

DOI: <https://doi.org/10.69714/rz0k2x13>

## **RANCANG BANGUN DAN SIMULASI GERBANG TOL OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SENSOR HC-SR04 MENGGUNAKAN PLATFORM WOKWI**

**Akhlis Munazilin<sup>a\*</sup>, Nur Ayu Wahyuningyati<sup>b</sup>, Nurani, Putri Ilma<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> Fakultas Sains & Teknologi / Jurusan Sistem Informasi Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur

<sup>b</sup> Fakultas Sains & Teknologi / Jurusan Sistem Informasi; [nurayuwahyuningyati73@gmail.com](mailto:nurayuwahyuningyati73@gmail.com), Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur

<sup>c</sup> Fakultas Sains & Teknologi / Jurusan Sistem Informasi; Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur

\* Penulis Korespondensi: Akhlis Munazilin

### **ABSTRACT**

*The increasing demand for efficient traffic management at toll gates has encouraged the adoption of automation technologies to reduce vehicle congestion and improve operational performance. This study aims to design and simulate an automatic toll gate system based on an Arduino Uno using the Wokwi simulation platform. The proposed system utilizes an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect the presence of vehicles, a servo motor to control the movement of the gate barrier, and LEDs as visual indicators of the gate status. The research method consists of system design, programming, simulation, and functional testing. Simulation results indicate that the toll gate operates automatically by opening when a vehicle is detected within a distance threshold of  $\leq 10$  cm and closing automatically when the object is no longer within the detection range. All system components performed according to the designed operational scenarios. The findings demonstrate that the Wokwi platform is an effective tool for developing and testing microcontroller-based automation systems and can serve as a practical learning medium for automation and embedded systems education.*

**Keywords:** *Arduino Uno; Automatic Toll Gate; HC-SR04; Servo Motor; Wokwi*

### **Abstrak**

Peningkatan volume kendaraan pada jalan tol menuntut adanya sistem otomasi yang mampu mempercepat proses akses kendaraan dan mengurangi antrian pada gerbang tol. Penelitian ini bertujuan merancang dan mensimulasikan sistem gerbang tol otomatis berbasis Arduino Uno menggunakan platform Wokwi sebagai media pengembangan dan pengujian. Sistem yang dirancang memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, motor servo sebagai aktuator pembuka dan penutup palang gerbang, serta LED sebagai indikator status operasional sistem. Metode penelitian meliputi tahap perancangan rangkaian, pemrograman mikrokontroler, simulasi, dan pengujian fungsionalitas sistem. Hasil simulasi menunjukkan bahwa gerbang dapat membuka secara otomatis ketika kendaraan terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 10 cm dan kembali menutup secara otomatis ketika kendaraan tidak lagi berada dalam jangkauan deteksi sensor. Seluruh komponen sistem berfungsi sesuai dengan skenario yang dirancang. Penelitian ini menunjukkan bahwa platform Wokwi dapat dimanfaatkan sebagai media simulasi yang efektif untuk pembelajaran sistem otomasi berbasis mikrokontroler Arduino Uno.

**Kata Kunci:** *Arduino Uno; Gerbang Tol Otomatis; HC-SR04; Motor Servo; Wokwi*

### **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi mikrokontroler telah mendorong penerapan sistem otomasi pada berbagai bidang, termasuk sektor transportasi. Arduino Uno merupakan salah satu platform mikrokontroler yang banyak digunakan karena mudah diprogram, fleksibel, dan didukung dokumentasi yang luas [1], [4], [13]. Dalam bidang transportasi, teknologi ini dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem gerbang tol otomatis yang

mampu mendeteksi kendaraan dan mengendalikan akses secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi pelayanan serta mengurangi antrean kendaraan di gerbang tol [11], [17], [18].

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan salah satu sensor yang banyak digunakan dalam sistem otomatis untuk mendeteksi keberadaan objek berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan mudah diintegrasikan dengan Arduino Uno sehingga banyak dimanfaatkan pada sistem parkir otomatis, pintu otomatis, dan berbagai aplikasi kendali lainnya [1], [8], [12]. Sensor HC-SR04 dipilih dalam penelitian ini karena memiliki jangkauan deteksi sekitar 2–400 cm, biaya yang relatif rendah, mudah diintegrasikan dengan Arduino Uno, serta tidak dipengaruhi intensitas cahaya seperti sensor inframerah sehingga lebih sesuai untuk simulasi gerbang otomatis.

