

Rancang Bangun Sistem Kendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Pengolahan Citra Digital Pelat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode *Optical Character Recognition* (OCR)

Syah Alam¹, Firman Fauzi², Gunawan Tjahjadi³, Ridzki Saputro Sya'ban⁴

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti, DKI Jakarta, Indonesia

^{2,3}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia, DKI Jakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Sep 9, 2019

Revised May 20, 2020

Accepted Jun 11, 2020

Keywords:

automatic gate
digital image processing
optical character recognition
microcontroller
vehicle number plate

ABSTRACT

The gate is the main access to enter and exit the vehicle. In general, the gate is opened and closed manually by humans so it takes time and effort. This study proposes the design of an automatic gate control system based on digital image processing of vehicle number plates using the Optical Character Recognition (OCR) method to be able to recognize vehicle number plates. The vehicle number plate image will be recorded by a USB camera and processed using MATLAB to recognize each character on the vehicle number plate. Then the results of processing the vehicle number plate image are compared with the number plate database that has been inputted into the system. If the number plate is registered in the database, MATLAB will forward the command to Arduino Uno to drive the servo motor to open the gate. From the test results, it takes 7 seconds to process the vehicle number plate image processing until the gate is open. The percentage of successful reading of vehicle number plate characters by the MATLAB system is 100% of the 6 number plates tested with an accuracy of 100%. This research can be recommended as an automatic gate control system for security in buildings and homes.

Copyright © 2022 Universitas Indraprasta PGRI.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Syah Alam,
Jurusan Teknik Elektro,
Universitas Trisakti,
Jl. Kyai Tapa No.1, Grogol, Jakarta Barat, DKI Jakarta
Email: syah.alam@trisakti.ac.id

1. PENDAHULUAN

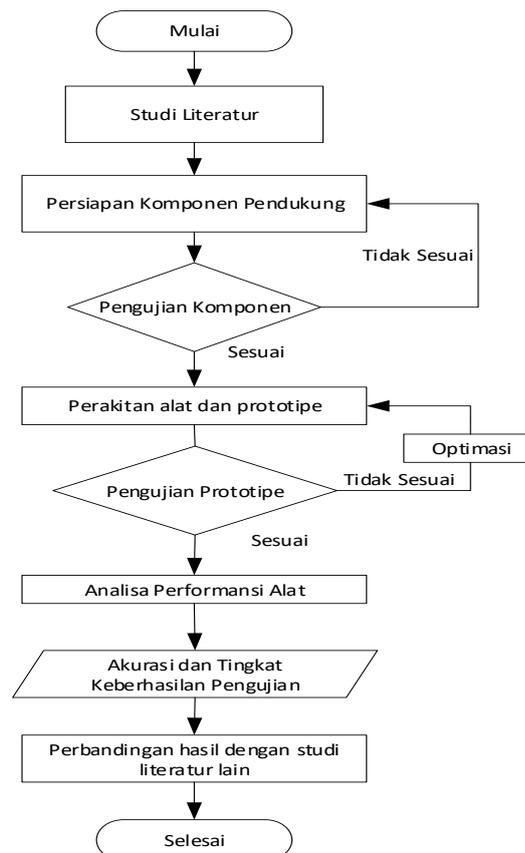
Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangat membantu manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Dengan memanfaatkan IPTEK, banyak hal yang dapat dilakukan tanpa harus mengeluarkan banyak tenaga dan waktu. Pintu pagar merupakan sebuah akses untuk masuk atau keluar dari rumah atau gedung. Pintu pagar berguna untuk mengendalikan akses lalu lintas kendaraan yang masuk dan keluar berdasarkan kriteria yang ditentukan. Umumnya, pintu pagar dikontrol secara manual untuk memverifikasi siapa saja yang ingin masuk dan dioperasikan oleh operator. Berkat kemajuan teknologi, hal-hal tersebut dapat dilakukan secara otomatis tanpa harus ada penjaga untuk verifikasi siapa saja yang ingin masuk dan pintu pagar dapat terbuka dan tertutup secara otomatis juga. Pekerjaan yang pada awalnya harus dilakukan secara manual, saat ini dapat bekerja sendiri atau dikendalikan secara otomatis dengan menggunakan bantuan sistem mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) [1]–[3]. Salah satu penerapan sistem mikrokontroler adalah untuk beberapa penerapan antara lain sistem pintu pagar otomatis [4][5], sistem palang pintu kereta otomatis [6] dan sistem keamanan rumah tangga otomatis [7], [8]. Beberapa pendekatan metode diusulkan untuk mengontrol sistem kendali pintu pagar otomatis antara lain menggunakan sensor deteksi halangan [9], sensor deteksi suara [10] dan pendekatan deteksi citra digital [11].

