

RANCANG BANGUN PROTOTYPE KENDALI PINTU GERBANG PARKIR BERBASIS PELAT NOMOR POLISI DAN BARCODE MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

(*PROTOYPE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PARKING GATEWAY CONTROL BASED
ON LISENCE PLATE AND BARCODE USING DIGITAL IMAGE PROCESSING*)

¹ Jhordy Reswandi, ² Ir.Porman Pangaribuan, MT,³ Ratri Dwi Atmaja, ST., MT.,

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia
¹ jho12dy@gmail.com, ² por_pangrib@yahoo.co.id, ³@gmail.co.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi sistem otomatis pada saat ini telah berkembang secara cepat diberbagai bidang kehidupan sebagai pendukung kinerja manusia. Salah satunya dalam bidang sistem keamanan, bagi pengguna kendaraan pribadi yang membutuhkan tempat parkir yang memiliki tingkat kemananan dan kenyamanan yang tinggi. Dalam sistem parkir, umumnya sistem pencatatan pelat nomer kendaraan sebagai identifikasi pemilik dilakukan secara manual oleh manusia atau menggunakan mesin tiket. Dibutuhkan waktu yang lama untuk proses pencatatan pelat nomer yang dilakukan sehingga mengakibatkan antrean kendaraan, dan sistem tiket juga tidak menjamin keamanan kendaraan dari pencurian. Oleh karena itu, timbul kebutuhan akan adanya aplikasi sistem otomatis pegenalan pelat nomer kendaraan yang memudahkan pengontrolan sistem keamanan parkir.

Oleh karena itu perancangan prototype dan implementasi sistem keamanan pintu gerbang parkir khusus berbasis *image processing* digital pelat kendaraan dan *barcode* sangat dibutuhkan. Proses buka tutup pintu gerbang ini akan menggunakan webcam sebagai sensor yang diletakkan di depan gerbang, untuk pengambilan gambar pelat nomor kendaraan dan *barcode*. Citra yang didapat akan diproses untuk mendapatkan karakter pelat nomer kendaraan dan dibandingkan dengan *database* yang telah dimasukan sebelumnya. Menghindari pemalsuan pelat nomer hasil identifikasi akan digabungkan dengan *barcode* dibaca oleh *barcode reader* untuk mendapatkan pencirian tambahan pada kendaraan. Jika data yang diolah sesuai dengan data referensi, data akan dikirim ke mikrokontroler Arduino Uno untuk menggerakkan dan mengendalikan motor servo sebagai aktuator pintu gerbang.

Pada penelitian ini pengambilan data sensor dan proses pengolahan citra digital yaitu 55 % dalam melakukan detection, sedangkan pada proses segmentation dan template matching data untuk angka tingkat peformansi dan akurasi sebanyak 25 %, dan pada proses barcode reader ketika proses segmentasi berhasil peformansi didapat 100 %. Pengontrolan posisi motor servo sebagai aktuator pintu gerbang berhasil dilakukan dari 0⁰ ke 90⁰ kembali ke posisi awal. Proses pengiriman data dengan menggunakan UART TTL antara Arduino Uno dan PC membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan sistem yang bekerja secara continuous dan loop dengan akurasi peformansi pengiriman data sebesar 80 % . Delay total sistem kendali ini 33 - 35 detik dengan mengabaikan error yang terjadi pada proses pengolahan citra.

Kata Kunci : *image processing, detection, segmentation, template matching data, barcode, continous , mikrokontroler Arduino Uno, Motor servo.*

ABSTRACT

The development of automated systems technology today has grown rapidly in many areas of life as a supporter of human performance. One of them in the field of security systems, for users who need a private vehicle parking lot that has a level of safety and high comfort. In the parking system, generally recording system as the vehicle identification number plate holder is done manually by humans or use the ticket machine. It takes a long time for the process of recording the number plate is done so that the resulting line of vehicles, and ticket system also does not ensure the safety of the vehicle from theft. Hence, arises the need for application of automated systems pegenalan vehicle number plates which permits control of the security system of parking.