Sebelum sistem diterapkan pada perangkat keras nyata, diperlukan proses simulasi untuk menguji logika program, koneksi rangkaian, dan integrasi antar komponen. Dalam penelitian ini, platform Wokwi digunakan sebagai media simulasi untuk mendukung proses perancangan dan pengujian sistem secara virtual sebelum diimplementasikan pada perangkat keras.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mensimulasikan sistem gerbang tol otomatis berbasis Arduino Uno menggunakan platform Wokwi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada simulasi komponen atau subsistem tertentu, penelitian ini mengintegrasikan sensor HC-SR04, motor servo, dan LED ke dalam satu sistem simulasi gerbang tol yang utuh sehingga memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi sistem otomasi berbasis mikrokontroler. Selain sebagai validasi awal rancangan sistem, simulasi ini juga dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Sistem Embedded maupun Otomasi karena mahasiswa dapat mempelajari integrasi sensor, aktuator, dan logika kendali tanpa memerlukan perangkat keras yang mahal.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Arduino Uno**

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem embedded, otomasi, dan Internet of Things (IoT). Arduino Uno memiliki 14 pin digital input/output, 6 pin analog, serta mendukung berbagai sensor dan aktuator yang dapat diintegrasikan dengan mudah melalui Arduino IDE [1], [4]. Kemudahan pemrograman, biaya yang relatif rendah, dan dukungan komunitas yang luas menjadikan Arduino Uno sebagai salah satu platform mikrokontroler yang populer dalam bidang pendidikan maupun penelitian [13].

Dalam penelitian ini, Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali utama yang memproses data dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan mengendalikan motor servo sebagai aktuator gerbang tol otomatis.

### **2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur jarak objek dengan memanfaatkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik. Sensor bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik melalui pin transmitter dan menerima pantulan gelombang melalui pin receiver. Jarak objek dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang dari sensor menuju objek dan kembali ke sensor [1], [16]. HC-SR04 memiliki kemampuan pengukuran jarak yang cukup akurat serta mudah diintegrasikan dengan berbagai platform mikrokontroler.

Secara teknis, sensor HC-SR04 bekerja menggunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz, memiliki sudut deteksi sekitar 15°, serta mampu mengukur jarak pada rentang 2–400 cm dengan tingkat akurasi sekitar  $\pm 0,3$  cm pada kondisi pengukuran yang ideal. Spesifikasi tersebut menjadikan sensor HC-SR04 sesuai untuk aplikasi sistem otomatis yang membutuhkan pendeteksian objek pada jarak dekat dengan biaya yang relatif rendah.

Oleh karena itu, sensor ini banyak diterapkan pada sistem parkir otomatis, sistem keamanan, robotika, dan berbagai aplikasi otomasi lainnya [12], [14], [15]. Pada penelitian ini, sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan yang mendekati area gerbang tol.

### **2.3 Motor Servo**

Motor servo merupakan aktuator yang mampu mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanik berupa rotasi sudut tertentu. Pergerakan motor servo dikendalikan menggunakan sinyal Pulse Width Modulation

(PWM) yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Keunggulan motor servo terletak pada kemampuannya mempertahankan posisi sudut dengan tingkat presisi yang baik sehingga banyak digunakan pada sistem kendali otomatis [11], [14].

Motor servo secara umum terdiri atas servo standar dan servo kontinyu (continuous rotation). Servo standar digunakan untuk mengatur posisi sudut tertentu, umumnya pada rentang 0° hingga 180°, sedangkan servo kontinyu berfungsi sebagai motor penggerak yang dapat berputar terus-menerus dengan pengaturan arah dan kecepatan putaran. Penelitian ini menggunakan servo SG90 karena memiliki rentang rotasi 0°–180°, ukuran yang ringkas, torsi yang memadai untuk menggerakkan palang gerbang ringan, serta mudah diintegrasikan dengan Arduino Uno menggunakan sinyal PWM.

Pada sistem gerbang tol otomatis, motor servo digunakan sebagai penggerak palang gerbang. Ketika sensor mendeteksi kendaraan pada jarak tertentu, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal kendali kepada motor servo untuk membuka gerbang. Setelah kendaraan melewati area deteksi, servo akan kembali ke posisi awal sehingga gerbang tertutup secara otomatis [11], [14].

#### **2.4 Platform Simulasi Wokwi**

Wokwi merupakan platform simulasi mikrokontroler berbasis web yang memungkinkan pengguna merancang, memprogram, dan menguji sistem elektronik secara virtual tanpa memerlukan perangkat keras fisik [2], [3]. Platform ini mendukung berbagai jenis papan mikrokontroler seperti Arduino Uno, ESP32, dan Raspberry Pi Pico serta menyediakan berbagai komponen virtual yang dapat digunakan dalam proses simulasi [6], [7].

Penggunaan Wokwi memberikan beberapa keuntungan, antara lain mempermudah proses debugging program, mengurangi biaya pengembangan prototipe, serta memungkinkan pengujian sistem dilakukan secara fleksibel sebelum implementasi pada perangkat keras nyata [7], [10], [20]. Oleh karena itu, Wokwi banyak dimanfaatkan sebagai media pembelajaran maupun pengembangan sistem berbasis mikrokontroler.

Selain digunakan sebagai media simulasi, Wokwi juga menyediakan fasilitas pemantauan keluaran serial (Serial Monitor), visualisasi kondisi komponen secara real-time, serta kemudahan dalam proses debugging. Fitur-fitur tersebut memungkinkan pengembang melakukan validasi logika program sebelum implementasi pada perangkat keras sehingga dapat mengurangi risiko kesalahan selama proses perancangan.

