

Sistem Pintu Geser Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan HC-SR04

Natan Setyo Agung^{1*}, Aditya Herlambang Saputra², Domingos De Jesus R.Monteiro³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}230103174@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

²230103154@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

³230103160@mhs.udb.ac.id

⁴Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴pramono@udb.ac.id

Abstrak— Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong lahirnya berbagai inovasi sistem otomatis yang mendukung peningkatan aspek kenyamanan, efisiensi, dan keamanan. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pintu geser otomatis berbasis IoT dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan objek di sekitar pintu, kemudian data yang diperoleh diproses oleh ESP32 untuk mengontrol motor DC melalui driver L298N sehingga mekanisme buka-tutup pintu dapat berjalan secara otomatis. Untuk mendukung fungsi pemantauan dan pengendalian jarak jauh, sistem diintegrasikan dengan platform Blynk yang dapat diakses melalui smartphone. Tahapan penelitian mencakup analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Berdasarkan hasil pengujian, sensor HC-SR04 menghasilkan rata-rata galat pengukuran sebesar 1,92%, yang menunjukkan tingkat akurasi yang baik dalam mendeteksi objek. Sistem berhasil membuka pintu secara otomatis saat objek terdeteksi pada jarak kurang dari 20 cm dan menutup kembali ketika objek tidak lagi berada dalam jangkauan deteksi. Seluruh fitur monitoring dan kontrol yang tersedia pada aplikasi Blynk juga beroperasi dengan baik. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu memenuhi tujuan perancangan dan dapat dijadikan alternatif solusi dalam penerapan teknologi smart home berbasis IoT.

Kata kunci— Internet of Things (IoT), ESP32, HC-SR04, Pintu Geser Otomatis, Blynk.

Abstract— The advancement of Internet of Things (IoT) technology has significantly contributed to the development of automated systems that enhance convenience, efficiency, and security in everyday life. This study aims to design and implement an IoT-based automatic sliding door system utilizing an ESP32 microcontroller and an HC-SR04 ultrasonic sensor. The HC-SR04 sensor is employed to detect the presence of objects near the door, while the ESP32 processes the sensor data to control a DC motor through an L298N motor driver, enabling the door to open and close automatically. To support remote access, the system is integrated with the Blynk platform, allowing users to monitor and control the door in real time via a smartphone application. The research methodology consists of requirement analysis, system design, implementation, and performance testing. The test results indicate that the HC-SR04 sensor achieved an average measurement error of 1.92%, demonstrating satisfactory accuracy in object detection. The developed system successfully opens the door automatically when an object is detected within a distance of less than 20 cm and closes it when the object moves away. In addition, all monitoring and control features available on the Blynk application operated effectively. Based on these findings, the proposed system performs according to the intended design objectives and can serve as a practical solution for implementing IoT-based smart home technology.

Keywords— Internet of Things (IoT), ESP32, HC-SR04, Automatic Sliding Door, Blynk.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong lahirnya berbagai inovasi pada bidang otomasi, salah satunya melalui penerapan Internet of Things (IoT). Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data, pemantauan, dan

pengendalian secara otomatis tanpa memerlukan interaksi langsung dari pengguna [1]. Kemampuan tersebut menjadikan IoT banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang karena mendukung pengembangan sistem yang mampu bekerja secara terintegrasi serta dapat dipantau secara real-time.

Salah satu implementasi IoT yang berkembang pesat adalah konsep smart home,

yaitu sistem hunian yang mengintegrasikan berbagai perangkat elektronik agar dapat dikendalikan melalui jaringan internet. Dengan konsep ini, pengguna dapat melakukan monitoring maupun pengendalian perangkat dari jarak jauh menggunakan smartphone sehingga operasional berbagai perangkat menjadi lebih mudah dan terpusat [2].

Pintu merupakan salah satu komponen penting dalam sebuah bangunan karena berfungsi sebagai akses utama keluar dan masuk pengguna. Pada umumnya, mekanisme pembukaan pintu masih dilakukan secara manual sehingga kurang praktis pada kondisi tertentu, seperti ketika pengguna membawa barang, memiliki keterbatasan mobilitas, atau ingin meminimalkan kontak langsung dengan permukaan pintu [3]. Kondisi tersebut mendorong berkembangnya sistem pintu otomatis yang mampu membuka dan menutup pintu secara mandiri melalui pemanfaatan sensor dan mikrokontroler.

