yang digunakan adalah metode otsu. Citra hasil *Thresholding* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil *Thresholding* dengan metode Otsu

Metode yang digunakan dalam proses deteksi plat adalah *Connected Component Labeling*, *Connected Component* dari sebuah citra biner B adalah label pada piksel-piksel di citra biner B yang saling terkoneksi. Metode yang digunakan adalah dengan memeriksa kontur pada citra menggunakan *findContours*. Metode *findContours* bekerja pada citra biner, sehingga citra harus sudah mengalami proses *Thresholding*. Berikut langkah langkah deteksi plat dengan metode *connected component*:

- a. Setiap titik pada kontur yang terdeteksi, bagian horizontal akan ditandai posisi awal atau dibagian kiri ditandai sebagai x_1 dan titik kontur paling kanan atau akhir ditandai

dengan x_2 . Sedangkan posisi vertikal kontur pada bagian awal atau atas ditandai dengan y_1 dan posisi yang bawah atau akhir ditandai sebagai y_2 . Titik x_1 , x_2 , y_1 dan y_2 selanjutnya dihubungkan dengan sebuah garis sehingga membentuk sebuah kotak. Pada Gambar 8 ditunjukkan semua kontur yang telah terdeteksi pada sebuah *frame*. Semua kontur dihubungkan dengan sebuah garis sehingga membentuk sebuah kotak.



Gambar 8 hasil deteksi kontur

- b. Setiap kontur yang terdeteksi akan diperiksa ukuran panjang dan lebarnya. Dari masing masing kontur akan diperiksa apakah panjang, lebar dan tinggi memenuhi ukuran sebagai berikut :
 - a. Luas area $10000 < \text{area} < 30000$
 - b. Rasio (panjang dibagi lebar) antara 2-5

Plat nomor yang sudah terdeteksi ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9 lokasi plat kendaraan yang sudah dideteksi

- c. Setiap kontur yang memenuhi ukuran kita sebut dengan kandidat plat. Setiap kandidat akan diuji menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dan akan menghasilkan nilai integer. Nilai 0 menunjukkan kandidat bukan plat dan nilai 1 menunjukkan bahwa kandidat adalah plat kendaraan.

2.2 Pembuatan Citra Latih

Bagian kedua dari tahapan penelitian ini adalah pembuatan citra latih menggunakan metode *Support Vector Machine*. Citra latih berupa citra plat nomor kendaraan atau disebut citra positif dan

citra non plat atau disebut citra negatif. Citra positif terdiri dari 80 buah plat kendaraan dan citra negative terdiri dari 20 buah plat. Sehingga total dari citra latih yang digunakan berjumlah 100 buah.

Secara detail tahapan pelatihan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) terdiri dari beberapa tahap seperti berikut ini :

- a. Tahap ini didahului dengan melatih sistem dengan sebuah *80 plat positif dan 20 plat negatif*.
- b. Melakukan pengolahan awal, berupa filtering dengan filter sobel, kemudian mengubah citra menjadi citra biner dengan metode *thresholding*.
- c. Membaca semua citra latih dan mengubah menjadi matrik 1D dengan perintah `img.reshape(1, 1)`;
- d. Menyimpan citra latih kedalam vector `cv::Mat trainingImage` dan label citra latih kedalam vector `<int> trainingLabel`.
- e. Merubah data kedalam format *CV_32FC1*, atau 32 bit data dalam type *float* satu *channel* dalam range $(-1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{-38})$.
- f. menyimpan data citra latih menjadi file *SVM.xml* dengan untuk digunakan dalam tahap pelatihan dan pengujian.
- g. Untuk metode SVM digunakan perintah `CvSVM::train`, metode hanya mendukung format *CV_ROW_SAMPLE*.

Secara detail tahapan pengujian plat menggunakan SVM adalah sebagai berikut :

- a. Memuat data yang akan uji dan melakukan pengolahan awal seperti tahap sebelumnya.
- b. Memuat file *SVM.xml* yang dihasilkan pada tahap sebelumnya
- c. Membandingkan data uji dengan hasil pelatihan dengan menggunakan `CvSVM::predict`.
- d. Kandidat plat yang benar akan bernilai 1 dan kandidat plat yang salah akan bernilai 0.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi dengan tujuan untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal. Pengujian pertama berupa pengujian di pintu masuk yang berbeda, yang pertama adalah pintu masuk sepeda motor dan pintu masuk mobil. Pengujian kedua berdasarkan jarak, jarak yang digunakan adalah 3m, 5m dan 10m. Sedangkan pengujian ketiga berdasarkan ukuran file pengambilan gambar, pengambilan dengan setting HD atau 1280 x 720 piksel, dengan kecepatan 30 fps. Pengambilan kedua dengan pengaturan : Full HD (1920 x 1280), dengan kecepatan 24 fps.