#### **2.5 Penelitian Terdahulu**

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan Arduino Uno, sensor HC-SR04, motor servo, dan platform Wokwi dalam pengembangan sistem otomatis. Auliani dkk. [1] mengembangkan simulasi sensor parkir berbasis Arduino Uno menggunakan sensor HC-SR04 pada platform Wokwi dan menunjukkan bahwa simulasi virtual efektif digunakan sebagai media pengujian awal. Lutfi dkk. [2] serta Suhaeb dkk. [3] juga menjelaskan bahwa Wokwi mampu meningkatkan efisiensi proses perancangan dan debugging sistem mikrokontroler karena seluruh pengujian dilakukan secara virtual. Sementara itu, Ilman dkk. [11] berhasil mengembangkan prototipe pintu otomatis berbasis Arduino Uno dengan integrasi sensor HC-SR04 dan motor servo, sedangkan Pakpahan dkk. [14] menerapkan sensor ultrasonik pada sistem pintu otomatis untuk meningkatkan respons pembukaan dan penutupan pintu. Selain itu, Prasetyoko dkk. [17] mengembangkan portal otomatis berbasis Internet of Things yang memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek dan servo sebagai aktuator utama. Selain itu, Dextiro dkk. [18] mengembangkan sistem smart gate pada area parkir sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik yang diintegrasikan dengan protokol MQTT berbasis Internet of Things, sehingga memperkuat relevansi sensor ultrasonik sebagai komponen utama pendeteksi kendaraan pada sistem gerbang otomatis yang terhubung jaringan.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, sebagian besar penelitian masih berfokus pada simulasi komponen tertentu atau implementasi sistem otomatis secara parsial. Penelitian ini mengembangkan simulasi gerbang tol otomatis yang mengintegrasikan sensor HC-SR04, Arduino Uno, motor servo SG90, serta LED indikator ke dalam satu sistem yang utuh menggunakan platform Wokwi sehingga memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai implementasi sistem otomatis berbasis mikrokontroler.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan simulasi sistem otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Metode ini dipilih untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji kinerja sistem

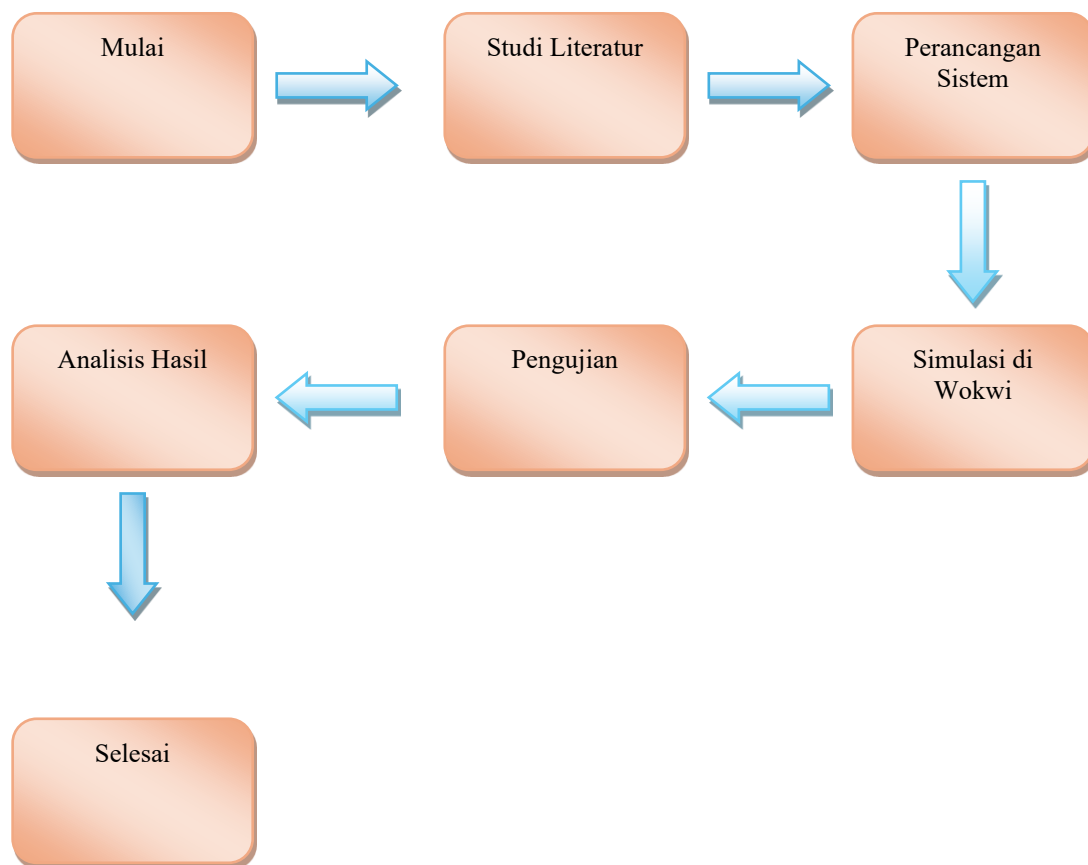
gerbang tol otomatis menggunakan platform simulasi Wokwi. Sistem dirancang agar mampu mendeteksi keberadaan kendaraan melalui sensor ultrasonik HC-SR04 dan mengendalikan motor servo sebagai aktuator pembuka serta penutup gerbang secara otomatis.

Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur mengenai Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan platform simulasi Wokwi. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem, penyusunan rangkaian simulasi, pembuatan program Arduino, pengujian sistem, serta analisis hasil pengujian hingga diperoleh kesimpulan penelitian.

### 3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai Arduino Uno, sensor HC-SR04, motor servo, dan platform Wokwi sebagai landasan teoritis. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi penyusunan diagram blok, flowchart sistem, pemilihan komponen, serta penyusunan logika kendali. Setelah rancangan selesai, dilakukan pembangunan rangkaian virtual menggunakan platform Wokwi dan penyusunan program menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE. Selanjutnya sistem diuji dengan beberapa variasi jarak objek terhadap sensor untuk mengevaluasi respons motor servo dan LED. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kesesuaian kinerja sistem dengan rancangan yang telah dibuat sebelum disusun menjadi laporan penelitian.

Tahapan penelitian tersebut dapat digambarkan dalam flowchart penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian diawali dengan studi literatur, dilanjutkan perancangan sistem, simulasi menggunakan Wokwi, pengujian, analisis hasil, dan penyusunan laporan penelitian.

### 3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama yang terdiri atas Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai perangkat input, motor servo sebagai aktuator gerbang, serta LED sebagai indikator status sistem. Sensor HC-SR04 berfungsi mendeteksi keberadaan kendaraan yang mendekati area gerbang. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh

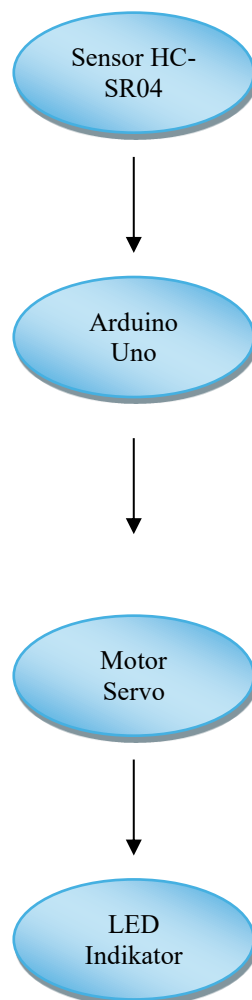
Arduino Uno sesuai logika program yang telah dirancang. Sistem dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek, motor servo SG90 sebagai aktuator pembuka dan penutup gerbang, serta dua LED (merah dan hijau) sebagai indikator status sistem yang masing-masing dilengkapi resistor 220  $\Omega$ . Seluruh komponen dihubungkan menggunakan jumper wire dan diintegrasikan pada platform Wokwi untuk membentuk sistem gerbang tol otomatis.

Tabel 1. Komponen yang Digunakan

| No | Komponen              | Jumlah     | Fungsi                      |
|----|-----------------------|------------|-----------------------------|
| 1  | Arduino Uno           | 1          | Pengendali utama sistem     |
| 2  | HC-SR04               | 1          | Mendeteksi kendaraan        |
| 3  | Motor Servo SG90      | 1          | Membuka dan menutup gerbang |
| 4  | LED Merah             | 1          | Indikator gerbang tertutup  |
| 5  | LED Hijau             | 1          | Indikator gerbang terbuka   |
| 6  | Resistor 220 $\Omega$ | 2          | Pembatas arus LED           |
| 7  | Jumper Wire           | Secukupnya | Menghubungkan Komponen      |

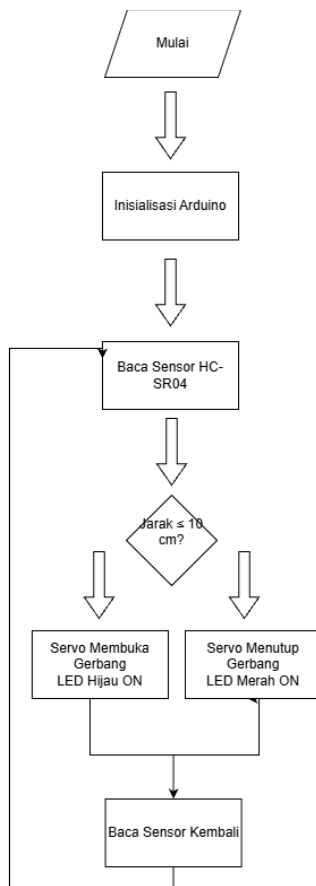
Tabel 1 menunjukkan komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan sistem gerbang tol otomatis beserta fungsi masing-masing komponen. Seluruh komponen kemudian diintegrasikan dalam simulasi menggunakan platform Wokwi sesuai dengan diagram blok sistem yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Apabila kendaraan terdeteksi pada jarak tertentu, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal kendali kepada motor servo untuk membuka gerbang. Sebaliknya, apabila tidak terdapat kendaraan pada area deteksi, gerbang akan tetap berada pada posisi tertutup. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Gerbang Tol Otomatis Berbasis Arduino Uno