Berbagai penelitian mengenai sistem pintu otomatis berbasis IoT telah dilakukan. Andreas dkk. mengembangkan sistem keamanan pintu rumah berbasis ESP32 yang memungkinkan proses monitoring dan pengendalian dilakukan melalui smartphone [4]. Penelitian lain oleh Ipanhar dkk. merancang sistem monitoring pintu otomatis berbasis ESP32-CAM untuk mendukung proses pengawasan secara daring [5]. Selain itu, Ulhadi dkk. mengembangkan sistem pintu pagar geser otomatis berbasis Android menggunakan ESP32 [6], sedangkan Hasibuan dkk. merancang prototipe pintu gerbang otomatis berbasis Internet of Things dengan mikrokontroler sebagai pusat pengendalian dan motor DC sebagai aktuator penggerak pintu [7]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu diimplementasikan pada sistem otomasi pintu dengan berbagai pendekatan sesuai kebutuhan aplikasi.

Keberhasilan implementasi sistem Internet of Things tidak hanya dipengaruhi oleh rancangan perangkat lunak, tetapi juga ditentukan oleh pemilihan mikrokontroler yang digunakan. Salah satu mikrokontroler

yang banyak dimanfaatkan pada pengembangan sistem IoT adalah ESP32 karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth Low Energy (BLE) terintegrasi, memiliki kemampuan pemrosesan yang baik, mendukung hingga 34 pin General Purpose Input/Output (GPIO), serta kompatibel dengan berbagai sensor dan aktuator untuk kebutuhan otomasi. Selain itu, ESP32 juga menyediakan beberapa mode hemat daya sehingga sesuai digunakan pada aplikasi yang memerlukan konektivitas jaringan secara berkelanjutan [8]. Untuk mendukung proses monitoring dan pengendalian secara real-time, penelitian ini memanfaatkan platform Blynk yang menyediakan antarmuka berbasis smartphone dan dapat diintegrasikan dengan ESP32 sehingga memudahkan komunikasi antara perangkat dan pengguna [9].

Pada sistem pintu otomatis, sensor berfungsi sebagai komponen utama yang mendeteksi keberadaan objek untuk memicu mekanisme buka dan tutup pintu. Salah satu sensor yang banyak digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 karena bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak antara sensor dan objek. Sensor ini memiliki rentang pengukuran sekitar 2 cm hingga 400 cm, mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler, serta banyak diterapkan pada sistem otomasi yang memerlukan pendeteksian objek secara otomatis. Proses pengukuran dilakukan dengan menghitung selisih waktu antara gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh transmitter dan gelombang pantul yang diterima kembali oleh receiver sehingga diperoleh jarak objek terhadap sensor [10], [11].

Karakteristik sensor HC-SR04 telah banyak dikaji pada berbagai penelitian. Yudha dan Sani melaporkan bahwa implementasi sensor HC-SR04 pada sistem parkir mobil berbasis Arduino menghasilkan tingkat akurasi sebesar 99% dan presisi mencapai 97%, sehingga sensor tersebut dinilai mampu memberikan hasil pengukuran jarak yang baik pada aplikasi otomasi [10]. Sementara itu, Purwanto dkk. melakukan perbandingan antara sensor HC-

SR04 dan JSN-SR04T pada sistem deteksi ketinggian air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 menghasilkan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 2,48%, sehingga masih layak digunakan sebagai sensor pendeteksi jarak pada berbagai implementasi berbasis Internet of Things [11].

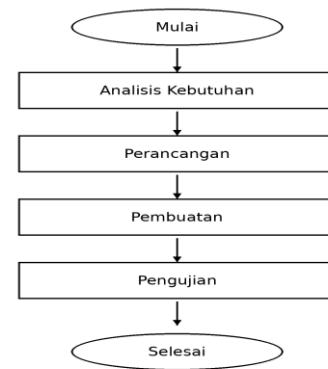
Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, pengembangan sistem pintu otomatis berbasis Internet of Things telah menunjukkan berbagai pendekatan, baik dari sisi perangkat keras, sensor yang digunakan, maupun fitur yang diimplementasikan [4]–[11]. Namun, setiap penelitian memiliki karakteristik dan rancangan sistem yang berbeda sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pintu geser otomatis berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dilengkapi dengan fitur monitoring melalui platform Blynk. Penelitian difokuskan pada implementasi mekanisme pendeteksian objek menggunakan sensor HC-SR04, pengendalian buka dan tutup pintu secara otomatis, serta evaluasi kinerja sistem melalui pengujian fungsional untuk mengetahui apakah seluruh komponen telah bekerja sesuai dengan rancangan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen yang dipadukan dengan perancangan serta implementasi sistem. Pendekatan ini dipilih karena fokus utama penelitian mengarah pada pembuatan dan pengujian prototipe pintu geser otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Dalam sistem tersebut, ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 diintegrasikan sebagai komponen kendali utamanya.

