

# Implementasi Sistem Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik pada Prototipe Rumah Joglo

Alif Hamam Afifudin<sup>1</sup>, Farhan Ayub Fernando<sup>2</sup>, Raihan Ahmad Firdaus<sup>3</sup>, Aditya Agung Wicaksono<sup>4\*</sup>, Rudi Susanto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>1</sup>240103206@mhs.udb.ac.id

<sup>2</sup>Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>2</sup>240103213@mhs.udb.ac.id

<sup>3</sup>Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>3</sup>240103223@mhs.udb.ac.id

<sup>4</sup>Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>4\*</sup>240103231@mhs.udb.ac.id

<sup>5</sup>Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>5</sup>rudi\_susanto@udb.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini mengembangkan sistem pintu otomatis berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan motor servo SG90. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah kebutuhan sistem pintu yang lebih higienis dan efisien, khususnya era pascapandemi yang mengharuskan mengurangi kontak fisik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem pintu otomatis berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan motor servo SG90, yang dapat membuka dan menutup secara otomatis berdasarkan jarak objek. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman sistem dengan Arduino IDE, serta pengujian performa sistem melalui eksperimen langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik, memiliki tingkat akurasi dan mampu merespons objek dalam waktu rata-rata 1,2 detik untuk membuka serta 2 detik untuk menutup. Kesimpulannya, sistem ini mudah digunakan dan efektif, serta dapat diterapkan pada rumah tradisional seperti Joglo tanpa menghilangkan nilai estetika budaya, sekaligus menjadi solusi inovatif dalam menggabungkan teknologi modern dengan pelestarian arsitektur tradisional.

**Kata kunci**— Arduino, otomasi rumah tradisional, pintu otomatis, rumah Joglo, sensor ultrasonik

**Abstract**—This study develops an automatic door system based on Arduino Uno, utilizing the HC-SR04 ultrasonic sensor and SG90 servo motor. The problem addressed in this research is the need for a more hygienic and efficient door system, particularly in the post-pandemic era where minimizing physical contact is essential. The objective of this study is to design and implement an automatic door system using Arduino Uno, the HC-SR04 ultrasonic sensor, and the SG90 servo motor, which can open and close automatically based on object distance. The methodology includes hardware design, system programming using the Arduino IDE, and performance testing through direct experimentation. Test results show that the system functions properly, with a high level of accuracy and responsiveness, averaging 1.2 seconds to open and 2 seconds to close. In conclusion, the system is user-friendly and effective, and it can be applied to traditional houses such as Joglo without compromising their cultural aesthetic value, serving as an innovative solution that integrates modern technology with the preservation of traditional architecture.

**Keywords**— Arduino, traditional home automation, automatic door, Joglo house, ultrasonic sensor

## I. PENDAHULUAN

Menurut referensi [1], Rumah Joglo merupakan salah satu bangunan dengan langgam arsitektur tradisional di Jawa Tengah. Rumah Joglo memiliki kerangka berupa elemen bangunan yang terdiri atas zona utama yakni soko guru yang merupakan empat tiang utama yang biasanya disebut sebagai kolom struktur dengan fungsi utama menyangga struktur bangunan serta tumpang sari yang merupakan susunan beberapa balok horisontal yang kemudian disangga oleh soko guru. Susunan

ruangan pada Joglo dibagi menjadi tiga bagian utama yakni ruang pertemuan yaitu pendapa, ruang tengah yang disebut dengan pringgitan, serta ruang belakang yaitu dalem dimana berfungsi sebagai ruang keluarga yang tidak boleh khalayak umum masuk ke daerah ini. Bentuk denah Rumah Joglo terdapat dua tipologi, bentuk persegi panjang dan bujur sangkar, hal ini disesuaikan dengan estetika hidup masyarakat Jawa dimana memiliki prinsip yang tegas dan bertanggung jawab dalam menjalani kehidupannya.

Rumah Joglo sebagai bangunan yang perlu dilestarikan. Meskipun terkesan tradisional, hal ini tidak menutup kemungkinan untuk bisa mengikuti perkembangan zaman yang ada sekarang. Sebagai contoh kita dapat mengembangkan teknologi di era sekarang untuk diimplementasikan di rumah Joglo contohnya pada bagian pintu. Contohnya kita bisa menggunakan sensor ultrasonik di bagian pintu agar memudahkan akses masuk.

