

# Rancang Bangun Sistem Wayang Among Tamu Berbasis ESP32 sebagai Penyambut Tamu Otomatis

Dennis Andru Wijaya<sup>1\*</sup>, Raihan Emirul Haq<sup>2</sup>, Gheza Fadlillah Al Ghozali<sup>3</sup>, Varell Maulana Ibrahim<sup>4</sup>, Rudi Susanto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika/Fakultas Ilmu  
Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>1\*</sup>250103096@mhs.udb.ac.id

<sup>2</sup>Teknik Informatika/Fakultas Ilmu  
Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>2</sup>250103109@mhs.udb.ac.id

<sup>3</sup>Teknik Informatika/Fakultas Ilmu  
Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>3</sup>250103100@mhs.udb.ac.id

<sup>4</sup>Teknik Informatika/Fakultas Ilmu  
Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>4</sup>250103112@mhs.udb.ac.id

<sup>5</sup>Teknik Informatika/Fakultas Ilmu  
Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>5</sup>rudi\_susanto@udb.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem penyambut tamu otomatis bernama *Wayang Among Tamu* berbasis ESP32. Sistem menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi pengunjung, DFPlayer Mini untuk memutar audio sambutan, dan servo MG90S untuk menggerakkan wayang. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari tahap analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pembuatan sistem, serta pengujian untuk memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai dengan rancangan. Ketika pengunjung terdeteksi, sistem akan memutar audio sambutan, menggerakkan wayang, serta menghitung jumlah pengunjung yang datang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja dengan baik sesuai rancangan. Sistem mampu mendeteksi pengunjung hingga jarak sekitar 2 meter, memutar audio dengan jelas, menggerakkan wayang secara otomatis, dan melakukan perhitungan jumlah pengunjung secara akurat. Dengan demikian, *Wayang Among Tamu* dapat digunakan sebagai media penyambut tamu yang interaktif dan otomatis.

**Kata kunci**— ESP32, HC-SR04, DFPlayer Mini, Servo MG90S, Penyambut Tamu Otomatis.

**Abstract**— This study aims to design and build an ESP32-based automated guest-greeting system named "Wayang Among Tamu." The system utilizes an HC-SR04 sensor to detect visitors, a DFPlayer Mini to play a greeting message, and an MG90S servo motor to animate the \*wayang\* (puppet). The research methodology encompasses system requirements analysis, hardware and software design, system construction, and testing to ensure all components function according to the design specifications. Upon detecting a visitor, the system plays a greeting, animates the puppet, and counts the number of arriving visitors. Test results indicate that all components operate effectively as designed; the system successfully detects visitors within a range of approximately two meters, plays clear audio, automatically animates the puppet, and accurately counts visitors. Consequently, *Wayang Among Tamu* serves as an interactive and automated guest-greeting medium.

**Keywords**— ESP32, HC-SR04, DFPlayer Mini, Servo MG90S, Automatic Guest Greeter.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) dan sistem tertanam (embedded system) telah mendorong terciptanya berbagai perangkat otomatis yang dapat membantu aktivitas manusia. Salah satu penerapannya adalah pada sistem penyambutan tamu yang mampu memberikan respons secara otomatis ketika mendeteksi kehadiran pengunjung. Sistem seperti ini dapat meningkatkan interaksi serta memberikan kesan yang lebih menarik

dibandingkan penyambutan secara konvensional [1].

Wayang merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai seni dan filosofi yang tinggi. Pemanfaatan teknologi pada media wayang dapat menjadi inovasi untuk memperkenalkan budaya sekaligus memberikan fungsi yang lebih interaktif. Oleh karena itu, dirancang sebuah sistem penyambut tamu otomatis yang diberi nama *Wayang Among Tamu* [2].

Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi keberadaan pengunjung, DFPlayer Mini sebagai pemutar audio sambutan, dan servo MG90S sebagai penggerak wayang. Ketika pengunjung terdeteksi pada jarak tertentu, sistem akan memutar audio sambutan, menggerakkan wayang, serta menghitung jumlah pengunjung yang datang secara otomatis [3].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *Wayang Among Tamu* berbasis ESP32 yang mampu mendeteksi pengunjung, memberikan sambutan secara audio, menggerakkan wayang secara otomatis, dan melakukan pencatatan jumlah pengunjung. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu contoh penerapan teknologi IoT dan sistem otomatisasi yang dipadukan dengan unsur budaya lokal.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem penyambut tamu otomatis berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor sebagai pendeteksi keberadaan pengunjung. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada fungsi otomatisasi tanpa mengintegrasikan unsur budaya sebagai media interaksi. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem *Wayang Among Tamu* yang menggabungkan teknologi IoT dengan media wayang sebagai sarana penyambutan tamu yang interaktif sekaligus mendukung pelestarian budaya lokal.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan sistem *Wayang Among Tamu* terdiri dari empat tahapan utama, yaitu analisis, perancangan, pembuatan, dan pengujian. Tahapan-tahapan tersebut dilakukan secara berurutan untuk menghasilkan sistem penyambut tamu otomatis yang dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian [4].

### A. Analisis

Pada tahap analisis dilakukan identifikasi kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Analisis meliputi penentuan fungsi utama sistem,

kebutuhan perangkat keras, dan kebutuhan perangkat lunak. Sistem dirancang agar mampu mendeteksi keberadaan pengunjung, memutar audio sambutan, menggerakkan wayang secara otomatis, serta menghitung jumlah pengunjung yang datang [5][6].

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari ESP32 DevKit V1 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek, servo MG90S sebagai penggerak wayang, DFPlayer Mini sebagai pemutar audio, speaker 8Ω 0,5W sebagai keluaran audio, dan kartu MicroSD sebagai media penyimpanan file audio.

### B. Perancangan

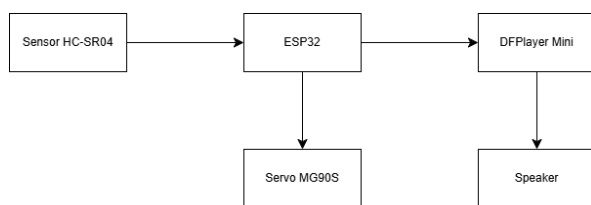
Tahap perancangan dilakukan untuk menentukan struktur dan cara kerja sistem *Wayang Among Tamu* agar seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi. Perancangan meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai dasar dalam proses pembuatan sistem. Pada tahap ini disusun diagram blok untuk menggambarkan hubungan antar komponen, flowchart untuk menjelaskan alur kerja sistem, serta desain alat sebagai gambaran bentuk fisik sistem yang akan dibangun. Selain itu, dirancang pula program pada ESP32 yang mengatur proses pendeteksian pengunjung, pemutaran audio sambutan, pergerakan wayang, dan pencatatan jumlah pengunjung. Hasil dari tahap perancangan ini menjadi pedoman dalam proses pembuatan dan pengujian sistem agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian.

#### 1. Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok dilakukan untuk menggambarkan hubungan antar komponen yang digunakan dalam sistem *Wayang Among Tamu*. Sistem terdiri dari sensor HC-SR04 sebagai perangkat input, ESP32 sebagai pengendali utama, DFPlayer Mini dan speaker sebagai perangkat keluaran audio, serta servo MG90S sebagai aktuator penggerak wayang. Sensor HC-SR04 mendeteksi keberadaan pengunjung dan mengirimkan data jarak ke ESP32. Data tersebut kemudian diproses untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan sistem. Apabila pengunjung

terdeteksi, ESP32 akan mengaktifkan DFPlayer Mini untuk memutar audio sambutan dan menggerakkan servo MG90S sehingga wayang dapat bergerak secara otomatis [7][8].