A. Tahap Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian dan evaluasi sistem.



Gambar 1. Tahap Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari empat Langkah, yaitu:

1. Analisis Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan sistem dilakukan dengan menentukan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan agar proses perancangan dan implementasi sistem pintu geser otomatis berbasis IoT dapat berjalan sesuai tujuan yang telah ditetapkan. Komponen perangkat keras yang digunakan meliputi ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak objek, driver motor L298N sebagai pengendali motor, motor DC sebagai aktuator penggerak pintu geser, serta catu daya (*power supply*) sebagai sumber energi sistem. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE sebagai media pemrograman ESP32 dan aplikasi Blynk sebagai platform monitoring serta kontrol sistem melalui smartphone

2. Perancangan Sistem

Setelah kebutuhan sistem teridentifikasi, tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi pembuatan diagram blok, perancangan rangkaian perangkat keras, serta penyusunan flowchart

sistem. Diagram blok digunakan untuk menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem, sedangkan flowchart digunakan untuk menjelaskan alur kerja sistem mulai dari pembacaan sensor, proses pengambilan keputusan, hingga pengendalian pintu dan pengiriman data ke aplikasi Blynk.

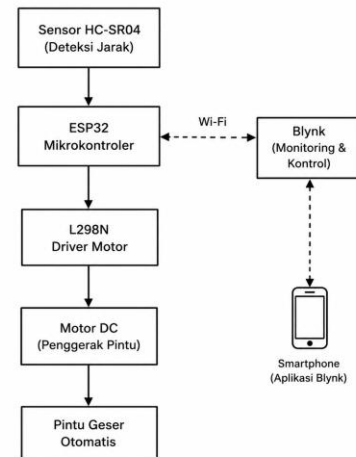
3. Pembuatan dan implementasi sistem
Pada tahap ini dilakukan perakitan seluruh komponen perangkat keras sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan pengembangan Perangkat lunak sistem ini dikembangkan pada lingkungan Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++. Kode program tersebut dirancang secara khusus untuk memproses data jarak yang dibaca oleh sensor ultrasonik HC-SR04, memproses data tersebut pada ESP32, mengendalikan motor melalui driver L298N, serta mengirimkan data status pintu dan jarak objek ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet. Selain itu, konfigurasi aplikasi Blynk dilakukan agar dapat terhubung dengan ESP32 dan digunakan sebagai media monitoring serta kontrol manual sistem.

4. Pengujian

Tahap terakhir adalah pengujian dan evaluasi sistem untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi yang telah dilakukan. Pengujian meliputi pengujian akurasi sensor HC-SR04 dalam mengukur jarak objek, pengujian respons sistem dalam membuka dan menutup pintu berdasarkan batas jarak yang telah ditentukan, serta pengujian fitur monitoring dan kontrol melalui aplikasi Blynk. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung tingkat kesalahan pembacaan sensor dan keberhasilan

sistem dalam merespons objek secara otomatis. Selain itu, evaluasi juga dilakukan terhadap kinerja komunikasi data antara ESP32 dan aplikasi Blynk untuk memastikan sistem dapat berjalan secara real-time dan stabil.

B. Diagram Blok



Gambar 2. Diagram Blok

Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem pintu geser otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor HC-SR04 berfungsi mendeteksi jarak objek yang berada di depan pintu dan mengirimkan data hasil pengukuran ke ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Data tersebut kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi pintu berdasarkan batas jarak yang telah ditentukan. Selanjutnya, ESP32 mengirimkan sinyal kendali ke driver motor L298N yang bertugas mengatur arah putaran motor DC sebagai aktuator penggerak pintu geser. Selain mengendalikan aktuator, ESP32 juga terhubung ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi sehingga data jarak sensor dan status pintu dapat dipantau secara real-time melalui smartphone. Dengan integrasi tersebut, sistem dapat bekerja secara otomatis berdasarkan deteksi objek maupun dikontrol secara manual melalui aplikasi Blynk..

C. Alat dan Bahan

1. Esp32

Dalam sistem yang dikembangkan, ESP32 digunakan sebagai pusat kontrol yang mengelola seluruh proses operasional. Perangkat ini menerima dan mengolah data dari sensor HC-SR04, mengendalikan driver motor L298N, serta memfasilitasi konektivitas WiFi untuk integrasi dengan aplikasi Blynk.