Therefore, the design of the prototype and implementation of security systems based specialty parking gate digital image processing and barcode vehicle license plate is needed. The process of opening and closing of the gate will use a webcam as a sensor that is placed in front of the gate, to capture images of vehicle license plates and barcodes. The captured image is processed to obtain a vehicle number plate

characters and compared with a database that has been entered previously. Prevent counterfeiting plate number identification results will be combined with a barcode is read by a barcode reader to obtain additional characterization of the vehicle. If the data is processed in accordance with the reference data, the data will be sent to the Arduino Uno microcontroller to drive and control the servo motors as actuators gate.

In this study, data collection sensors and digital image processing is 55% in performing detection, while in the process of segmentation and template matching the data to figure peformansi and accuracy level of 25%, and at the barcode reader when the segmentation process successfully performance obtained 100%. Controlling the position of the servo motors as actuators gate successfully conducted from 0^0 to 90^0 back to the starting position. The process of sending data using the UART TTL between Arduino Uno and PC requires quite a long time due to a system that works in continuous and loops with accuracy data transmission performance is 80%. Total delay control system is 33-35 seconds to ignore errors that occur in the process of image processing.

Keyword : image processing, detection, segmentation, template matching data, barcode, continous , mikrokontroler Arduino Uno, Motor servo.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi merupakan suatu sarana yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Saat ini, kebutuhan akan teknologi otomatis atau sistem pintar mengalami peningkatan sangat pesat, sehingga menjadikan kebutuhan manusia bisa dibantu dengan teknologi yang hampir merata disemua sektor kehidupan. Salah satunya kebutuhan teknologi dalam bidang transportasi yaitu keamanan dan kenyamanan sistem parkir kendaraan khusus. Sistem parkir yang dimaksud adalah bagi pengguna kendaraan yang ditempatkan pada tempat tertentu, contohnya sistem parkir di perkantoran atau instansi tertentu.

AIDC mengacu pada metode identifikasi objek, untuk mendapatkan informasi dan memasukkan data itu atau memberi makan langsung ke sistem komputer tanpa keterlibatan manusia. Identifikasi yang akan digunakan adalah *data capture* OCR (*Optical Character Recognition*) dan *barcode* yang telah diberikan kepada pengguna fasilitas parkir. Pengolahan citra digital akan dilakukan berbasis bahasa pemrograman C, pada *Software Matlab R2013a* dan jenis *barcode* yang dirancang berukuran 10 x 2,5 cm dengan 32 kode segmentasi.

Pada penelitian ini, kemampuan sistem ANPR dan *barcode reader* akan diimplementasikan pada *prototype* pintu gerbang parkir yang dikontrol dengan mikrokontroler dan PC sebagai pengolah citra digitalnya. Penggunaan sensor *webcam* untuk identifikasi pencirian ANPR dan *barcode* dan sensor *ultrasonic* sebagai pengatur jarak antara pengambilan citra dengan posisi mobil pada gerbang, ini ditujukan untuk tingkat keamanan dengan algoritma yang kompleks, sehingga tidak akan terjadi pemalsuan plat kendaraan ataupun sebaliknya untuk mengurangi tingkat kriminalitas yang terjadi. Analisis performansi yang akan dilakukan pada sensor yaitu waktu dibutuhkan sensor mengidentifikasi plat kendaraan dan *barcode*, proses pengenalan dua pencirian, dan proses pengiriman perintah mikrokontroler untuk menggerakkan pintu gerbang.

1.2 Tujuan

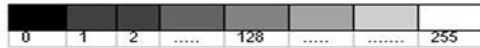
Tujuan dari penulisan dari tugas akhir ini adalah merancang dan mengimplementasikan *prototype* pintu gerbang parkir otomatis dengan sistem keamanan yang tinggi, dengan membangun interface sistem pengolahan citra digital pada PC dengan mikrokontroler Arduino Uno. Melakukan analisis peformansi ANPR dan *barcode reader* dengan sensor *webcam* pada prosesnya. Serta melakukan analisis keakuratan sistem melakukan deteksi gambar berdasarkan metode *edge detection* dan *particle filter* dan melakukan *template matching data* pada identifikasi perbandingan database.