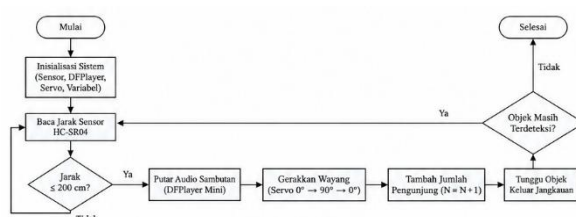
Perancangan sistem diawali dengan pembuatan diagram blok yang menggambarkan hubungan antar komponen penyusun sistem. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Sensor HC-SR04 berfungsi sebagai perangkat masukan yang mengirimkan data ke ESP32 untuk diproses, kemudian ESP32 mengendalikan DFPlayer Mini dan servo MG90S sebagai perangkat keluaran.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Wayang Among Tamu

## 2. Flowchart Sistem

Flowchart digunakan untuk menjelaskan alur kerja sistem dari awal hingga akhir proses. Sistem diawali dengan proses inialisasi seluruh komponen yang digunakan. Selanjutnya sensor HC-SR04 melakukan pembacaan jarak secara terus-menerus. Ketika objek terdeteksi pada jarak yang telah ditentukan, ESP32 akan menjalankan perintah untuk memutar audio sambutan melalui DFPlayer Mini, menggerakkan servo MG90S, dan menambahkan nilai penghitung pengunjung. Setelah objek tidak lagi terdeteksi, status sistem akan direset sehingga siap untuk mendeteksi pengunjung berikutnya. Flowchart ini digunakan sebagai acuan dalam pembuatan program dan pengujian sistem. Alur kerja sistem dirancang menggunakan flowchart agar proses yang dilakukan oleh sistem lebih mudah dipahami. Flowchart sistem ditunjukkan pada Gambar 2. [6].



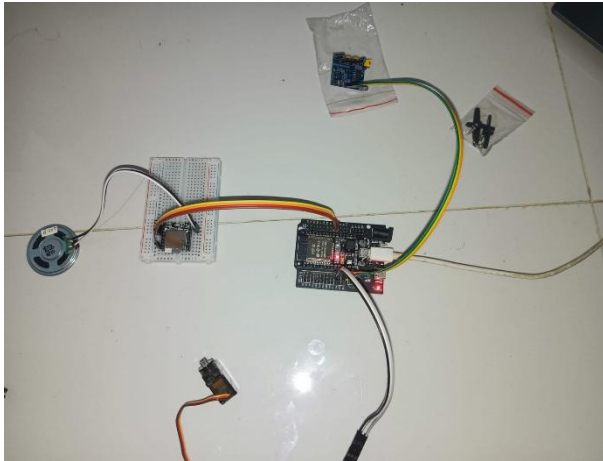
Gambar 2. Flowchart Sistem

## 3. Desain Alat

Wayang Bima (Werkudara) merupakan representasi fisik dari salah satu tokoh pewayangan Mahabharata yang dikenal memiliki sifat gagah, jujur, dan pemberani. Miniatur ini dirancang menggunakan bahan kertas duplek yang dibentuk dan dihias untuk menampilkan karakteristik tokoh Bima (Werkudara) dengan ciri khas tubuh yang tegap, ekspresi tegas, serta atribut pewayangan yang mencerminkan nilai-nilai kepahlawanan dalam budaya Jawa. Model ini digunakan sebagai media integrasi dalam pengembangan sistem otomasi berbasis ESP32, yang bertujuan untuk menggabungkan unsur budaya tradisional dengan teknologi modern. Melalui pendekatan teknologi berbasis budaya, miniatur wayang ini tidak hanya berfungsi sebagai media edukasi dan pelestarian budaya, tetapi juga sebagai sarana implementasi sistem interaktif yang mampu memberikan pengalaman menarik kepada pengguna tanpa menghilangkan nilai-nilai kearifan lokal yang terkandung dalam seni pewayangan [7].