Pada penelitian sebelumnya [12] telah membuat sistem otomatisasi gerbang dengan yang dikendalikan secara wireless menggunakan remote kontrol RF315. Namun, penelitian yang diusulkan belum dapat memverifikasi pelat nomor kendaraan sehingga masih bersifat manual berdasarkan pengamatan dari operator. Selanjutnya dalam juga mengusulkan model sistem identifikasi pelat nomor kendaraan menggunakan sensor kamera dan mikrokontroler berbasis Arduino Uno menggunakan metode *Canny* [12]. Namun, model yang diusulkan hanya dapat digunakan dengan jarak maksimal 10 cm dengan sistem kendali menggunakan RFID sehingga diperlukan proses *tagging* dari pengemudi kendaraan pada saat memasuki pintu gerbang. Untuk itu diperlukan sistem yang lebih baik dari sisi jarak dan otomatisasi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

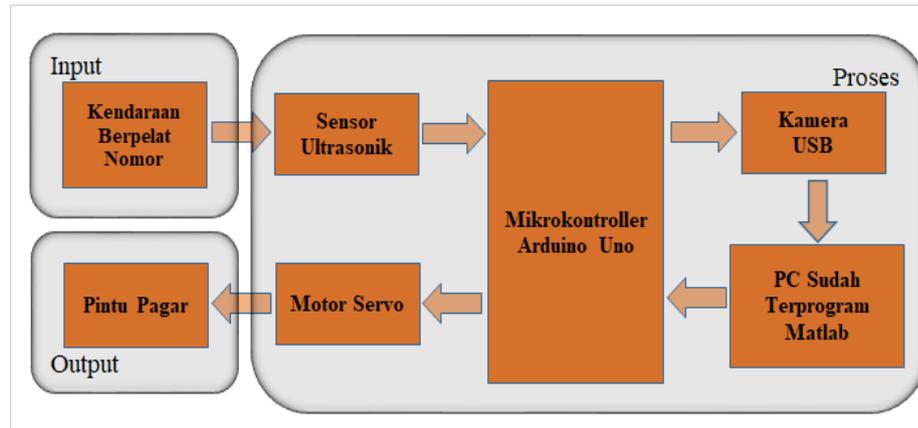
Penelitian ini mengusulkan rancang bangun sistem kendali pintu pagar otomatis yang berbasis pengolahan citra digital dengan mendeteksi pelat nomor kendaraan dengan jarak maksimal 20 cm. Citra digital direkam menggunakan kamera yang dilengkapi dengan lampu pencahayaan untuk meningkatkan resolusi dan fokus dari hasil rekamat pelat, selanjutnya untuk sistem otomatis gerbang dikendalikan menggunakan mikrokontroler arduino uno yang dikoneksikan dengan sensor *limit switch*, sensor ultrasonik dan motor servo. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan dari kendaraan sedangkan sensor *limit switch* digunakan sebagai pengendali sistem buka tutup dari gerbang. Hasil perekaman citra diolah dan diproses menggunakan MATLAB dan diverifikasi dengan database yang telah diinputkan dalam sistem menggunakan metode *Optical Character Recognition* (OCR). Gerbang akan terbuka secara otomatis jika pelat nomor telah sesuai dengan data yang terinput di database pada sistem. Penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai salah satu opsi untuk sistem keamanan gedung dan rumah khususnya untuk pengendali pintu gerbang.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan beberapa perangkat elektronika yaitu mikrokontroler Arduino Uno, sensor *limit switch*, sensor ultrasonik, kamera dan lampu pencahayaan. Selanjutnya metode penelitian dan Blok diagram dari sistem yang diusulkan ditampilkan pada gambar 1 dan gambar 2.