2. DASAR TEORI

1.1 Citra

Citra merupakan fungsi kontinyu dari intensitas cahaya dalam bidang dwimatra (dua dimensi) yang dinyatakan dengan $f(x,y)$, dimana x dan y menyatakan koordinat ruang dan nilai f pada koordinat (x,y) menyatakan intensitas cahaya dan informasi *grayscale* warna citra (Muntasa, Arif, 2009). Sedangkan citra digital merupakan citra kontinyu yang diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat ruang maupun intensitas cahayanya. Citra digital tersusun atas beberapa bagian terkecil yang disebut piksel. Kumpulan-kumpulan piksel tersebut disimpan dalam komputer dalam bentuk array dua dimensi (matrik) dengan ukuran $M \times N$ piksel, dimana M merepresentasikan jumlah piksel untuk kolom dan N adalah jumlah piksel untuk baris pada suatu citra digital. Citra terdiri dari 2 macam yaitu : citra RGB (warna) dan citra *grayscale* (derajat keabuan). Pada citra RGB warna pokok mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8-bit). Misal warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB: 255 255 0 (Ni Wayan, 2012). Citra *grayscale* memiliki sistem kecerahan yang umum terdapat 256 tingkat (0 - 255)

untuk setiap piksel skala kecerahan seperti ini dikenal sebagai grayscale. Tingkat grayscale warna dalam biner dapat dilihat pada Gambar 3.1 (M. Heru, 2013).



Gambar 2.1 Derajat grayscale warna

1.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah suatu sistem dengan masukan berupa citra dan menghasilkan keluaran berupa citra. Pada dasarnya pengolahan citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra (M. Heru, 2013). Seiring berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer maka memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra sehingga image processing tidak dapat dilepaskan dengan bidang computer vision. Untuk memperoleh hasil sesuai dengan tujuan yang diinginkan, citra yang telah tersimpan dalam bentuk file digital. Ada beberapa jenis pemrosesan digital, antara lain operasi titik, operasi global, dan operasi obyek.

1.3 ANPR (Automatic Number Plate Recognition) (Baverly Seto, 2012)

Pengenalan plat nomor otomatis adalah metode pengawasan massa yang menggunakan pengenalan karakter pada gambar untuk membaca plat kendaraan. ANPR menggunakan optical character recognition (OCR) pada gambar yang diambil oleh kamera. Beberapa pengaturan plat menggunakan variasi ukuran font dan sistem penentuan posisi ANPR harus mampu mengatasi perbedaan-perbedaan tersebut secara efektif. Sistem yang lebih rumit dapat mengatasi varian internasional, meskipun banyak program secara individual disesuaikan dengan masing-masing Negara. Ada tujuh algoritma primer yang membutuhkan perangkat lunak untuk mengidentifikasi karakter pada plat kendaraan :

- a. Lokalisasi posisi plat - bertanggung jawab untuk mencari dan mengisolasi plat pada gambar .
- b. Orientasi Plat dan pengaturan ukuran - mengkompensasi orientasi plat dan menyesuaikan dimensi dengan ukuran yang dikehendaki .
- c. Normalisasi - menyesuaikan kecerahan dan kontras gambar .
- d. Segmentasi karakter - menemukan karakter individu di piring .
- e. Optical character recognition .
- f. Sintaksis/analisis geometris - memeriksa karakter dan posisi terhadap peraturan spesifik negara .
- g. Penyamaan rata-rata nilai karakter yang didapat dari beberapa image untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat. Terutama karena setiap gambar yang capture mungkin terdapat cahaya yang terpantulkan, sehingga menjadi blur atau efek sementara lainnya .

1.4 Mikrokontroler Arduino Uno (Arfa, 2014)

Mikrokontroler Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer.