## C. Pembuatan

Tahap pembuatan dilakukan setelah proses analisis dan perancangan selesai. Pada tahap ini, seluruh komponen dirakit sesuai dengan skema yang telah dirancang, meliputi ESP32 DevKit V1, sensor ultrasonik HC-SR04, servo MG90S, DFPlayer Mini, speaker, dan kartu MicroSD. Setelah proses perakitan perangkat keras selesai, dilakukan pemrograman menggunakan Arduino IDE untuk mengimplementasikan logika sistem yang mencakup pendeteksian pengunjung, pemutaran audio sambutan, pergerakan servo, dan perhitungan jumlah pengunjung. Selanjutnya, dilakukan pengecekan koneksi serta pengujian awal pada setiap komponen untuk memastikan seluruh perangkat berfungsi dengan baik sebelum sistem diintegrasikan secara keseluruhan. Dokumentasi proses pembuatan sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dokumentasi Proses Pembuatan Sistem Wayang Among Tamu

Tahap pembuatan dilakukan dengan merakit seluruh komponen sesuai rancangan yang telah dibuat. Setelah proses perakitan selesai, dilakukan pengembangan program menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ [8][9].

Program yang dibuat bertugas membaca data dari sensor HC-SR04, mengontrol servo MG90S, mengirim perintah pemutaran audio ke DFPlayer Mini, dan menghitung jumlah pengunjung yang terdeteksi. File audio sambutan disimpan pada kartu MicroSD dengan nama *0001.mp3* sehingga dapat dipanggil oleh sistem saat proses penyambutan berlangsung [10].

#### D. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dan sistem bekerja sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan pada sensor HC-SR04 untuk mengetahui kemampuan deteksi objek, pada servo MG90S untuk memastikan pergerakan sesuai program, serta pada DFPlayer Mini untuk memastikan audio dapat diputar dengan baik.

Selain pengujian masing-masing komponen, dilakukan pula pengujian sistem secara keseluruhan dengan mensimulasikan kedatangan pengunjung. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu mendeteksi pengunjung, memutar audio sambutan, menggerakkan wayang, dan menghitung jumlah pengunjung secara otomatis serta akurat.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

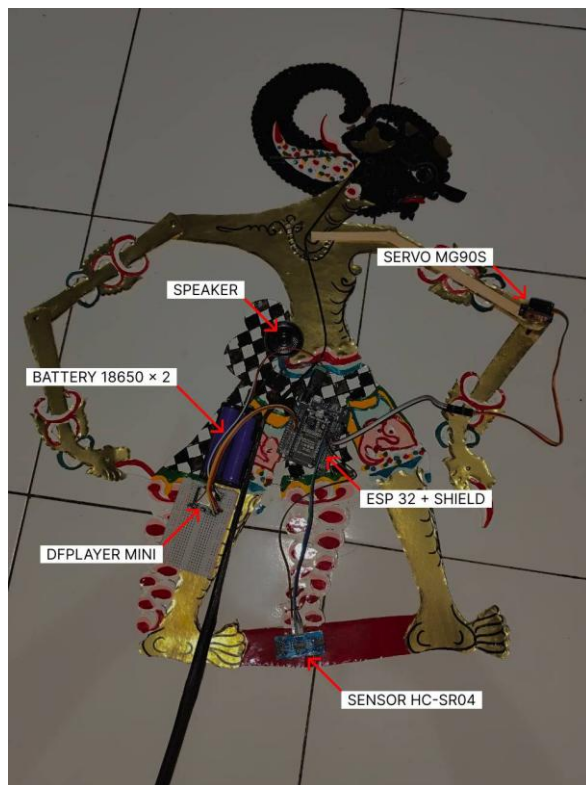
Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem penyambut tamu otomatis bernama *Wayang Among Tamu* yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem dirancang untuk memberikan respons otomatis ketika terdapat pengunjung yang memasuki area deteksi sensor. Respons yang diberikan berupa pemutaran audio sambutan, pergerakan wayang menggunakan servo, serta pencatatan jumlah pengunjung yang terdeteksi. Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

#### A. Hasil Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik HC-SR04, servo MG90S, DFPlayer Mini, speaker 8Ω 0,5W, dan MicroSD ke dalam satu rangkaian berbasis ESP32. Setelah seluruh komponen terhubung sesuai skema rangkaian, program diunggah ke ESP32 menggunakan Arduino IDE.