ESP32

Gambar 1. ESP32

2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 digunakan untuk melakukan pengukuran jarak terhadap objek yang berada di depan pintu. Data hasil pengukuran tersebut diproses oleh sistem sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengendalikan mekanisme buka dan tutup pintu secara otomatis.

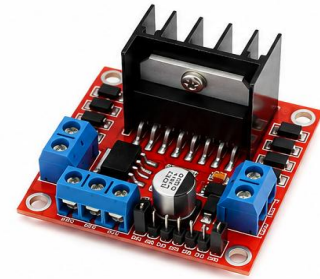


HC-SR04

Gambar 2. HC-SR04

3. Driver Motor L298N

L298N merupakan driver motor yang berfungsi mengatur arah dan kecepatan putaran motor DC. Modul ini menjadi penghubung antara ESP32 dan motor TT sehingga motor dapat bekerja sesuai perintah sistem



L298N

Gambar 3. L298N

4. Motor TT

Motor TT Gearbox berfungsi sebagai aktuator yang menggerakkan mekanisme pintu geser. Dalam sistem ini, motor mengubah energi listrik menjadi energi gerak sehingga pintu dapat terbuka dan tertutup secara otomatis.



Motor TT

Gambar 4. Motor TT

5. Blynk

Blynk merupakan platform IoT yang digunakan untuk monitoring dan pengendalian sistem melalui smartphone. Aplikasi ini memungkinkan pengguna memantau status pintu dan memberikan perintah secara real-time melalui internet.



Blynk

Gambar 5. Blynk

6. Power Supply

Power Supply berfungsi sebagai sumber daya listrik bagi seluruh komponen sistem. Tegangan yang stabil diperlukan agar ESP32, L298N, dan motor TT dapat bekerja secara optimal.



Power Supply

Gambar 5. Power Supply

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pintu geser otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek, motor DC sebagai aktuator pintu, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Sistem bekerja menggunakan metode state machine yang terdiri atas lima kondisi, yaitu Closed, Opening, Open, Closing, dan Wait Reopen. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi setiap fungsi utama sistem agar diketahui kesesuaian antara hasil implementasi dengan logika program yang telah dirancang.

A. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan jarak yang dihasilkan oleh sensor HC-SR04. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap jarak sebenarnya yang diukur menggunakan penggaris. Setiap jarak diuji

sebanyak lima kali, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Error (%)	Status
5	5,3	4,0	Lulus
10	10,1	1,0	Lulus
15	15,3	2,0	Lulus
20	20,2	1,0	Lulus
25	25,4	1,6	Lulus

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata kesalahan pembacaan sebesar 1,92%, sehingga tingkat akurasi sensor mencapai sekitar 98,08%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki kemampuan pembacaan jarak yang baik dan layak digunakan sebagai pendeteksi objek pada sistem pintu geser otomatis.

Selain pengujian akurasi, dilakukan pula pengujian terhadap batas deteksi yang diterapkan pada program, yaitu objek dinyatakan terdeteksi pada jarak ≤ 20 cm dan dinyatakan tidak terdeteksi pada jarak ≥ 25 cm. Mekanisme tersebut mampu mengurangi perubahan status secara berulang ketika objek berada di sekitar batas deteksi sehingga pembacaan sensor menjadi lebih stabil.

B. Pengujian Sistem Pintu Otomatis

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box testing untuk memastikan seluruh proses perpindahan kondisi (state) berjalan sesuai dengan logika yang diterapkan pada program ESP32.

Tabel 2. Pengujian Respon Sistem

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Objek terdeteksi pada jarak ≤ 20 cm	Pintu mulai membuka	Berhasil	Lulus
2	Pintu selesai membuka setelah 6000 ms	Status berubah menjadi Open	Berhasil	Lulus

3	Objek meninggalkan area sensor	Pintu menutup otomatis setelah jeda 500 ms	Berhasil	Lulus
4	Pintu selesai menutup setelah 7300 ms	Status berubah menjadi Closed	Berhasil	Lulus
5	Objek muncul ketika pintu sedang menutup	Pintu berhenti kemudian membuka kembali	Berhasil	Lulus

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan seluruh proses otomatis sesuai dengan algoritma state machine. Ketika objek terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 cm, pintu membuka secara otomatis. Setelah objek meninggalkan area deteksi selama lebih dari 500 ms, sistem menjalankan proses penutupan. Apabila objek kembali terdeteksi ketika pintu sedang menutup, proses penutupan dibatalkan dan pintu membuka kembali sesuai dengan logika keamanan yang diterapkan pada program.