1.5 Sensor Ultrasonik dan Motor Servo

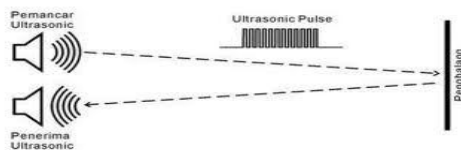
Sensor Ultrasonik adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energy listrik menjadi energy mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar Ultrasonik yang dinamakan transmitter dan penerima ultrasonik yang disebut receiver. Alat ini digunakan untuk mengukur gelombang ultrasonik(Fisal Nur, 2011). Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

- a. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
- b. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima Ultrasonik.

- c. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

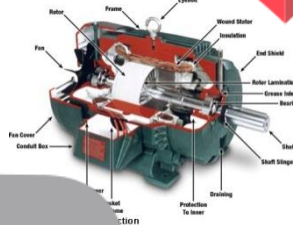
$$S=340 \cdot t/2$$

- d. dimana S adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan t adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik. Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Sensor <http://nicxusedell.blogspot.com/>

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor DC merupakan motor dengan arus searah yang dapat merubah suatu besaran listrik menjadi suatu bentuk sistem gerak atau mekanik dan dapat mengatur secara luas kecepatan putaran motor tersebut. Pada motor DC terdapat kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Arsitektur motor dapat dilihat pada Gambar 2.3. (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/>)

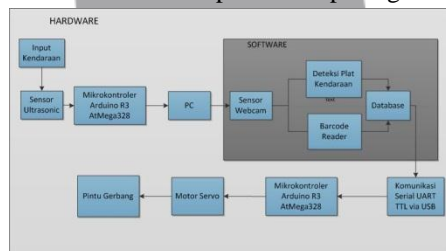


Gambar 2.3 Arsitektur Motor DC (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/>)

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada perancangan dan implementasi tugas akhir ini adalah membuat prototype sistem kendali pintu gerbang dengan data input citra menggunakan pengolahan citra digital. Sistem tersebut dalam perancangan ini dapat dioperasikan secara otomatis secara bersamaan. Secara garis besar diagram blok perancangan dan implementasi sistem ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.1 Diagram blok perancangan sistem

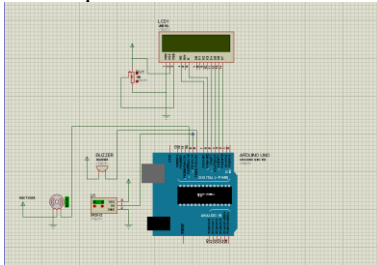
Pada Gambar 3.1 merupakan sistem kendali secara keseluruhan yang menggunakan beberapa perangkat utama, yaitu : webcam dan ultrasonik sebagai sensor utama, laptop PC sebagai proses pengolahan citra digital, dan mikrokontroler sebagai kendali motor servo untuk menggerakkan pintu gerbang. Webcam akan terhubung secara langsung pada laptop PC, dengan komunikasi port serial USB. Pengolahan citra untuk mendapatkan identifikasi pelat nomer kendaraan dan barcode reader, pengolahan dilakukan pada perangkat lunak yang sudah diprogram sebelumnya. Jika proses identifikasi benar, data akan dikirimkan melalui USB ke mikrokontroler untuk proses eksekusi motor servo.

Secara umum proses kerja sistem yaitu, Sensor ultrasonik membaca jarak kendaraan dengan gerbang, selanjutnya data dikirim ke PC sebagai trigger webcam proses capture image webcam pelat nomer kendaraan dan barcode pada mobil. Selanjutnya citra ditangkap akan dilakukan proses identifikasi dengan pengolahan citra menggunakan edge detection dan particle filter untuk mengidentifikasi karakter pada pelat. Data yang didapat dibandingkan dengan database yang telah dimasukan sebelumnya. Hasil identifikasi akan

dikirimkan ke mikrokontroler dengan komunikasi UART TTL untuk mengirimkan data dan menggerakkan motor servo pada pintu gerbang.