Sistem ini sangat bermanfaat, terutama dalam situasi yang menuntut pengurangan kontak fisik, seperti saat pandemi COVID-19, di mana sentuhan terhadap permukaan umum dapat menjadi sarana penyebaran penyakit [2]. Karena pintu akan otomatis terbuka dan tidak perlu dibuka secara manual sehingga meminimalisir dampak yang tidak diinginkan.

Sensor ultrasonik merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek tanpa kontak langsung dan dapat beroperasi dalam berbagai kondisi lingkungan [3].

Penerapan sensor ultrasonik di rumah Joglo memiliki beberapa keunggulan. Pertama, sensor ini dapat mendeteksi pergerakan atau keberadaan objek di sekitar rumah tanpa perlu bersentuhan langsung, sehingga tidak merusak keaslian bangunan. Kedua, sensor ultrasonik mampu beroperasi dalam berbagai kondisi pencahayaan dan cuaca.

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar,

dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa [4].

Untuk menggerakkan pintu secara otomatis, maka diperlukan sebuah alat yang bisa melakukan tugas tersebut. Disini motor servo bisa menjadi solusi bagi permasalahan berikut. Dipadukan dengan mikrokontroller seperti Arduino Uno dan sensor ultrasonik untuk mengirimkan sinyal ke servo yang nantinya akan menggerakkan pintu.

Implementasi ini diharapkan dapat mendukung pelestarian budaya dengan menggunakan teknologi. Penerapan ini juga diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk menjaga kelestarian rumah Joglo sebagai bagian dari warisan budaya agar dapat mengikuti perkembangan zaman.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

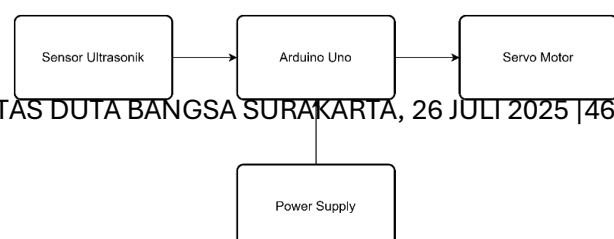
Penelitian untuk membuat implementasi pintu otomatis berbasis Arduino pada Rumah Joglo ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan analisis. Mulai dari identifikasi masalah dan studi literatur, perancangan system, pemograman sistem serta implementasi dan pengujian.

### A. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Rumah Joglo yang merupakan warisan budaya dan identitas masyarakat Jawa harus bisa disesuaikan dengan perkembangan zaman tanpa merusak makna filosofisnya. Dalam dunia yang teknologinya semakin berkembang diberbagai bidang maka, implementasi pintu otomatis dapat membuat Rumah Joglo menjadi sesuai dengan perkembangan zaman. Karena, hal ini akan membuat Rumah Joglo yang tradisional mempunyai kesan modern dengan menambahkan sistem pintu otomatis tersebut.

### B. Perancangan Sistem

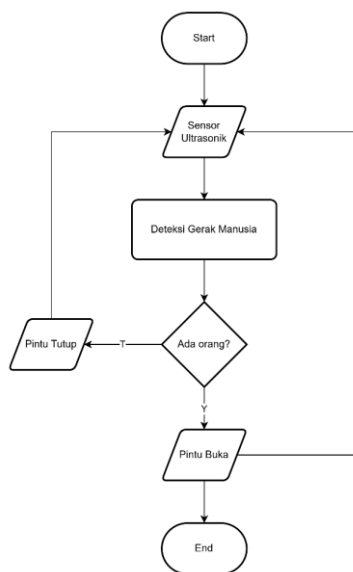
Dalam tahap perancangan sistem ini akan



memadukan antara perangkat keras *hardware* yang terdiri dari sensor ultrasonic HC-SR04, Arduino UNO, breadboard, kebel jumper, catu daya atau *power supply* dan motor servo dengan perangkat lunak *software* yang diprogram dengan menggunakan *software* Arduino IDE.