Berdasarkan diagram blok sistem pada Gambar 2, sensor HC-SR04 berfungsi sebagai perangkat input yang mendeteksi keberadaan kendaraan. Data hasil deteksi diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan kondisi sistem. Selanjutnya Arduino Uno mengendalikan motor servo sebagai penggerak gerbang dan LED sebagai indikator status gerbang. Diagram blok tersebut menunjukkan hubungan antar komponen sehingga proses pendeteksian objek, pengolahan data, dan pengendalian aktuator dapat berlangsung secara terintegrasi.



Gambar 3. Flowchart Sistem Gerbang Tol Otomatis

Flowchart sistem pada Gambar 3 menunjukkan alur kerja sistem gerbang tol otomatis yang diawali dengan proses inisialisasi Arduino Uno dan pembacaan jarak menggunakan sensor HC-SR04. Apabila sensor mendeteksi objek pada jarak kurang dari atau sama dengan 10 cm, Arduino Uno akan mengendalikan motor servo untuk membuka gerbang dan mengaktifkan LED hijau sebagai indikator. Sebaliknya, apabila objek berada di luar batas deteksi, motor servo akan mempertahankan posisi gerbang tetap tertutup dan LED merah menyala. Proses tersebut berlangsung secara berulang selama sistem aktif.

### 3.4 Implementasi Simulasi

Implementasi sistem dilakukan menggunakan platform Wokwi sebagai media simulasi. Rangkaian simulasi terdiri atas Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, LED indikator, dan komponen pendukung lainnya. Program sistem ditulis menggunakan bahasa pemrograman C++ pada Arduino IDE yang tersedia dalam platform Wokwi.

Logika program dirancang agar sensor HC-SR04 melakukan pembacaan jarak secara terus-menerus. Ketika jarak objek berada pada batas yang telah ditentukan, Arduino Uno akan mengaktifkan motor servo untuk membuka gerbang. Setelah objek melewati area deteksi, servo akan kembali ke posisi awal sehingga gerbang tertutup secara otomatis.

Implementasi simulasi dilakukan dengan menyusun rangkaian virtual pada platform Wokwi sesuai diagram blok yang telah dirancang. Program dikembangkan menggunakan Arduino IDE berbasis bahasa C++,

kemudian dijalankan untuk menguji respons sensor HC-SR04, motor servo, dan LED terhadap berbagai kondisi jarak objek. Seluruh proses dilakukan secara virtual tanpa menggunakan perangkat keras fisik.

### 3.5 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi objek dan mengendalikan gerbang secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi jarak objek terhadap sensor ultrasonik HC-SR04.

Parameter yang diamati dalam pengujian meliputi:

- a. Kemampuan sensor HC-SR04 dalam mendeteksi objek.
- b. Respons motor servo terhadap hasil pembacaan sensor.
- c. Kondisi gerbang pada setiap variasi jarak pengujian.
- d. Kesesuaian hasil sistem dengan logika program yang telah dirancang.

Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi gerbang tol otomatis. Keberhasilan sistem dievaluasi berdasarkan kesesuaian respons motor servo dan indikator LED terhadap hasil pembacaan sensor ultrasonik pada setiap skenario pengujian yang telah ditentukan.

### 3.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif berdasarkan hasil pengujian sistem pada platform Wokwi. Persentase keberhasilan sistem dihitung dengan membagi jumlah pengujian yang berhasil dengan jumlah seluruh skenario pengujian, kemudian hasilnya dikalikan 100 persen. Persamaan tersebut digunakan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi deteksi objek, pengendalian motor servo, serta indikator LED sesuai dengan rancangan sistem. Hasil perhitungan digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi kendaraan dan mengendalikan gerbang secara otomatis sesuai dengan skenario yang telah dirancang.

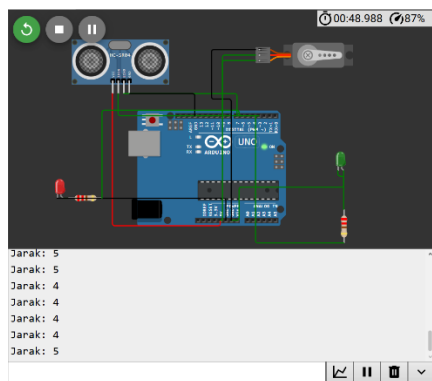
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Implementasi dan Pengujian Sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem gerbang tol otomatis berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan disimulasikan menggunakan platform Wokwi. Sistem terdiri atas sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi kendaraan, Arduino Uno sebagai pengendali utama, motor servo sebagai aktuatur pembuka dan penutup gerbang, serta LED sebagai indikator status sistem.