3.2 Perancangan LCD, Sensor, Buzzer, dan Motor Servo

Pada perangkat mikrokontroler arduino uno dihubungkan beberapa sensor dan perangkat lainnya. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah parallax ping sensor, dengan catu daya 5V dihubungkan pada arduino pin 8. Pada mikrokontroler sensor dikalibrasi dan diprogram untuk pembacaan jarak ± 100 cm, proses pembacaan sensor akan dilanjutkan pada buzzer sebagai tanda bahwa jarak < 100 cm. Motor servo dihubungkan pada pin 11 arduino sebagai keluaran sistem. Proses monitoring sistem menggunakan LCD 16x2 menampilkan hasil akhir sistem. Skema rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.4 Skema Rangkaian

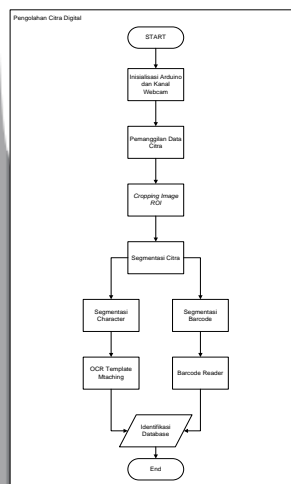
3.3 Perancangan Prototipe Letak Pelat Nomor Kendaraan

Untuk melakukan pengujian dengan segala kondisi dan input berbeda-beda dibutuhkan sebuah prototype alat simulasi. Perancangan alat ini bertujuan untuk mengklasifikasikan tinggi letak pelat nomor polisi pada kendaraan, dengan klasifikasi sebagai berikut:

- Posisi letak 70 cm untuk mobil-mobil seperti Pajero Sport, Fortuner, Rush Jeep, Land Rover, X-Trail.
- Posisi letak 63 cm untuk mobil-mobil seperti Toyota Avanza, Daihatsu Xenia, Kijang Innova.
- Posisi letak 58 cm untuk mobil-mobil seperti Isuzu Panther, Kijang LGX.
- Posisi letak 45 cm untuk mobil-mobil seperti Honda Jazz, Lancer, Toyota VIOS, Honda city.

3.4 Perancangan Software Sistem

Pada perancangan software ini merupakan perancangan pengolahan citra digital pada PC menggunakan Matlab R2013a.



Gambar 3.5 Diagram Alir Algoritma Pengolahan Citra Digital

Proses inisialisasi komunikasi mikrokontroler arduino dengan PC. Proses ini bertujuan untuk menyelaraskan port yang digunakan mikrokontroler dan webcam sehingga proses pengiriman data tidak mengalami interupsi data lain. Setelah inisialisasi dilakukan ultrasonik pada mikrokontroler akan terus membaca jarak didepannya secara langsung dikirimkan Matlab sebagai pengolah data. Ketika jarak < 100 cm maka data '1' akan diterima selanjutnya webcam akan melakukan proses penangkapan citra. Hasil citra yang ditangkap akan disimpan sementara pada penyimpanan PC, selanjutnya diolah untuk identifikasi citra. Proses pengolahan yang pertama adalah cropping image. Cropping image ini bertujuan untuk mendapatkan

ROI (*Region of interest*), sehingga data citra yang tidak diinginkan dapat diminimalkan. Segmentasi citra adalah proses pengelompokan citra yang telah diolah terlebih dahulu untuk memisahkan nomor pelat dengan barcode yang digunakan. Setelah proses segmentasi berhasil dilakukan, program akan melakukan template matching untuk identifikasi karakter pada pelat kendaraan, sedangkan barcode akan diolah oleh barcode reader yang telah diprogram. Data yang didapat dari proses identifikasi akan digabungkan dalam sebuah array, lalu dibandingkan dengan data array yang telah disimpan sebelumnya sebagai database pengguna parkir yang telah terdaftar.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Sensor Ultrasonik dan Buzzer