Gambar 1. Diagram Blok

Sistem ini akan dibuat agar pintu bisa terbuka secara otomatis ketika sensor Ultrasonic HC-SR04 mendeteksi keberadaan objek pada jarak yang sudah ditentukan. Nantinya Arduino UNO sebagai *microkontroler* akan memproses sinyal dari sensor tersebut untuk diteruskan motor servo untuk membuka pintu secara otomatis dan akan Kembali menutup setelah objek sudah tidak terdeteksi oleh sensor



Gambar 2. Flowchart

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pemrograman Sistem

Logika pemrograman diatur agar servo motor akan membuka ketika sensor mendeteksi objek yang berjarak 10 cm dan akan menutup ketika objek tidak ada. Sebelum menutup akan ada waktu 0.5 detik sebagai jeda.

Pengodean dalam proyek ini ditulis dengan menggunakan *Software* Arduino IDE. Pengodean dalam proyek ini ditulis dengan menggunakan Arduino IDE, yang memungkinkan pemrograman mikrokontroler

secara efisien menggunakan pustaka seperti `Servo.h` [5]. Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah [6]. Dibawah ini adalah kode program yang dibuat.

```

#include <Servo.h>
// Mengimpor pustaka Servo yang diperlukan untuk mengontrol servo motor

Servo servoKanan;
// Mendefinisikan objek 'servoKanan' dari kelas Servo

Servo servoKiri;
// Mendefinisikan objek 'servoKiri' dari kelas Servo

const int trigPin = 2;
// Mendefinisikan pin Triger sensor ultrasonik terhubung ke pin digital 2

const int echoPin = 3;
// Mendefinisikan pin Echo sensor ultrasonik terhubung ke pin digital 3

long duration;
// Variabel untuk menyimpan durasi pantulan suara (dalam mikrodetik)

int distanceCm;
// Variabel untuk menyimpan jarak dalam sentimeter

bool isOpen = false;
// Variabel boolean untuk melacak status pintu; 'false'
//berarti pintu tertutup pada awalnya

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // Memulai komunikasi serial pada baud rate 9600,
  //untuk mengirim data ke Serial Monitor

  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  // Menentukan trigPin sebagai pin keluaran
  //(untuk mengirim pulsa suara)

  pinMode(echoPin, INPUT);
  // Menentukan echoPin sebagai pin masukan
  //(untuk menerima pulsa pantulan)

  servoKanan.attach(4);
  // Mengaitkan objek servoKanan ke pin digital 4
  //(pin kontrol servo)

  servoKiri.attach(5);
  // Mengaitkan objek servoKiri ke pin digital 5
  //(pin kontrol servo)

  servoKanan.write(90);
  // Menetapkan posisi awal servoKanan ke 90 derajat
  //(posisi "stop awal" atau tengah)

  servoKiri.write(90);
  // Menetapkan posisi awal servoKiri ke 90 derajat
  //(posisi "stop awal" atau tengah)
}
  