C. Pengujian Monitoring dan Kontrol Menggunakan Blynk

Pengujian dilakukan untuk memastikan komunikasi antara aplikasi Blynk dan ESP32 berjalan dengan baik melalui jaringan internet. Fitur yang diuji meliputi kontrol manual, pengaktifan sensor, serta monitoring kondisi pintu.

Tabel 3. Hasil Pengujian Blynk

No	Fitur	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Tombol OPEN	Pintu membuka secara manual	Berhasil	Lulus

2	Switch sensor ON	Sensor aktif	Berhasil	Lulus
3	Switch sensor OFF	Sensor tidak aktif	Berhasil	Lulus
4	Status pintu (V2)	Status sesuai kondisi pintu	Berhasil	Lulus
5	LED indikator sensor (V3)	LED mengikuti kondisi sensor	Berhasil	Lulus

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fitur pada aplikasi Blynk dapat berfungsi sesuai dengan rancangan. Perintah yang dikirimkan melalui aplikasi berhasil diterima oleh ESP32, sedangkan informasi mengenai kondisi pintu dan status sensor dapat ditampilkan secara real-time. Hal tersebut menunjukkan bahwa komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi berjalan dengan baik sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dan pengendalian sistem dari jarak jauh.

D. Pengujian Mekanisme Keamanan Sistem

Pengujian mekanisme keamanan dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mencegah pintu menutup ketika masih terdapat objek di area lintasan pintu. Pengujian ini penting karena merupakan salah satu fitur utama yang diterapkan pada program.

Tabel 4. Pengujian Mekanisme Keamanan

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Objek muncul saat pintu menutup	Motor berhenti dan pintu membuka kembali	Berhasil	Lulus
2	Sensor dimatikan ketika	Penutupan dibatalkan	Berhasil	Lulus

	pintu menutup			
3	Sensor gagal membaca objek	Pintu tetap terbuka demi keamanan	Berhasil	Lulus
4	Objek tetap berada di depan sensor	Pintu tetap terbuka	Berhasil	Lulus

Berdasarkan hasil pengujian, mekanisme keamanan mampu bekerja sesuai dengan logika program. Ketika sensor mendeteksi objek pada saat pintu sedang menutup, sistem segera menghentikan motor kemudian membuka kembali pintu setelah jeda perubahan arah. Selain itu, apabila sensor dinonaktifkan atau mengalami kegagalan pembacaan, sistem mempertahankan kondisi pintu tetap terbuka sehingga dapat meminimalkan risiko pintu mengenai pengguna.

E. Pengujian Waktu Respon Sistem

Pengujian waktu respon dilakukan untuk mengetahui kesesuaian waktu kerja sistem dengan parameter yang telah ditentukan pada program. Pengujian meliputi durasi membuka, durasi menutup, jeda sebelum penutupan, dan jeda perubahan arah motor.

Tabel 5. Pengujian Waktu Respon Sistem

No	Parameter	Nilai Program	Hasil Pengujian	Status
1	Durasi membuka pintu	6000 ms	6040 ms	Lulus
2	Durasi menutup pintu	7300 ms	7350 ms	Lulus

3	Jeda sebelum menutup membaca objek	500 ms	520 ms	Lulus
4	Jeda perubahan arah motor	150 ms	160 ms	Lulus

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh waktu respon sistem mendekati nilai yang telah ditentukan pada program. Perbedaan waktu yang diperoleh relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi. Selisih tersebut dipengaruhi oleh waktu eksekusi program, proses pembacaan sensor ultrasonik, komunikasi dengan aplikasi Blynk, serta adanya proses delay pada sistem.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pintu geser otomatis berbasis IoT telah mampu menjalankan seluruh fungsi utama sesuai dengan rancangan. Sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek dengan tingkat akurasi yang tinggi, sistem kendali otomatis bekerja sesuai algoritma state machine, komunikasi antara ESP32 dan aplikasi Blynk berjalan dengan baik, serta mekanisme keamanan mampu mencegah pintu menutup ketika masih terdapat objek di area lintasan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian dan dapat diimplementasikan sebagai sistem pintu geser otomatis berbasis Internet of Things.