Tujuan dari pengujian sensor ultrasonik adalah untuk mengetahui apakah sensor berkerja dengan baik sebagai sensor jarak. Serta mengetahui akurasi data jarak yang dihasilkan oleh sensor. Jarak yang diukur adalah 0-100 cm, ketika jarak < 100 cm maka buzzer akan berbunyi karena pin 8 arduino akan mengeluarkan sinyal aktif LOW. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan sensor dengan mikrokontroler yang telah diberikan program pembacaan jarak dengan mengeluarkan data jarak (cm) pada LCD. Pada LCD ditampilkan data jarak yang dihasilkan sensor. Tabel dibawah ini merupakan data pembacaan sensor sebagai sensor jarak pada jarak 0 – 100 cm dan buzzer sebagai alarmnya.

Tabel 4.2 Tabel Pengujian Sensor Jarak dan Buzzer

No.	Jarak Benda (cm)	Jarak Pembacaan Sensor	Buzzer
1	5	4	Aktif LOW
2	10	10	Aktif LOW
3	20	18	Aktif LOW
4	40	42	Aktif LOW
5	50	50	Aktif LOW
6	70	71	Aktif LOW
7	80	80	Aktif LOW
8	90	94	Aktif LOW
9	95	94	Aktif LOW
10	100	102	Aktif HIGH
11	103	103	Aktif HIGH
12	104	103	Aktif HIGH
13	105	105	Aktif HIGH
14	110	111	Aktif HIGH
15	120	119	Aktif HIGH

4.2 Motor Servo

Tujuan dari pengujian motor adalah untuk mengetahui apakah motor bekerja dengan baik. Serta untuk mengetahui nilai PWM terhadap yang diterima oleh motor dan waktu yang dibutuhkan motor untuk mencapai posisi 90⁰ dan kembali ke posisi awal. Pengujian motor dilakukan dengan cara menghubungkan pin data pada servo ke mikrokontroler yang telah diberikan program PWM tegangan dengan mengeluarkan data posisi motor dan pin dihubungkan dengan osiloskop untuk melihat PWM motor yang diberikan untuk mengatur posisi motor. Ketika mikrokontroler menerima data '1' dari pengiriman data PC, motor akan bergerak dan LCD akan menampilkan kata "SILAHKAN MASUK" lalu selama beberapa detik maka motor akan bergerak kembali ke posisi 0⁰. Dari pengujian di atas dapat dilihat besar nilai PWM yang dihasilkan dari mikrokontroler yaitu 5.04 v max dengan vpp 5.20, besarnya duty cycle ON 53.1 % dan duty OFF 47.7 %. Dan waktu yang dibutuhkan untuk motor bekerja yaitu 2 detik mencapai 90⁰, 7 detik untuk waktu diam, dan 2 detik untuk waktu kembali 0⁰.

4.3 Pengambilan Gambar (*capture image*)

Tujuan dari pengujian ini, untuk mengetahui ketepatan pengambilan citra dan waktu yang dibutuhkan PC dalam proses penangkapan citra. Mulai dari running program, pengaktifan webcam, dan penerimaan data dari sensor ultrasonik pada mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan percobaan

meletakkan prototype letak pelat yang telah dirancang di depan sensor ultrasonik, selanjutnya sensor akan melakukan pembacaan jarak. Ketika jarak < 100 cm maka arduino akan mengirimkan data '1' ke PC dan dibaca oleh Matlab. Perintah yang diterima selanjutnya dieksekusi untuk mengaktifkan webcam dan melakukan pengambilan gambar dihadapannya.

Tabel 4.3 Tabel Pengujian Pengambilan Gambar

No.	Pembacaan Sensor (cm)	Data Dikirim	Data Diterima	Waktu (detik)	Pengambilan Gambar	Waktu Pengambilan (detik)
1	30	1	1	2	Berhasil	4
2	50	1	1	3	Berhasil	5
3	70	1	1	3	Berhasil	4
4	90	1	1	3	Berhasil	4
5	100	1	1	2	Berhasil	4
6	110	0	0	3	Tidak Capture	0
7	120	0	0	2	Tidak Capture	0

Dari data yang telah diuji dapat dilihat bahwa proses pengiriman data berhasil dengan waktu pengiriman data tidak linear, dan tingkat keberhasilan proses pengambilan gambar 100% dengan waktu yang dibutuhkan 4 detik. Total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengambilan gambar yaitu 7 detik.