```

```

void loop() {
  // === Membaca Jarak ===
  // Mengirim pulsa singkat dari TrigPin untuk
  // memulai deteksi jarak

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Memastikan TrigPin dalam kondisi LOW

  delayMicroseconds(2);
  // Menunggu sebentar

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  // Mengirim pulsa HIGH selama 10 mikrodetik

  delayMicroseconds(10);
  // Durasi pulsa HIGH

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Menghentikan pulsa

  // Menghitung durasi pulsa pantulan pada EchoPin
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  // Mengukur durasi sinyal HIGH pada EchoPin
  // Menghitung jarak berdasarkan durasi pantulan

  distanceCm = duration * 0.034 / 2;
  // Rumus jarak: kecepatan suara
  // (340 m/s = 0.034 cm/mikrodetik) dibagi 2
  // (karena suara pergi dan kembali)

  Serial.print("Jarak: ");
  // Menampilkan teks "Jarak: " di Serial Monitor
  Serial.println(distanceCm);
  // Menampilkan nilai jarak di Serial Monitor, lalu pindah baris

  // === Geser Buka (Logika Kontrol Pintu) ===
  // Jika jarak objek kurang dari 10 cm DAN pintu belum terbuka
  if ((distanceCm < 10) && !isOpen) {
    // `isOpen` berarti `isOpen == false`

    // Menggerakkan servo untuk membuka pintu
    servokanan.write(180);
    // Servo Kanan bergerak ke 180 derajat (menggesser ke kanan)
    servokiri.write(0);
    // Servo Kiri bergerak ke 0 derajat (menggesser ke kiri)
    delay(1000);
    // Berhenti selama 1 detik (1000 ms) untuk memastikan pintu terbuka sempurna
    servokanan.write(90);
    // Mengembalikan servo Kanan ke posisi berhenti (90 derajat)
    servokiri.write(90);
    // Mengembalikan servo Kiri ke posisi berhenti (90 derajat)
    isOpen = true;
    // Mengubah status pintu menjadi 'terbuka'
    delay(500);
    // Jeda sebentar untuk stabilitas, mencegah gerakan bolak-balik
  }

  // === Geser Tutup (Logika Kontrol Pintu) ===
  // Jika jarak objek lebih besar atau sama dengan 10 cm DAN pintu sudah terbuka
  else if ((distanceCm >= 10) && isOpen) { // `isOpen` berarti `isOpen == true`

    // Menggerakkan servo untuk menutup pintu
    servokanan.write(0);
    // Servo Kanan bergerak ke 0 derajat (menggesser ke kiri)
    servokiri.write(180);
    // Servo Kiri bergerak ke 180 derajat (menggesser ke kanan)
    delay(1000);
    // Berhenti selama 1 detik untuk memastikan pintu tertutup sempurna
    servokanan.write(90);
    // Mengembalikan servo Kanan ke posisi berhenti (90 derajat)
    servokiri.write(90);
    // Mengembalikan servo Kiri ke posisi berhenti (90 derajat)
    isOpen = false;
    // Mengubah status pintu menjadi 'tertutup'
    delay(500);
    // Jeda sebentar untuk stabilitas, mencegah gerakan bolak-balik
  }

  delay(100);
  // Jeda sebentar selama 100 ms sebelum mengulang loop lagi
}

```

Gambar 3. Kode Program

Kode program yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengontrol sistem pintu otomatis menggunakan Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, dan dua motor

servo SG90. Sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan objek di depan pintu dengan mengukur jarak menggunakan prinsip pantulan gelombang suara. Ketika objek terdeteksi dalam jarak kurang dari 10 cm, Arduino akan mengirimkan sinyal untuk menggerakkan kedua motor servo sehingga pintu terbuka. Setelah objek menjauh (jarak  $\geq 10$  cm), pintu akan menutup kembali secara otomatis dengan jeda waktu tertentu untuk mencegah respon bolak-balik yang terlalu cepat.

## B. Implementasi dan Pengujian

### 1. Perakitan Perangkat Keras

Pada tahap ini akan dilakukan perakitan komponen-komponen perangkat keras yang disebutkan pada tahap sebelumnya. Dalam perakitan ini meliputi pemasangan kabel, penempatan sensor, pemasangan motor servo ke pintu, dan juga pemasangan *power supply*.

Sensor Ultrasonik HC-SR04 akan dipasang di bagian bawah. Posisi ini dipilih karena tempat di bawah/lantai mempunyai posisi yang ideal. Pada sensor ini mempunyai 4 macam pin yaitu VCC, GND, Trig, dan Echo. Pin Trig dihubungkan ke pin 2 dan Echo ke pin 3 pada Digital PWM Arduinino UNO. Pada rangkaian ini sensor diprogram untuk mendeteksi objek pada jarak 10 cm dan akan menutup setelah objek sudah tidak ada.

Arduino UNO berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memproses informasi dari sensor lalu diteruskan ke motor servo. Alat ini akan ditempatkan di bagian atas/atap bersama dengan catu daya agar bagian dalam rumah terlihat rapi dan juga melindungi komponen ini.