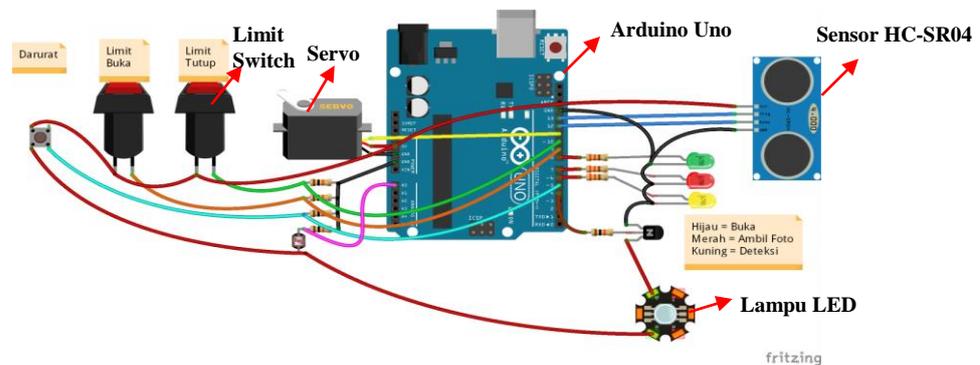
Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian



Gambar 1. Blok diagram sistem gerbang otomatis.

Gambar 1 menunjukkan diagram alir tahapan penelitian sedangkan gambar 2 menunjukkan blok diagram dari prototipe sistem kendali otomatis pintu pagar yang diusulkan. Tahapan awal adalah sensor ultrasonik mendeteksi adanya kendaraan yang mendekati pagar dengan jarak yang sudah ditentukan dan memberi perintah kepada Arduino Uno untuk mengaktifkan kamera pada pintu pagar untuk mengambil citra dari pelat nomor kendaraan tersebut. Setelah citra pelat nomor kendaraan sudah diambil, maka citra tersebut diteruskan ke PC yang sudah terprogram MATLAB untuk di olah. Pengolahan citra ini dilakukan untuk memverifikasi pelat nomor kendaraan yang ingin masuk atau keluar. Untuk mendapatkan akurasi yang baik digunakan model OCR (*Optical Character Recognition*). Selanjutnya, jika pelat nomor kendaraan dikenali, maka aplikasi MATLAB akan memberikan perintah kepada Arduino Uno untuk menyalakan motor servo agar pagar terbuka. Jika pelat nomor kendaraan tidak dikenali, maka akan muncul notifikasi bahwa pelat nomor tersebut tidak dikenali sehingga pagar tidak akan terbuka.

Untuk dapat mengendalikan pintu gerbang secara otomatis, dilakukan proses pengawatan dari rangkaian pengendali. Rangkaian ini menunjukkan hubungan dari masing-masing komponen dalam modul yang diusulkan. Selain itu, pada modul yang diusulkan juga ditambahkan tombol darurat yang berfungsi sebagai tombol reset jika terjadi permasalahan atau kegagalan sistem. Rangkaian pengendali beserta sistem pengawatan dari modul yang diusulkan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem pengawatan modul pengendali gerbang otomatis.