F. Pembahasan

Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi objek dengan baik pada jarak yang telah ditentukan. Rata-rata kesalahan pembacaan sebesar 1,92% menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi sehingga layak digunakan sebagai pendeteksi objek pada sistem pintu geser otomatis. Selain itu, penerapan batas deteksi dan hysteresis membuat pembacaan sensor menjadi lebih stabil.

Pengujian sistem pintu otomatis menunjukkan bahwa seluruh proses pembukaan dan penutupan pintu berjalan sesuai dengan logika program yang diterapkan pada ESP32. Pintu dapat membuka secara otomatis ketika objek berada pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 cm, kemudian menutup kembali setelah objek tidak lagi terdeteksi sesuai waktu yang telah ditentukan.

Hasil pengujian aplikasi Blynk menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32 dan aplikasi berjalan dengan baik. Seluruh perintah yang diberikan melalui aplikasi berhasil diterima oleh mikrokontroler, sedangkan informasi mengenai status pintu dan sensor dapat ditampilkan secara real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring dan pengendalian sistem.

Pada pengujian mekanisme keamanan, sistem mampu membatalkan proses penutupan ketika objek terdeteksi saat pintu sedang menutup. Fitur ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya bekerja secara otomatis, tetapi juga mampu meningkatkan keamanan pengguna dengan mencegah terjadinya benturan antara pintu dan objek yang berada di area lintasan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa sistem pintu geser otomatis berbasis IoT telah mampu bekerja sesuai dengan perancangan. Integrasi sensor HC-SR04, ESP32, motor DC, dan aplikasi Blynk menghasilkan sistem yang responsif, mudah dikendalikan, serta memiliki mekanisme keamanan yang mendukung penggunaan secara lebih aman.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pintu geser otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dapat dirancang dan diimplementasikan dengan baik melalui penggunaan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, driver motor L298N, serta aplikasi Blynk sebagai antarmuka kontrol. Sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan fungsi pendeteksian objek,

pengendalian pintu secara otomatis, serta monitoring dan kontrol jarak jauh melalui smartphone dalam satu platform. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan sehingga tujuan penelitian untuk menghasilkan sistem pintu geser otomatis yang praktis dan mendukung konsep smart home dapat tercapai.

REFERENSI

- [1] H. Singh, V. Pallagani, V. Khandelwal, and V. V., "IoT Based Smart Home Automation System Using Sensor Node," in 2018 4th International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT), Dhanbad, India, 2018.
- [2] A. S. Ahmed, H. A. Marzog, and L. A. Abdul-Rahaim, "Design and Implement of Robotic Arm and Control of Moving via IoT with Arduino ESP32," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 11, no. 5, pp. 3924–3933, 2021.
- [3] J. P. Perdana and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik," *IT-EXPLORE*, vol. 2, no. 2, pp. 104–117, 2023.
- [4] Andreas, C. R. Aldawira, H. W. Putra, N. Hanafiah, S. Surjarwo, and A. Wibisurya, "Door Security System for Home Monitoring Based on ESP32," *Procedia Computer Science*, vol. 157, pp. 673–682, 2019.
- [5] A. Ipanhar, T. K. Wijaya, and P. Gunoto, "Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32-CAM," *Sigma Teknika*, vol. 5, no. 2, pp. 333–350, 2022.
- [6] F. I. H. Ulhadi, J. Maulindar, and R. Susanto, "Pintu Pagar Geser Otomatis Berbasis Android Menggunakan Mikrokontroler ESP32," *Innovative: Journal of Social Science Research*, vol. 3, no. 2, pp. 7249–7256, 2023.
- [7] A. Hasibuan, R. Tambunan, and D. S. Tambunan, "Design and Development of An Automatic Door Gate Based on Internet of Things Using Arduino Uno," *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 17–27, 2021.
- [8] S. Bhaganagare, S. Chavan, S. Gavali, and V. V. Godase, "Voice-Controlled Home Automation with ESP32: A Systematic Review of IoT-Based Solutions," *Journal of Microprocessor and Microcontroller Research*, vol. 2, no. 3, pp. 1–13, Sep. 2025.
- [9] I. P. Sari, M. Azhari, and A. R. Hasibuan, "Design and Construction of Room Door Security Using ESP32 Cam and Blynk Based on Internet of Things," *Altafani Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 2, pp. 313–322, 2024.
- [10] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," *Jurnal Einstein*, vol. 5, no. 3, pp. 19–26, 2017.
- [11] H. Purwanto, M. Riyadi, D. W. W. Astuti, and I. W. A. W. Kusuma, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2019.