3.1. Pengujian Berdasarkan Jenis Kendaraan

Pengujian pertama dilakukan dari pintu kendaraan yang berbeda, pintu masuk parkir kendaraan roda 2 dan kendaraan roda 4. Pintu yang pertama adalah pintu masuk motor roda 2, dan pintu masuk yang kedua adalah kendaraan roda 4. Pengujian deteksi lokasi plat kendaraan roda 2 dan kendaraan roda 4 ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10 Pengujian di pintu parkir kendaraan roda 2



Gambar 11 Pengujian di pintu masuk kendaraan roda 4

Dari hasil pengujian deteksi lokasi plat kendaraan didapatkan hasil pengujian sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Lokalisasi Plat

No	Kendaraan Roda 2			Kendaraan Roda 4		
	Masuk	Terdeteksi	%	Masuk	Terdeteksi	%
1	14	11	78 %	9	7	78 %

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1 didapatkan hasil sebagai berikut. Proses deteksi pada sepeda motor sistem bisa mendeteksi 11 dari 14 kendaraan yang melalui pintu parkir atau prosentasi akurasi sekitar 78%. Sedangkan proses deteksi pada kendaraan beroda 4, dari 9 kendaraan yang dilakukan deteksi sistem mampu mendeteksi 7 kendaraan atau prosentase akurasi sekitar 78%. Pada Pengujian kemampuan sistem dalam mendeteksi lokasi plat sepeda motor dan mobil adalah sama dengan akurasi sebesar 78%.

3.2 Pengujian Berdasarkan Jarak

Pengujian dilakukan dari 3 jarak yang berbeda. Pengujian pertama dilakukan dari jarak 3 m, pengujian kedua dari jarak 10 meter dan pengujian dari jarak 7 m. Semua pengambilan data menggunakan kamera dengan setting kualitas video (HD) atau 1280 x 720 piksel, dengan kecepatan 30 fps. Hasil Pengujian dari jarak 3 m yang dilakukan di pintu masuk kendaraan beroda 4 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil deteksi dari jarak 3 m

No	Pengujian dari jarak 3m			Pengujian dari jarak 5m			Pengujian dari jarak 10 m		
	Masuk	Terdeteksi	Akurasi (%)	Masuk	Terdeteksi	Akurasi (%)	Masuk	Terdeteksi	Akurasi (%)
1	6	4	67 %	5	3	60 %	9	7	78 %

Dari hasil proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan dari jarak 3 meter didapatkan hasil sistem mampu membaca sejumlah 4 mobil dari 6 mobil, atau dengan akurasi sebesar 67%. Dari hasil proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan dari jarak 5 meter didapatkan hasil sistem mampu membaca sejumlah 3 mobil dari 5 mobil, atau dengan akurasi sebesar 60%. Dari hasil proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan dari jarak 10 meter didapatkan hasil sistem mampu membaca sejumlah 3 mobil dari 5 mobil, atau dengan akurasi sebesar 78%. Pada Pengujian ini dengan kualitas video HD (1280x720) piksel, pengujian terbaik ketika kamera berada 10 meter dari pintu masuk tanpa menggunakan *zoom* atau perbesaran.

Ketika Pengujian dilakukan dengan menggunakan setting kualitas video *Full HD* (1920 x 1280), dengan kecepatan 24 fps, menghasilkan hasil pengujian seperti pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil deteksi dengan setting *Full HD*

No	Pengujian dari jarak 3 m			Pengujian dari jarak 5 m		
	Masuk	Terdeteksi	Akurasi (%)	Masuk	Terdeteksi	Akurasi (%)
1	6	5	85 %	4	3	75 %

Dari hasil proses deteksi lokasi dari jarak 3 meter didapatkan hasil sistem mampu membaca sejumlah 5 mobil dari 6 mobil, atau dengan akurasi sebesar 85%. Sedangkan proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan dari jarak 5 meter didapatkan hasil sistem mampu membaca sejumlah 3 mobil dari 4 mobil, atau dengan akurasi sebesar 75%. Pada Pengujian ini dengan kualitas video *Full HD* (1920x1280) piksel, pengujian terbaik ketika kamera berada pada jarak 3 meter dari pintu masuk tanpa menggunakan *zoom* atau perbesaran.

3.3. Pengujian Berdasarkan Ukuran

Pengujian ini untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil yang didapatkan dari data yang diambil dengan ukuran yang berbeda dari jarak yang sama. Pengambilan pertama dengan pengaturan kualitas video HD atau 1280 x 720 piksel, dengan kecepatan 30 *fps*. Pengambilan kedua dengan pengaturan kualitas video *Full HD* (1920 x 1280), dengan kecepatan 24 *fps*. Hasil pengujian dari jarak 3 m dengan 2 macam ukuran pengambilan data citra ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil deteksi dari jarak 3 m dengan kualitas video HD dan Full HD

No	HD 1280 x720, 30 fps			Full HD 1920 x 1280, 24 fps		
	Masuk	Terdeteksi	%	Masuk	Terdeteksi	%
1	6	4	67 %	6	5	85 %