Gambar 2 menunjukkan sistem pengawatan modul pengendali gerbang otomatis yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler arduino uno. Sensor HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi keberadaan dari kendaraan yang akan masuk ke pintu gerbang sedangkan *limit swicth* (*limit* buka dan *limit* tutup) digunakan sebagai sakelar yang nantinya akan membuka gerbang otomatis yang dikendali dengan motor servo yang ditunjukkan dengan tiga jenis lampu indikator yaitu lampu merah yaitu perekaman citra yang dilakukan oleh kamera yang dilengkapi dengan lampu LED sebagai pencahayaan tambahan, lampu kuning yaitu proses deteksi dan verifikasi kendaraan menggunakan MATLAB dan metode OCR sedangkan lampu hijau menunjukkan proses pembukaan pintu gerbang secara otomatis.

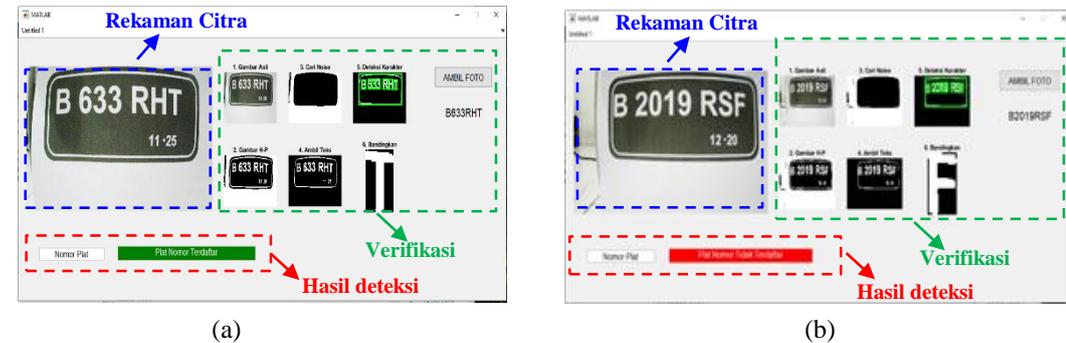
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian dan pengamatan antara lain hasil perekaman citra, akurasi dari perekaman citra dan jarak maksimal dari proses perekaman citra menggunakan kamera dari modul yang diusulkan. Hasil pengujian dan pengamatan dari modul yang diusulkan dipaparkan dalam bagian selanjutnya.

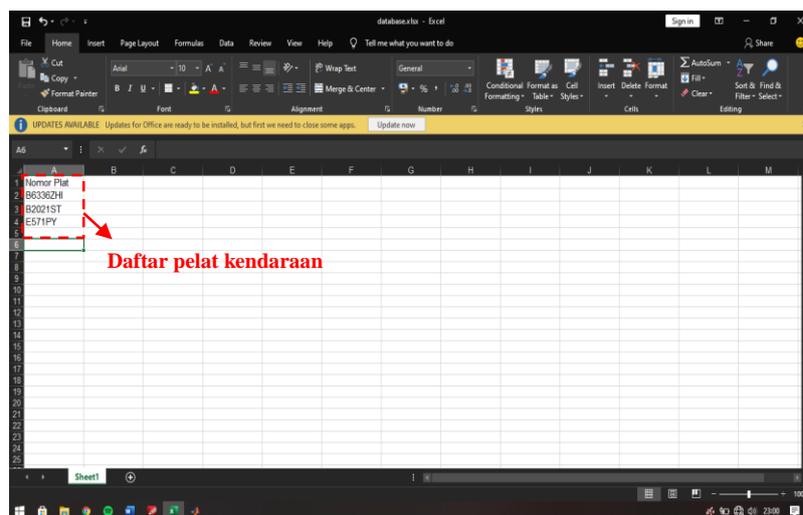
3.1 Pengujian perekaman pelat kendaraan berbasis citra

Pada pengujian ini dilakukan percobaan pembacaan pelat nomor oleh aplikasi MATLAB. Pengujian ini bertujuan agar sistem dapat mengenali pelat nomor yang sudah terdaftar dalam *database* dan yang belum terdaftar. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui jarak ideal kamera untuk mengambil gambar pelat nomor dan untuk mengetahui persentase keberhasilan pembacaan karakter pelat nomor kendaraan oleh sistem. Selanjutnya, pelat yang di deteksi akan diverifikasi dengan yang telah di daftarkan dalam *database*.