Pada kondisi normal, sistem berada dalam mode pemantauan dan secara terus-menerus membaca data jarak dari sensor HC-SR04. Ketika sensor mendeteksi objek pada jarak yang telah ditentukan, ESP32 akan menjalankan serangkaian instruksi yang meliputi pemutaran audio sambutan, penggerakan servo, dan penambahan nilai penghitung pengunjung.

Setelah proses perancangan dan pembuatan selesai, sistem *Wayang Among Tamu* berhasil diimplementasikan dalam bentuk prototipe yang mengintegrasikan seluruh komponen sesuai dengan rancangan. Implementasi meliputi pemasangan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi pengunjung, servo MG90S sebagai penggerak wayang, serta DFPlayer Mini yang terhubung dengan speaker sebagai media penyampai audio sambutan. Seluruh komponen dirangkai dan ditempatkan pada miniatur sehingga membentuk satu kesatuan sistem yang dapat beroperasi secara otomatis. Hasil implementasi sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Implementasi Sistem Wayang Among Tamu

Berdasarkan hasil implementasi, sistem dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Ketika pengunjung memasuki area deteksi sensor, ESP32 menerima data dari HC-SR04 dan memprosesnya untuk mengaktifkan DFPlayer Mini serta servo MG90S. Audio sambutan diputar melalui speaker secara otomatis, sementara servo menggerakkan wayang sebagai bentuk penyambutan. Selain itu, sistem juga mencatat jumlah pengunjung yang terdeteksi sehingga seluruh fungsi utama dapat berjalan secara terintegrasi.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat saling berkomunikasi dengan baik. ESP32 mampu menerima data sensor secara real-time dan memberikan perintah kepada DFPlayer Mini serta servo tanpa mengalami gangguan selama proses pengujian.

#### B. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 berfungsi sebagai perangkat utama untuk mendeteksi keberadaan pengunjung. Pengujian dilakukan dengan menempatkan objek

pada beberapa variasi jarak dari sensor untuk mengetahui kemampuan deteksi yang dimiliki.

Pengujian sensor HC-SR04 dilakukan pada beberapa variasi jarak untuk mengetahui kemampuan deteksinya. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

| No | Jarak (cm) | Terdeteksi | Delay (ms) |
|----|------------|------------|------------|
| 1  | 50         | Ya         | 48         |
| 2  | 100        | Ya         | 50         |
| 3  | 150        | Ya         | 53         |
| 4  | 200        | Ya         | 56         |
| 5  | 250        | Tidak      | -          |

Berdasarkan hasil pengujian, sensor mampu mendeteksi objek secara konsisten hingga jarak sekitar 2 meter. Nilai jarak yang diperoleh cukup stabil dan dapat digunakan sebagai parameter untuk memicu sistem penyambutan. Ketika objek berada di luar batas deteksi yang ditentukan, sistem tidak memberikan respons sehingga dapat mengurangi aktivasi yang tidak diperlukan.