Dari hasil proses deteksi lokasi plat nomor kendaraan dari jarak 3 meter dengan kualitas video HD atau 1280 x 720 piksel dengan kecepatan 30fps sistem mampu membaca 4 mobil dari 6 mobil yang masuk pintu parkir atau dengan akurasi 60%. Sedangkan dengan kualitas video Full HD atau 1920 x 1080 piksel dengan kecepatan 24fps sistem mampu membaca lokasi plat sejumlah 5 mobil dari 6 mobil, atau dengan akurasi sebesar 85%. Hasil pengujian dari jarak 5 m ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil deteksi dari jarak 5 m dengan ukuran HD dan Full HD

No	HD 1024 x720, 30 fps			Full HD 1920 x 1080, 24 fps		
	Masuk	Terdeteksi	%	Masuk	Terdeteksi	%
1	5	3	60 %	4	3	75 %

Dari Hasil Pengujian diatas baik dari jarak 3 m dan 5 m, pengambilan data dengan konfigurasi kualitas video Full HD (1920 x 1280) piksel, dengan kecepatan 24 fps menghasilkan hasil yang lebih baik dari pada pengambilan data dengan konfigurasi kualitas video HD (1280 x 720) piksel.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada pengujian lokalisasi plat nomor sepeda motor dan mobil menghasilkan akurasi yang sama sebesar 78%. Sehingga tidak ada perbedaan akurasi ketika menguji lokasi plat nomor kendaraan dari jenis kendaraan yang berbeda.
2. Pengujian dengan kualitas video HD (1280x720) piksel, pengujian dengan jarak 10m menghasilkan hasil deteksi terbaik sebesar 78%. Sedangkan pengujian dengan kualitas video Full HD (1920 x 1280) piksel, menghasilkan hasil pengujian dari jarak 3 m menghasilkan hasil terbaik dengan akurasi sebesar 85%.
3. Pengujian dengan kualitas video Full HD (1920 x 1280) piksel dibandingkan dengan kualitas video HD (1280x720) piksel menghasilkan hasil akurasi yang lebih baik ketika data disimpan dengan kualitas video Full HD (1920 x 1280) piksel.
4. Faktor jarak kamera, dan kualitas pengambilan video mempengaruhi akurasi deteksi lokasi plat nomor kendaraan.

4.2 Saran

1. Jumlah data pengujian yang lebih banyak diharapkan mampu untuk meningkatkan akurasi dan konfigurasi sehingga menghasilkan kemampuan sistem dalam mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan.

2. Kualitas kamera dan resolusi kamera yang lebih baik diharapkan mampu meningkatkan kemampuan sistem dalam mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan.
3. Pengujian dengan pencahayaan yang berbeda dan dari sudut yang berbeda sebaiknya dilakukan untuk meningkatkan akurasi sistem dalam mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan.

REFERENSI

- [1] Amir Ebrahimi Ghahnavieh, A. A.-S. (2014). Enhancing the License Plates Character Recognition Methods by Means of SVM. *Iranian Conference on Electrical Engineering*. Teheran.
- [2] Avianto, D. (2015). *Ekstraksi dan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Bermotor Di Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- [3] Barhumi, Ayman, R., & Imad. (2013). *License Plate Detection and Recognition in Complex Scenes Using Mathematical Morphology and Support Vector Machines*. Al Ain, United Arab Emirates: UAE University.
- [4] Bhatti, M. S., Saeed, F., Ajmal, M., Tayyab, M., Naeem, Q., & Safdar, A. (2014). *Survey of Computer Vision Techniques for License Plate Detection*. lahore: COMSATS Institute of information and technology.
- [5] Efford, N. (2000). *Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction using Java*. Essex: Pearson Education Limited.
- [6] Guang, Y. (2011). License Plate Character Recognition Based on Wavelet Kernel LS-SVM . *Computer Research and Development*. Shanghai .
- [7] Iswanto, N., Usman, K., & Novamizanti, L. (2013). *Desain dan Implmentasi Color Code untuk Verifikasi Nomor Kendaraan Bermotor pada Sistem Parkir*. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- [8] Lahmura, H. F. (2013). *Perbandingan dalam Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Image Centroid And Zone dengan Klasifikasi K-Nearest Neighbour dan Probabilistic Neural Network*. Bogor: Intitut Pertanian Bogor.
- [9] Putra, D. (2009). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [10] Sajjad, K. (2012). *Automatic License Plate Recognition using Python and OpenCV*. Kerala, India: M.E.S. College of Engineering.
- [11] Trisnadik, N., Hidayatno, A., & Isnanto, R. R. (2013). Pendeteksian Posisi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Morfologi Matematika. *TRANSIENT*, 2(1), 55-62.
- [12] Ying Wen, Y. L. (2011). An Algorithm for License Plate Recognition Applied to Intelligent Transportation System. *Intelligent Transportation Systems, Volume: 12(3)*, 830 - 845.