Database ini bertujuan untuk menyimpan daftar pelat nomor kendaraan yang diizinkan untuk melewati pintu pagar. Bagi kendaraan yang pelat nomornya ada dalam daftar *database*, ketika selesai proses pengolahan citra pelat nomor oleh sistem, maka muncul pemberitahuan “Gerbang dibuka”, kemudian pintu pagar akan terbuka. Jika pelat nomor kendaraan tidak ada dalam daftar *database*, maka akan muncul pemberitahuan “Pelat Nomor Tidak Terdaftar” dan pagar tidak akan terbuka. *Database* pelat nomor ini dibuat dalam format Microsoft Excel. Gambar 3 menunjukkan tampilan untuk pelat nomor yang sudah ada dalam *database* dan belum sedangkan gambar 4 menunjukkan tampilan *database* pelat nomor.



Gambar 3. Hasil perekaman dan verifikasi citra dari pelat kendaraan; (a) terdaftar, (b) tidak terdaftar



Gambar 4. Tampilan *database* pelat nomor kendaraan dalam Microsoft Excel

Database pelat kendaraan yang ditunjukkan gambar 4 disimpan dalam satu folder aplikasi MATLAB. Selanjutnya, jika ingin menambah daftar pelat nomor kendaraan, maka hanya bisa di tulis dalam kolom A1. Perintah MATLAB untuk membaca pelat nomor dalam *database* ini yaitu `database = readcell('database.xlsx', 'Range', 'A1');`

3.2 Pengujian jarak deteksi perekaman citra

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak ideal pengambilan gambar pelat nomor oleh kamera yang dapat diukur oleh sensor HC-SR04. Jarak antara kamera dan pelat nomor dapat mempengaruhi hasil foto untuk pengolahan citra pelat nomor. Dari hasil pengujian tersebut, dapat ditentukan jarak ideal kamera untuk mengambil gambar dari pelat nomor. Pengujian ini dilakukan dengan satu kali pengambilan gambar pada percobaan pertama dengan jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm dan 40 cm dan ukuran pelat nomor dalam pengujian ini adalah dengan panjang 9.1 cm dan lebar 20 cm. Pelat nomor yang di ujikan dalam pengujian ini juga dengan pelat nomor yang sudah terdaftar dalam database yaitu dengan nomor B 633 RHT. Hasil pengujian pengambilan gambar pelat nomor ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jarak Pengambilan Gambar

Jarak	Hasil Foto	Pengolahan Citra	Hasil
10 cm			Salah
20 cm			Benar
30 cm			Salah
40 cm			Salah

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa pada jarak 20 cm adalah jarak ideal pengambilan gambar pelat nomor yang menghasilkan foto yang dapat di olah oleh MATLAB untuk membuka pagar otomatis. Selain itu, karakter pada pelat nomor terlihat jelas dan hasil pengolahan citra pelat nomor pada jarak ini juga sesuai dengan yang terdaftar di database.