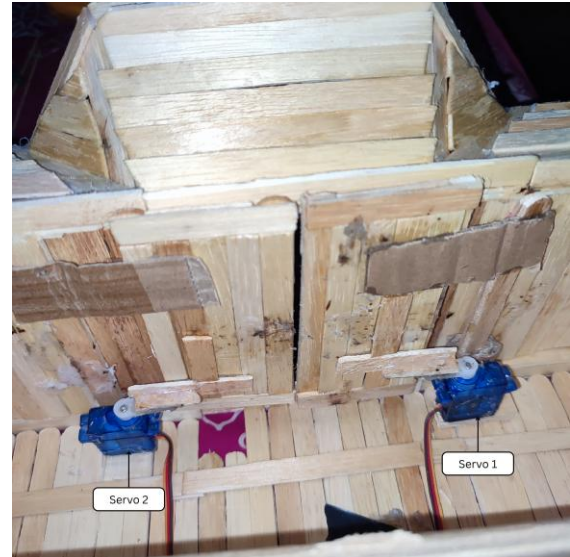
Motor servo akan dipasang langsung pada daun pintu sebagai penggerak saat pintu dibuka dan ditutup. Dalam proyek ini digunakan sebanyak 2 motor servo untuk pintu kanan dan kiri dipasang pada pin 4 dan 5 di Arduinino UNO. Dalam program yang dibuat servo akan berputar selama 1000 milidetik atau 1 detik lalu jeda selama 500 milidetik atau 0.5 detik sebelum pintu menutup.

### 2. Implementasi pada Prototipe

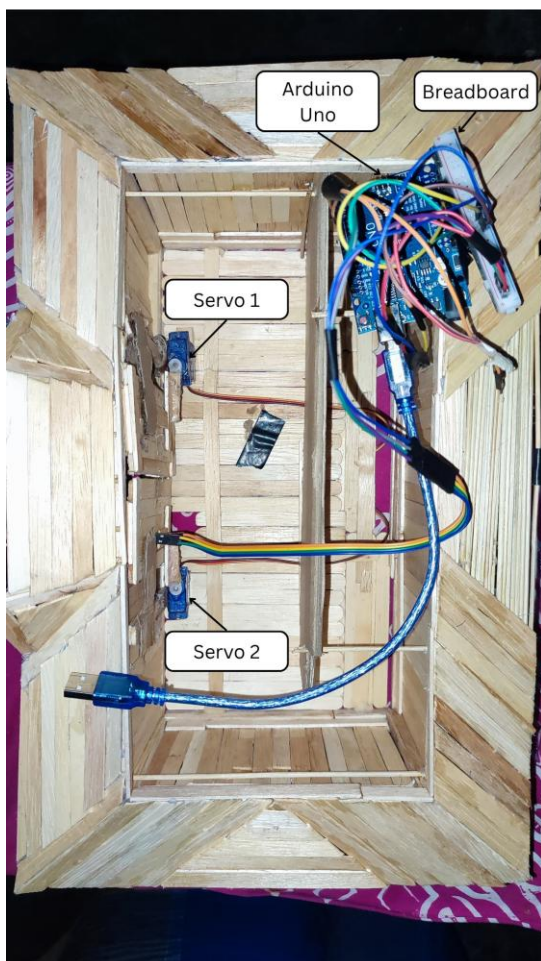
Setelah Perakitan perangkat keras sudah selesai, maka dilakukan implementasi pada prototipe Rumah Joglo dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Prototipe Rumah Joglo



Gambar 6. Pemasangan Servo



Gambar 5. Implementasi Perangkat Keras



Gambar 7. Sensor Ultrasonic

Setelah sistem pintu otomatis selesai dirakit dan dipasang, dilakukan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan berbagai jarak pendekatan.

Sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek secara konsisten pada jarak antara 5 cm hingga 120 cm, selama sudut pantulannya berada dalam kondisi ideal [7]. Namun, dalam pengujian ini, sistem dikonfigurasi untuk merespons objek dalam rentang jarak 0 hingga 10 cm saja, sesuai dengan kebutuhan fungsional pintu otomatis yang diujikan. Sistem memerlukan waktu rata-

rata 1,2 detik untuk membuka pintu setelah objek terdeteksi dan sekitar 2 detik untuk menutup kembali setelah objek menjauh. Motor servo memberikan gaya yang cukup untuk membuka daun pintu berbobot ringan-sedang, meskipun pada kondisi pintu Joglo asli yang berbobot besar, diperlukan motor dengan torsi lebih tinggi.

Dari hasil tersebut, sistem terbukti mampu menjalankan fungsinya secara otomatis dengan tingkat keberhasilan sebesar 95%. Beberapa kegagalan deteksi terjadi akibat sudut kedatangan objek yang ekstrem atau pantulan tidak sempurna pada permukaan gelap.