Pengujian servo MG90S dilakukan untuk memastikan aktuator dapat bergerak sesuai dengan perintah yang diberikan oleh ESP32. Pengujian dilakukan dengan mengamati pergerakan servo dari sudut awal menuju sudut akhir yang telah diprogram. **Hasil pengujian** ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Servo MG90S

| Pengujian | Sudut Awal | Sudut Akhir | Berhasil |
|-----------|------------|-------------|----------|
| 1         | 0°         | 90°         | Ya       |
| 2         | 90°        | 0°          | Ya       |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, servo MG90S berhasil bergerak dari posisi 0° ke 90° dan kembali ke posisi awal sesuai dengan program yang telah dirancang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32 dan servo berjalan dengan baik sehingga gerakan wayang dapat dilakukan secara otomatis ketika pengunjung terdeteksi.

Pengujian DFPlayer Mini dilakukan untuk memastikan modul mampu memutar file audio sambutan yang tersimpan pada kartu MicroSD. Pengujian dilakukan dengan menjalankan

perintah pemutaran audio dari ESP32 dan mengamati keberhasilan proses pemutaran. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian DFPlayer

| Pengujian | Audio         | Berhasil |
|-----------|---------------|----------|
| 1         | 0001.mp3      | Ya       |
| 2         | Diputar ulang | Ya       |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, DFPlayer Mini berhasil memutar file audio 0001.mp3 serta dapat memutar ulang audio tanpa mengalami kendala. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi serial antara ESP32 dan DFPlayer Mini berfungsi dengan baik sehingga sistem mampu memberikan suara sambutan secara otomatis kepada pengunjung.

#### C. Hasil Pengujian Servo MG90S

Servo MG90S digunakan untuk menggerakkan wayang sebagai bentuk interaksi visual kepada pengunjung. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah gerakan melalui ESP32 saat sensor mendeteksi objek.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa servo mampu bergerak dari posisi awal 0° menuju 90° dan kembali ke posisi semula secara otomatis. Pergerakan berlangsung dengan baik tanpa hambatan yang berarti. Gerakan yang dihasilkan cukup untuk memberikan efek seolah-olah wayang sedang menyapa pengunjung yang datang.

Selain itu, servo tetap dapat bekerja secara stabil meskipun sistem dijalankan berulang kali. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32 dan servo berlangsung dengan baik serta sesuai dengan program yang telah dirancang.

#### D. Hasil Pengujian DFPlayer Mini

DFPlayer Mini berfungsi sebagai modul pemutar audio yang menyampaikan pesan sambutan kepada pengunjung. File audio disimpan pada kartu MicroSD dengan format MP3 dan diberi nama 0001.mp3 sesuai kebutuhan program.

Pengujian dilakukan dengan memicu sistem melalui sensor HC-SR04. Ketika objek terdeteksi,

ESP32 mengirimkan perintah kepada DFPlayer Mini untuk memutar file audio yang tersedia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa audio berhasil diputar dengan baik melalui speaker yang terhubung pada pin SPK1 dan SPK2.

#### E. Hasil Pengujian Pengunjung

Selain memberikan sambutan otomatis, sistem juga dirancang untuk menghitung jumlah pengunjung yang datang. Setiap kali sensor mendeteksi objek dan sistem menjalankan proses penyambutan, nilai penghitung akan bertambah satu.

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan beberapa kali kedatangan pengunjung secara berurutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencatat jumlah pengunjung sesuai dengan jumlah deteksi yang terjadi.

Untuk menghindari pencatatan ganda ketika seseorang masih berada di depan sensor, digunakan logika *detected flag*. Dengan metode ini, sistem hanya akan menambah nilai penghitung ketika terjadi deteksi baru. Setelah objek meninggalkan area sensor, status deteksi akan direset sehingga sistem siap mendeteksi pengunjung berikutnya.

Penerapan logika tersebut terbukti mampu meningkatkan akurasi perhitungan dan mencegah kesalahan pencatatan jumlah pengunjung.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian yang telah dilakukan, sistem penyambut tamu otomatis *Wayang Among Tamu* berbasis ESP32 berhasil direalisasikan dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mendeteksi keberadaan pengunjung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, memutar audio sambutan melalui DFPlayer Mini dan speaker, serta menggerakkan wayang secara otomatis menggunakan servo MG90S [10].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dapat mendeteksi objek hingga jarak sekitar 2 meter dengan baik. Selain itu, DFPlayer Mini mampu memutar file audio sambutan dengan jelas, sedangkan servo MG90S dapat bergerak sesuai program yang telah dirancang.