3.3 Pengujian akurasi dan keberhasilan deteksi citra pelat kendaraan bermotor

Guna mengetahui persentase keberhasilan pembacaan karakter pelat nomor kendaraan oleh sistem, dilakukan pengujian dengan percobaan pembacaan beberapa pelat nomor kendaraan yang telah terdaftar di database. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan jarak ideal yang sudah didapat pada pengujian sebelumnya yaitu 20 cm. Pengujian ini juga dilakukan dengan pengambilan gambar pelat nomor kendaraan pada percobaan pertama dengan jumlah sampel 6 buah pelat kendaraan bermotor. Hasil deteksi dari pelat kendaran ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Pembacaan Karakter Pelat Nomor

Karakter Pelat Nomor Sebenarnya	Hasil Foto	Hasil Pembacaan	Hasil Akhir
B 492 PDH			Benar
B 1496 SL			Benar
B 396 RSS			Benar
B 633 RHT			Benar
B 2019 RSF			Benar
B 2021 ST			Benar

Pengujian ini dilakukan dengan 6 buah pelat nomor kendaraan yang telah terdaftar di dalam database. Hasil pengujian pada tabel 2 menunjukkan bahwa 6 buah pelat nomor kendaraan telah berhasil diuji dan diverifikasi sesuai dengan database yang telah diinputkan di MATLAB. Dari hasil pengujian tersebut, didapatkan nilai persentase keberhasilan pembacaan karakter pelat nomor kendaraan oleh sistem. Untuk menghitung persentase ini dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

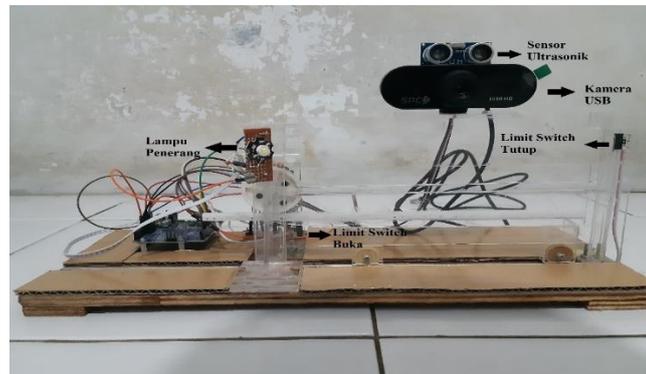
$$\text{Tingkat keberhasilan (\%)} = \frac{\text{jumlah pelat yang terbaca benar}}{\text{jumlah pelat yang di uji}} \times 100 \quad (1)$$

Dengan menggunakan persamaan (1) didapatkan bahwa tingkat keberhasilan dari modul yang diusulkan adalah 100 % dimana keseluruhan dari 6 sampel plat kendaraan berhasil di deteksi dan diverifikasi sesuai dengan database yang telah diinputkan di MATLAB.

3.4 Pengujian sistem pengendali pagar otomatis

Dalam pengujian ini dilakukan percobaan dari keseluruhan sistem yang sudah dibuat yaitu dari pembacaan pelat nomor kendaraan sampai pintu pagar terbuka. Selanjutnya, dalam percobaan ini dilakukan juga percobaan

pada kondisi kurang cahaya (malam atau mendung) dan pengujian tombol darurat. Desain keseluruhan dari prototipe modul sistem kendali pintu gerbang otomatis berbasis pengolahan citra ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan prototipe modul sistem kendali pintu gerbang otomatis berbasis pengolahan citra