Implementasi sistem dilakukan dengan menghubungkan sensor HC-SR04 ke Arduino Uno untuk membaca jarak objek yang berada di depan gerbang. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh Arduino Uno sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Apabila kendaraan terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 10 cm, Arduino Uno akan mengaktifkan motor servo untuk membuka gerbang secara otomatis. Ketika sensor HC-SR04 mendeteksi objek pada jarak kurang dari atau sama dengan 10 cm, data jarak dikirimkan ke Arduino Uno untuk diproses sesuai logika program. Selanjutnya Arduino Uno menghasilkan sinyal Pulse Width Modulation (PWM) yang menggerakkan motor servo SG90 hingga mencapai sudut sekitar 90° sebagai posisi gerbang terbuka. Pada saat yang sama, LED merah berubah menjadi LED hijau sebagai indikator bahwa gerbang berada pada kondisi terbuka. Sebaliknya, ketika objek tidak lagi berada dalam area deteksi, Arduino Uno mengembalikan servo ke posisi awal (0°) sehingga gerbang menutup dan LED merah kembali menyala. Sebaliknya, apabila kendaraan tidak terdeteksi, gerbang akan tetap berada pada posisi tertutup.

Hasil implementasi simulasi pada platform Wokwi ditunjukkan pada Gambar 4. Simulasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terhubung dan berfungsi sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat. Berdasarkan hasil perancangan tersebut, seluruh komponen berhasil diintegrasikan pada platform Wokwi sesuai dengan diagram blok yang telah dirancang. Hubungan antara sensor HC-SR04, Arduino Uno, motor servo, dan LED menunjukkan bahwa sistem telah siap untuk dilakukan pengujian sesuai skenario yang telah ditentukan.



Gambar 4. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor HC-SR04 dalam mendeteksi objek serta respons motor servo dalam mengendalikan gerbang otomatis. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi jarak objek terhadap sensor ultrasonik.

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sistem gerbang tol otomatis.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Gerbang Tol Otomatis

| No | Jarak Objek (cm) | Kondisi Sensor   | Motor Servo | Status Gerbang |
|----|------------------|------------------|-------------|----------------|
| 1  | 2                | Terdeteksi       | Aktif       | Terbuka        |
| 2  | 5                | Terdeteksi       | Aktif       | Terbuka        |
| 3  | 9                | Terdeteksi       | Aktif       | Terbuka        |
| 4  | 10               | Terdeteksi       | Aktif       | Terbuka        |
| 5  | 12               | Tidak Terdeteksi | Tidak Aktif | Tertutup       |
| 6  | 15               | Tidak Terdeteksi | Tidak Aktif | Tertutup       |
| 7  | 20               | Tidak Terdeteksi | Tidak Aktif | Tertutup       |
| 8  | 25               | Tidak Terdeteksi | Tidak Aktif | Tertutup       |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek secara konsisten pada rentang 2 cm hingga 10 cm. Pada batas maksimum 10 cm, motor servo masih memberikan respons yang cepat dan gerbang berhasil terbuka tanpa keterlambatan yang berarti. Hal tersebut menunjukkan bahwa ambang deteksi 10 cm merupakan nilai yang sesuai untuk simulasi gerbang tol yang dikembangkan. Sementara itu, pada jarak di atas 10 cm, sensor tidak lagi mendeteksi objek sehingga motor servo tetap berada pada posisi awal dan gerbang tetap tertutup sesuai dengan logika program. Dari delapan skenario pengujian yang dilakukan, seluruh pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dengan logika program yang dirancang. Tingkat keberhasilan sebesar 100% menunjukkan bahwa logika pengendalian yang diterapkan pada Arduino Uno mampu menjalankan fungsi sistem sesuai rancangan pada seluruh skenario pengujian.

#### 4.2 Pembahasan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa integrasi antara sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, dan motor servo mampu menghasilkan sistem gerbang tol otomatis yang bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sensor HC-SR04 berhasil mendeteksi keberadaan objek pada jarak yang telah ditentukan dan mengirimkan data ke Arduino Uno untuk diproses.

Ketika objek terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 10 cm, Arduino Uno memberikan sinyal kendali kepada motor servo sehingga gerbang terbuka secara otomatis. Setelah objek melewati area deteksi, servo kembali ke posisi awal sehingga gerbang tertutup secara otomatis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan fungsi dasar gerbang tol otomatis secara efektif.

Temuan penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Auliani dkk. [1] yang memanfaatkan sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi objek pada sistem berbasis Arduino Uno. Namun, penelitian tersebut lebih berfokus pada simulasi sensor parkir, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan sensor HC-SR04 dengan motor servo sebagai aktuator dan LED sebagai indikator sehingga membentuk sistem gerbang tol otomatis yang bekerja secara terintegrasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memvalidasi kemampuan sensor dalam

mendeteksi objek, tetapi juga menunjukkan bagaimana hasil deteksi digunakan untuk mengendalikan aktuator dan indikator secara otomatis.