4.4 Deteksi Pelat dan Barcode

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan peformansi pengolahan citra yang telah dirancang, untuk mendeteksi pelat nomor kendaraan dan barcode. Pengujian ini dilakukan dengan mengolah citra yang telah ditangkap sebelumnya, proses ini diawali dengan cropping image yaitu pemotongan gambar untuk mendapatkan ROI (region of interest), hasil dari proses ini selanjutnya diolah dengan metode grayscale detection untuk mendeteksi pelat nomor. Intensitas cahaya yang berbeda diberikan pada pengujian ini untuk melihat peformansi komputasi pengolahan citra. Analisa peformansi sistem dapat dihitung dengan data pengujian. Berikut data yang didapat dari beberapa pengujian.

Tabel 4.4 Tabel Pengujian Deteksi Citra

No	Kondisi cahaya	Keberhasilan	
		Berhasil	Gagal
1.	Terang	✓	-
2.	Terang	✓	-
3.	Terang	✓	-
4.	Terang	✓	-
5.	Redup	✓	-
6.	Redup		✓
7.	Redup		✓
8.	Gelap		✓
9.	Gelap		✓

Data berikut menunjukkan proses identifikasi tidak berjalan baik pada kondisi cahaya yang redup maupun gelap. Proses deteksi yang berhasil dapat dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Hasil Deteksi Pelat dan Barcode

Analisa peformansi pengolahan data citra untuk mendapatkan nomor pelat dan barcode dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Peformansi} = \frac{\text{Jumlah pengujian berhasil}}{\text{Total pengujian}} \times 100 \%$$

$$\text{Peformansi} = \frac{5}{9} \times 100 \% = 55 \%$$

Hasil ini dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya lingkungan.

4.5 Segmentasi Deteksi Angka dan Barcode

Tujuan pengujian deteksi ini adalah untuk melihat peformansi proses bounding box pelat nomor dan pembacaan barcode. Citra yang telah ditangkap dan diolah selanjutnya dilanjutkan dalam proses segmentasi angka dan barcode, proses komputasi ini membutuhkan waktu untuk melakukan proses template matching. Tingkat noise pada citra sebelumnya sangat mempengaruhi proses deteksi ini, maka diperlukan beberapa kali pengujian untuk melihat akurasi data yang ditangkap dengan database yang telah dibuat.



Gambar 4.11 Hasil Segmentasi Angka dan barcode

Deteksi angka tersebut dilanjutkan dengan proses template matching sehingga didapat data sebenarnya dalam bentuk char. Analisa peformansi sistem dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Performansi} = 9/36 \times 100 \% = 25 \%$$

Dengan akurasi 25 % untuk proses matching data masih terhitung sangat kecil, tetapi untuk pelat nomor kendaraan di Indonesia pelat nomor kendaraan selalu diawali dengan maksimal 2 huruf, hal ini dapat diatasi dengan memberi algoritma pemrograman bahwa angka terletak pada karakter ketiga untuk mengurangi tingkat error proses *template matching* tersebut. Untuk proses barcode reader tingkat keberhasilan dipengaruhi oleh keberhasilan segmentasi dari cropping barcode itu sendiri karena resolusi yang berbeda dapat membuat kesalahan perhitungan array pada pemrograman. Analisa peformansi sistem dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Performansi} = 5/5 \times 100 \% = 100 \%$$

4.7 Pengiriman Data Akhir

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengirimkan data '0' atau '1' ke mikrokontroler Arduino Uno untuk mengaktifkan motor servo atau menampilkan data pada LCD. Data pengolahan citra angka dan barcode pada pemrogramannya dibandingkan dengan database untuk menghasilkan data '1' atau '0' sebagai data akhir yang akan dikirimkan kembali ke mikrokontroler. Pengiriman data membutuhkan waktu karena pemrograman ini dilakukan secara berkelanjutan (continuous). Untuk itu dilakukan beberapa kali percobaan untuk menghitung waktu komputasi secara keseluruhan dan waktu pengiriman data, serta tingkat keberhasilan data yang diterima benar.