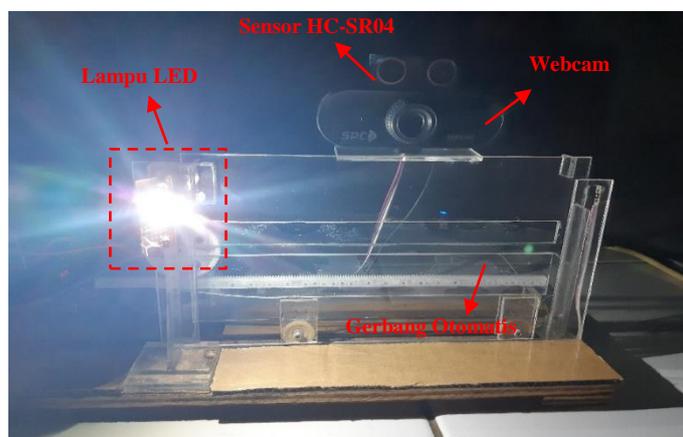
Pada percobaan ini dilakukan pembacaan pelat nomor kendaraan untuk membuka pagar. Dari pengujian sebelumnya, sudah diperoleh jarak ideal untuk pengambilan gambar pelat nomor kendaraan yaitu 20 cm. Dalam rentang jarak 21 cm sampai dengan 30 cm, LED warna kuning akan hidup yang menandakan kendaraan bersiap untuk berhenti. Ketika kendaraan sampai pada jarak 20 cm, LED kuning akan mati dan LED merah akan hidup yang berarti kendaraan harus berhenti untuk pengambilan gambar pelat nomor. Gambar pelat nomor akan diambil oleh kamera dan di teruskan ke sistem untuk dilakukan pengolahan citra pelat nomor tersebut. Selanjutnya, ketika proses pengolahan citra pelat nomor selesai dan pelat nomor sudah terdaftar dalam database, LED warna hijau akan hidup dan pagar akan terbuka. Jika pelat nomor tidak terdaftar dalam *database*, maka LED warna merah akan hidup kembali yang berarti kendaraan tidak diizinkan untuk masuk.



Gambar 5. Tampilan prototipe modul sistem kendali pintu gerbang otomatis berbasis pengolahan citra

Ketika gambar pelat nomor kendaraan berhasil diambil, kemudian gambar diproses oleh sistem MATLAB untuk diolah. Gambar 5 menunjukkan bahwa proses pengolahan citra pelat nomor kendaraan terdapat 6 tahap. Pada tahap pertama ditunjukkan hasil gambar asli yang di ambil oleh kamera. Pada tahap kedua, gambar di ubah hanya menjadi warna hitam dan putih. Tahap ketiga, *noise* atau titik-titik kecil pada gambar di hilangkan. Tahap keempat, sistem akan mengambil karakter pada gambar. Tahap kelima, sistem akan mendeteksi karakter pada gambar. Tahap keenam, karakter gambar pelat nomor akan dibandingkan dengan gambar asli pelat nomor. Hasil dari pembacaan pelat nomor oleh sistem akan dimunculkan pada sebelah kanan tampilan sistem (dibawah tombol 'AMBIL FOTO'). Jika hasil pembacaan benar dan pelat nomor kendaraan sudah terdaftar di dalam database, maka akan muncul notifikasi 'Plat Nomor Terdaftar' berwarna hijau dan pintu pagar akan terbuka. Jika pembacaan salah atau pelat nomor tidak terdaftar di dalam database, maka notifikasi yang muncul adalah 'Plat Nomor Tidak Terdaftar' berwarna merah dan pintu pagar tidak akan terbuka. Dari hasil pengujian, didapatkan waktu proses deteksi dari citra pelat kendaraan yang direkam yaitu 7 detik sampai dengan pintu pagar terbuka.

Selanjutnya, untuk mencegah kegagalan deteksi pada kondisi malam hari dan kondisi intensitas cahaya kurang maka diusulkan penambahan lampu LED yang berfungsi memberikan pencerahan tambahan untuk meningkatkan kualitas dari citra yang direkam menggunakan kamera. Hasil pengujian dari lampu LED ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengujian lampu LED pada modul yang dirancang