Selain itu, hasil penelitian ini juga melengkapi penelitian Ilman dkk. [11] mengenai pintu otomatis berbasis Arduino Uno dengan menunjukkan bahwa konsep integrasi sensor dan aktuator dapat diterapkan pada simulasi gerbang tol menggunakan platform Wokwi. Penggunaan Wokwi memberikan kemudahan dalam proses perancangan, pengujian, dan evaluasi sistem tanpa memerlukan perangkat keras fisik, sehingga sangat bermanfaat sebagai media pembelajaran maupun tahap awal pengembangan sistem otomasi.

Apabila sistem ini diimplementasikan pada perangkat keras nyata, beberapa faktor lingkungan perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kinerja sistem. Debu, getaran mekanik, perubahan suhu, serta variasi tegangan catu daya berpotensi memengaruhi akurasi pembacaan sensor HC-SR04 maupun respons motor servo. Oleh karena itu, proses kalibrasi sensor secara berkala serta penerapan teknik penyiangan data, seperti moving average, dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kestabilan pembacaan sensor dan respons sistem.

Meskipun platform Wokwi memberikan kemudahan dalam proses simulasi dan pengujian logika program, platform ini belum mampu merepresentasikan seluruh kondisi yang terjadi pada implementasi perangkat keras nyata. Faktor-faktor seperti interferensi gelombang ultrasonik, noise listrik, keterlambatan komunikasi serial, maupun pengaruh lingkungan fisik tidak dapat disimulasikan secara penuh. Oleh karena itu, pengujian langsung pada perangkat keras tetap diperlukan untuk memvalidasi kinerja sistem secara menyeluruh.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada delapan skenario, seluruh pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dengan rancangan sistem sehingga diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem gerbang tol otomatis yang dikembangkan mampu bekerja sesuai dengan logika program yang telah dirancang pada lingkungan simulasi Wokwi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, dan pengujian yang telah dilakukan, sistem gerbang tol otomatis berbasis Arduino Uno berhasil diimplementasikan menggunakan platform Wokwi. Sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi objek pada jarak kurang dari atau sama dengan 10 cm sehingga Arduino Uno dapat mengendalikan motor servo dan LED sesuai dengan logika program yang dirancang. Seluruh delapan skenario pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%, yang menandakan bahwa sistem bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Kontribusi utama penelitian ini adalah menghasilkan model simulasi gerbang tol otomatis yang mengintegrasikan sensor HC-SR04, motor servo SG90, dan LED indikator dalam satu sistem otomasi yang utuh menggunakan platform Wokwi. Selain sebagai validasi awal rancangan sistem, simulasi ini juga dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif pada mata kuliah Sistem Mikrokontroler maupun Otomasi karena memungkinkan mahasiswa mempelajari integrasi sensor, aktuator, dan logika kendali tanpa memerlukan perangkat keras yang mahal.

## SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem dengan menambahkan modul RFID RC522 sebagai identifikasi kendaraan, mengganti sensor ultrasonik dengan sensor infrared apabila dibutuhkan respons deteksi yang lebih cepat, serta mengintegrasikan modul ESP8266 atau ESP32 agar sistem dapat mendukung konsep Internet of Things (IoT). Pengembangan tersebut diharapkan mampu menghasilkan sistem gerbang tol otomatis yang lebih adaptif dan mendekati implementasi pada kondisi nyata.

Selain itu, penelitian lanjutan perlu melakukan pengujian komparatif antara hasil simulasi pada platform Wokwi dan implementasi pada perangkat keras nyata. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengukur tingkat kesesuaian hasil simulasi terhadap kondisi aktual, mengevaluasi pengaruh faktor lingkungan seperti interferensi gelombang, noise listrik, dan variasi tegangan, serta mengidentifikasi parameter yang perlu disesuaikan agar kinerja sistem menjadi lebih akurat dan stabil.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi kendaraan dan belum mengintegrasikan teknologi identifikasi kendaraan seperti RFID maupun sistem pembayaran elektronik sebagaimana diterapkan pada gerbang tol modern. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem dengan menambahkan teknologi identifikasi otomatis,