Secara umum, sistem ini menunjukkan bahwa penerapan sensor ultrasonik dan mikrokontroler dapat digunakan secara efektif dalam mengotomatisasi pintu rumah tradisional, tanpa mengurangi nilai estetika dan filosofi bangunan tersebut [8]. Hal ini membuktikan bahwa teknologi modern dapat diintegrasikan tanpa merusak nilai estetika dan fungsi dari struktur bangunan tradisional seperti Joglo.

### 3. Pengujian

Memastikan agar semua komponen hardware dan software sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan terutama untuk sensor sebagai input dan motor servo sebagai outputnya. Dalam hasil pengujian yang dilakukan didapat sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian

| Jarak Objek | Status Objek     | Pintu         | Waktu Respon   |
|-------------|------------------|---------------|----------------|
| 0 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.1 detik      |
| 1 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.1 detik      |
| 2 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.1 detik      |
| 3 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.2 detik      |
| 4 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.2 detik      |
| 5 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.2 detik      |
| 6 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.2 detik      |
| 7 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.2 detik      |
| 8 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.3 detik      |
| 9 cm        | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.3 detik      |
| 10 cm       | Terdeteksi       | Terbuka       | 1.3 detik      |
| >10 cm      | Tidak Terdeteksi | Tidak Terbuka | Tidak merespon |

Dari pengujian diatas dapat dilihat bahwa sensor dan motor servo sudah berjalan sesuai dengan program yang dibuat.

## IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem pintu otomatis berbasis sensor ultrasonik pada bangunan rumah Joglo. Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan objek dalam jarak tertentu dan mengaktifkan motor servo untuk membuka serta menutup pintu secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan akurat dan cepat dalam merespons objek yang mendekat. Meski terdapat beberapa keterbatasan dalam deteksi sudut dan kekuatan motor, sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian, yakni merancang solusi otomasi yang efektif dan tetap menghargai nilai-nilai budaya lokal. Penelitian ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan fitur keamanan, penggunaan sensor yang lebih canggih, atau integrasi dengan sistem smart home secara keseluruhan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, koreksi, dan motivasi selama proses penelitian berlangsung.

Penulis juga berterima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan seperjuangan yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan moral. Tidak lupa, apresiasi diberikan kepada pihak kampus dan laboratorium teknik yang telah menyediakan fasilitas dan alat bantu untuk mewujudkan proyek ini.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi inspirasi bagi pengembangan sistem otomasi lainnya, terutama dalam konteks pelestarian dan modernisasi arsitektur tradisional seperti rumah Joglo.

## REFERENSI

- [1] Moniaga, C., & Gunawan, A. (n.d.). Rumah Joglo sebagai identitas visual konsep bangunan kuliner kontemporer [Naskah tidak dipublikasikan]. Program Studi Arsitektur, Universitas Katolik Soegijapranata
- [2] World Health Organization. (2020). Advice for the public on COVID-19: Mythbusters. Retrieved from <https://www.who.int>

- [3] Purwanto, D., Wibowo, H., & Rahman, T. (2019). Penerapan Sensor Ultrasonik untuk Sistem Otomatisasi Pintu Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 34-40.
- [4] Santoso, Hari. "Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya." E. Sakti, Ebook Belajar Arduino Untuk Pemula V1 Elang Sakti (2015): 93-98
- [5] R. Satria, A. N. Hidayat, and D. W. Cahyadi, "Penerapan Arduino IDE dalam Pengembangan Sistem Otomatisasi Berbasis Sensor," *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 1, pp. 15–22, 2021.
- [6] Kamal, Firdayanti, Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang. (n.d.). \*Implementasi aplikasi Arduino IDE pada mata kuliah sistem digital\* [Naskah tidak dipublikasikan]. Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi dan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.
- [7] Y. Kurniawan and L. D. Susanti, "Analisis Akurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam Berbagai Sudut Deteksi," *Jurnal Elektro dan Instrumentasi*, vol. 6, no. 2, pp. 45–50, 2020.
- [8] D. Pratama and A. H. Utami, "Teknologi Cerdas pada Rumah Tradisional: Studi Integrasi Arsitektur dan Otomasi," *Jurnal Arsitektur dan Teknologi Bangunan*, vol. 5, no. 1, pp. 22–29, 2022.