4. PENUTUP

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang dan direalisasikan sistem kendali gerbang otomatis berbasis citra menggunakan metode OCR (*Optical Character Recognition*). Prototipe sistem kendali terdiri dari mikrokontroler arduino uno sebagai modul pengendali yang dikoneksikan dengan sensor *limit switch* sebagai sakelar otomatis, sensor HC-SR04 sebagai deteksi keberadaan kendaraan yang akan masuk ke gerbang dan motor servo sebagai penggerak untuk membuka dan menutup palang pintu gerbang masuk. Guna meningkatkan kualitas pencahayaan ditambahkan lampu LED yang ditempatkan di bagian depan pintu gerbang sedangkan citra dari pelat kendaraan direkam menggunakan *webcam*. Hasil perekaman citra digital diolah menggunakan perangkat MATLAB dengan metode OCR yang terdiri dari 6 tahap verifikasi. Dari hasil pengujian dilapangan didapatkan tingkat keberhasilan dari modul yang diusulkan adalah 100% dari 6 sampel citra pelat yang diuji dengan dimensi panjang 9.1 cm dan lebar 20 cm sedangkan jarak optimal deteksi didapatkan 20 cm. Selain itu, waktu deteksi yang diperoleh adalah 7 detik sampai dengan gerbang terbuka dengan akurasi deteksi 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa prototipe yang diusulkan telah berhasil mendeteksi citra dari pelat kendaraan sesuai dengan database yang tersimpan di sistem. Penelitian ini dapat direkomendasikan menjadi solusi untuk sistem gerbang otomatis pada rumah tinggal ataupun perumahan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini di dukung sepenuhnya oleh Lembaga Penelitian Universitas Trisakti yang bekerja sama dengan Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. Gunawan, I. R. H. Yaldi, M. Kartiwi, and H. Mansor, "Performance evaluation of smart home system using internet of things," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 400–411, 2018, doi: 10.11591/ijece.v8i1.pp400-411.
- [2] H. Rajab and T. Cinkler, "IoT based Smart Cities," *2018 Int. Symp. Networks, Comput. Commun. ISNCC 2018*, no. November, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/ISNCC.2018.8530997.
- [3] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei, J. Hunt, and B. Zakeri, "Internet of things (IoT) and the energy sector," *Energies*, vol. 13, no. 2, pp. 1–27, 2020, doi: 10.3390/en13020494.
- [4] I. R. Muttaqin and D. B. Santoso, "Prototipe Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonic Hc-SR04," *Je-Unisla*, vol. 6, no. 2, pp. 41–45, 2021.
- [5] I. Yusti, "Pengontrolan Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Android," *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind.*, vol. 21, no. 1, p. 97, 2021, doi: 10.36275/stsp.v21i1.365.
- [6] S. Pratama, A. Taqwa, and I. Salamah, "Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, p. 173, 2019, doi: 10.30645/j-sakti.v3i2.137.

- [7] J. Wardoyo, N. Hudallah, and A. B. Utomo, "Smart Home Security System Berbasis Mikrokontroler," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 367–374, 2019, doi: 10.24176/simet.v10i1.2684.
- [8] P. Agung, A. Z. Ifikhor, D. Damayanti, and M. Bakri, "Sistem Rumah Cerdas Berbasis Internet of Things Dengan Mikrokontroler Nodemcu Dan Aplikasi Telegram," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i1.47.
- [9] L. Tambunan and M. I. A. Tanjung, "Jaringan Sistem Informasi Robotik (Jsr) Android Application," *Jar. Sist. Inf. Robot.*, vol. 3, no. 2, p. 2, 2019, [Online]. Available: <http://www.ojsamik.amikmitragama.ac.id/index.php/js/article/view/64/67>.
- [10] A. Dwi Putra and A. Prayogo, "Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara," *Jtst*, vol. 02, no. 02, pp. 46–59, 2021.
- [11] S. Subiyanto, D. Priliyana, M. E. Riyadani, N. Iksan, and H. Wibawanto, "Face recognition system with PCA-GA algorithm for smart home door security using Rasberry Pi," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 210–216, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13590.
- [12] D. Wibowo, T. Al Fit, R. Baihaqi, W. H. Sugiharto, and M. I. Ghozali, "Sistem Parkir Mobil Cerdas Menggunakan Citra Digital Dan Microcontroller Atmega328," *J. Dialekt. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–17, 2020, doi: 10.24176/detika.v1i1.5513.