Tabel 4.7 Tabel Pengujian Pengiriman Data

Karakter yang dikirim	Percobaan ke-				
	1	2	3	4	5
a	√	√	√	√	√
b	√	-	√	-	-
0	√	√	√	√	√
1	√	√	-	√	√

Dari table 4.7 pengiriman data yang dilakukan tidak selalu berhasil diakibatkan sistem yang bekerja secara terus menerus sehingga perintah pengiriman gagal dilakukan. Nilai peformansi dari pengiriman data dapat dihitung sebagaiberikut.

$$\text{Performansi} = \frac{16}{20} \times 100 \% = 80 \%$$

8. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan sistem kendali pintu gerbang otomatis berbasis pelat nomor dan barcode, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Waktu proses yang dibutuhkan untuk sistem ini bekerja adalah ± 17 detik, diluar dari *error* yang terjadi pada saat pengolahan citra. Analisa peformansi dan akurasi yang didapat untuk pengolahan citra sekitar 60 % untuk setiap tahap pengolahan. Sedangkan pada pengiriman data akurasi data mencapai 80 %.
2. Pengolahan citra digital sangat membantu sebuah sistem otomatis memudahkan dan mempersingkat waktu sebuah sistem bekerja tanpa bantuan tenaga manusia.
3. Sistem ini membutuhkan spesifikasi prosesor dan pemrograman yang lebih tinggi untuk mengurangi *error* dan *delay* pada proses pengolahan citra.
4. Pengontrolan motor servo dan pengiriman data sudah berjalan baik, namun terdapat *delay* yang cukup signifikan antara proses pengolahan Matlab komunikasi dengan mikrokontroler Arduino Uno, serta masih terdapat beberapa *error* deteksi yang dilakukan menyebabkan data tidak valid.

9. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gonzales, Rafael C. dan Richard E. Woods (2002). Digital Image Processing 2nd & 3rd Edition. New Jersey : Prentice Hall.
- [2]. Hafidh, Abdullah. (2011). Hybrid Technique Based On Comparison techniques in Locating and Recognizing Vehicle Licence Plates. Jurnal. Depok : Universitas Indonesia.

- [3]. Kurnia, M. Heru. (2013). Perancangan dan Implementasi Sistem Keamanan Berbasis Pemorsesan Video Dengan Fitur Pelaporan Otomatis Menggunakan SMS. Tugas Akhir Sarjana. Institut Teknologi Telkom.
- [4]. Liliana., Gregorius Satia Budhi., Hendra. (2010).Segmentasi Plat Nomer Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Run-Length Smearing Algorithm (RLSA).Jurnal. Surabaya : Universitas Kristen Petra.
- [5]. Muntasa,Arif dan Mauridhi Hery Purnomo. 2010. Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur. Surabaya : Graha Ilmu.
- [6]. Raharja, I Wayan Budi. (2010). Pengolahan Citra Digital. Tugas Kuliah. Malang : ITN Malang.
- [7]. Seto, Beverly .,Will Huang., Peter Ledesma ., dan Patrico Ramli.(2012). Automatic Number Plate Recognition (ANPR). Ebook : Pladesma.com.
- [8]. Taufiq, M. Nur., Achmad Hidayatno., dan Rizal Isnanto. Sistem pengenalan Plat Nomer Polisi Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik. Jurnal. Semarang: Undip
- [9]. Universal Menu Book. (2006). Bar Code Configuration and Commands Manual. Opticon Sensors Europe.
- [10]. Waluyo, Ambar Jati. (2013). Rancang Bangun Robot Beroda Autonomous Follower Transport Menggunakan Deteksi Warna Berbasis PID. Tugas Akhir Sarjana. Institut Teknologi Telkom.