Internet of Things (IoT), serta melakukan implementasi langsung pada perangkat keras agar kinerja sistem dapat dievaluasi pada kondisi nyata.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing serta rekan mahasiswa yang telah memberikan masukan dan saran selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Auliani, R. Aditya, M. D. Saputra, M. A. Firdaus, B. R. Pahlevi, and D. Aribowo, "Simulasi Sensor Parkir Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor HC-SR04 Menggunakan Website Wokwi," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 2024, doi: 10.55606/jtmei.v3i4.4557.
- [2] L. Lutfi, M. Mutmainnah, and S. Buwarda, "Utilization of ChatGPT in Design and Simulation of Arduino-Based Electronic Products via the Wokwi Platform," *JEAT: Journal of Electrical and Automation Technology*, vol. 3, no. 1, 2024, doi: 10.61844/jeat.v3i1.966.
- [3] S. Suhaeb, A. Risal, and Wahyudi, "Pemanfaatan Wokwi Simulation untuk Pengujian Mikrokontroler Light Emitting Diode (LED) yang Efisien dan Akurat," *Micronic: Journal of Multidisciplinary Electrical and Electronics Engineering*, vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.61220/micronic.v2i1.240.
- [4] F. Wahyudi, P. Choirina, U. M. Jannah, A. H. Pratiwi, and P. P. Darajat, "Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) Berbasis Arduino: Pelatihan Praktis Menggunakan Wokwi sebagai Media Simulasi Virtual," *I-Com: Indonesian Community Journal*, vol. 5, no. 4, 2025, doi: 10.70609/i-com.v5i4.8549.
- [5] Wahyudi and E. Sabara, "Desain dan Implementasi Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Hybrid Learning Menggunakan Wokwi Simulation," *Jurnal Media Elektrik*, 2022, doi: 10.59562/metrik.v19i3.5473.
- [6] R. Nursiaga, I. Santoso, N. Mulyana, Muhidin, S. M. Ladjamuddin, E. N. Eriyani, and R. Rizqullah, "Pelatihan Simulasi Platform Elektronik Wokwi Berbasis Web Pada Rangkaian Mikrokontroler Arduino," 2025.
- [7] Hamdani, "Simulasi Mikrokontroler Arduino Berbasis Website Wokwi," *Jurnal Pengabdian*, vol. 8, no. 1, 2025.
- [8] A. Maulia, N. Baihaqi, N. F. Faiz, M. Rizki, and D. Aribowo, "Simulasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruangan Menggunakan Arduino Uno dan DHT22 pada Wokwi," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 2024, doi: 10.55606/jtmei.v3i4.4544.
- [9] W. Ariyadi, A. Sumaedi, and Mardiansyah, "Simulasi Rancang Bangun Pengukuran Suhu dan Kelembaban Menggunakan Sensor DHT-22 dengan Pemrograman Software Arduino Uno dan Wokwi Online," *Journal Information & Computer*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.32493/jicomisc.v2i1.38642.
- [10] K. Asparuhova, D. Shehova, S. Asenov, H. Kanevski, and A. Parushev, "Using WOKWI Simulator to Support Engineering Student Learning in Microcontrollers and Sensors," *2024 XXXIII International Scientific Conference Electronics (ET)*, 2024, doi: 10.1109/ET63133.2024.10721553.
- [11] S. Iman, T. N. Arifin, and E. Wahyuningsih, "Development of a Dual-Leaf Automatic Door Prototype Based on Arduino using HC-SR04 Ultrasonic Sensor and Servo Motor," *International Journal Science and Technology*, vol. 4, no. 2, 2025, doi: 10.56127/ijst.v4i2.2133.
- [12] G. N. E. Putra and L. Nulhakim, "Otomatisasi Perangkap Tikus Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, vol. 9, no. 2, pp. 49–56, 2023, doi: 10.51998/jti.v9i2.543.
- [13] N. K. Prabowo and Irwanto, "The Implementation of Arduino Microcontroller Boards in Science: A Bibliometric Analysis from 2008 to 2022," 2023.
- [14] D. M. N. Pakpahan, H. Purwadi, and A. Wajiansyah, "Arduino-Based Automatic Door Opener Design Using Ultra-sonic Sensors," *Journal of Engineering, Electrical and Informatics*, vol. 6, no. 1, pp. 40–47, 2025. doi: 10.55606/jeei.v6i1.6663.
- [15] R. Sudrajat and F. Rofifah, "Rancang Bangun Sistem Kendali Kipas Angin dengan Sensor Suhu dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *REMIK: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 555–564, 2023. doi: 10.33395/remik.v7i1.12082.
- [16] N. Fajriyah, W. Setiawan, and T. Duha, "Analisis Sistem Pengukur Tinggi Badan Pengunjung Butik XYZ Menggunakan Microcontroller Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *Jurnal Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2023. doi: 10.57094/ji.v2i1.810.

- [17] H. Prasetyoko, Z. Sari, and G. I. Marthasari, “Rancang Bangun Pintu Portal Otomatis Berbasis IoT (Studi Kasus: Perumahan Mutiara Jingga),” *Jurnal Repositor*, vol. 4, no. 2, 2024, doi: 10.22219/repositor.v4i2.31093.
- [18] K. D. Dextiro, I. M. A. D. Suarjaya, and K. S. Wibawa, “Rancang Bangun Sistem Smart Gate Pada Parkir Sepeda Motor Menggunakan Sensor Ultrasonik dan MQTT Berbasis Internet of Things,” *JITTER: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 2167–2176, 2024, doi: 10.24843/JTRTI.2024.v05.i02.p04.
- [19] C. Pradhana and I. Martha F., “Simulation of IR-Based Remote Control on a Multisensor Microcontroller System for Environmental Monitoring Using Wokwi,” *Proceeding of the International Conference on Business, Innovation, Technology, and Science (ICoBITS)*, 2025, doi: 10.32664/icobits.v1.122.
- [20] M. A. Rizkiawan, Z. Avista, E. Kurniawan, and B. Ghalib, “Arduino Uno based LCD I2C Running Text Simulation Using Online Simulator as Virtual Prototype Media,” *Tech: Journal of Engineering Science*, vol. 2, no. 1, 2026, doi: 10.69836/tech.v2i1.748.