Fitur penghitung pengunjung juga berhasil diimplementasikan dan mampu mencatat jumlah pengunjung secara akurat dengan bantuan logika anti-deteksi berulang [11][13].

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Sistem hanya menggunakan satu sensor ultrasonik sehingga area deteksi masih terbatas pada satu arah dan berpotensi mengalami penurunan akurasi apabila terdapat lebih dari satu pengunjung yang datang secara bersamaan. Selain itu, sistem belum dilengkapi dengan penyimpanan data pengunjung maupun fitur pemantauan secara **real-time** melalui jaringan internet[12].

Dengan demikian, sistem *Wayang Among Tamu* dapat digunakan sebagai media penyambut tamu yang interaktif, otomatis, dan menarik. Integrasi teknologi mikrokontroler dengan unsur budaya wayang memberikan nilai tambah berupa inovasi yang tidak hanya memiliki fungsi praktis, tetapi juga mendukung pelestarian budaya melalui penerapan teknologi modern. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat dilengkapi dengan konektivitas Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh, penyimpanan data pengunjung ke basis data, penambahan antarmuka berbasis web atau

aplikasi, serta penggunaan sensor tambahan agar jangkauan deteksi menjadi lebih luas dan akurat.

## REFERENSI

- [1] V. Barral Vales, O. C. Fernández, T. Domínguez-Bolaño, C. J. Escudero, and J. A. García-Naya, "Fine Time Measurement for the Internet of Things: A Practical Approach Using ESP32," *arXiv preprint arXiv:2401.16517*, 2024.
- [2] R. N. Sapphira, "Titik Temu Tradisi dan Modernisasi: Adaptasi Kultural Pelestarian Wayang Kulit di Era Digital," *Anthropos: Jurnal Antropologi Sosial dan Budaya*, vol. 8, no. 2, 2023.
- [3] I. Koto, M. E. S. Nasution, Y. Gulo, and A. Derisman, "Rancang Ulang Portal Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP32 Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *Jurnal Surya Teknik*, vol. 13, no. 1, 2026.
- [4] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
- [5] S. W. Sidehabi, M. M. Mubarak, and H. Gani, "ESP32-Based Sumo Robot Control System Using PlayStation 4 Controller with Semi-Autonomous Ultrasonic Features," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 2025.
- [6] B. Ayuningtyas, R. S. Akbar, S. Ilman, R. Rustandi, and N. Nurudin, "Prototype of an IoT-Based Height Sorting Conveyor Using ESP32, HC-SR04, and IR Sensors," *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 5, no. 1, 2026.
- [7] F. Azzahyra, Ismayanti, A. M. Saad, S. Suyuti, and A. Basalamah, "Prototype Sistem Alarm Ketinggian Air," *Jurnal LOGITECH Logika Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 72–77, 2024.
- [8] F. W. Perdana, S. D. Ayuni, A. Wisaksono, and S. Syahririni, "Prototype Social Distancing Reminder Using HC-SR04 Sensor at the Payment Counter via a Smartphone," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [9] DFRobot, DFPlayer Mini MP3 Player Module Wiki and Datasheet.
- [10] Espressif Systems, *ESP32 Series Datasheet*, Espressif Systems, 2024.
- [11] Tower Pro, MG90S Micro Servo Motor Datasheet, Tower Pro.
- [12] S. Sujono and M. Rusli M., "Implementasi Sistem Peringatan Banjir Dini dengan Sensor HC-SR04 Berbasis ESP32 Internet of Things," *Computer Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 41–51, 2026.
- [13] Cytron Technologies, HC-SR04 Ultrasonic Sensor User Guide.