



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 16325-16335

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Sistem Pintu Otomatis Hewan Peliharaan Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) dan Internet of Things (IoT) dengan Mekanisme Akses Ganda Menggunakan ESP32

Agung Nur Yahya, Marina Artiyasa

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Desain, Universitas Nusa Putra

agung.nur_te22@nusaputra.ac.id, marina@nusaputra.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) mendorong inovasi sistem otomasi rumah, termasuk pengelolaan akses hewan peliharaan. Pemilik hewan sering mengalami kendala ketika harus membuka dan menutup pintu secara manual, terutama saat berada di luar rumah atau memiliki aktivitas yang padat. Kondisi tersebut tidak hanya mengurangi efisiensi, tetapi juga dapat menimbulkan risiko keamanan apabila pintu dibiarkan terbuka terlalu lama. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pintu otomatis hewan peliharaan berbasis Radio Frequency Identification (RFID) dan Internet of Things menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem menerapkan mekanisme akses ganda, yaitu RFID MFRC522 sebagai autentikasi akses masuk dan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi akses keluar. Motor servo digunakan sebagai aktuator pembuka dan penutup pintu, sedangkan Telegram Bot digunakan sebagai media monitoring aktivitas secara waktu nyata. Metode penelitian yang digunakan adalah engineering research melalui tahapan identifikasi kebutuhan, studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian, serta evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan RFID MFRC522 mampu membaca tag RFID terdaftar dengan tingkat keberhasilan 100%. Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki rata-rata error 0,16 cm, sedangkan Telegram Bot memiliki rata-rata delay pengiriman notifikasi 1,9 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan akses otomatis yang aman, praktis, dan mendukung pemantauan aktivitas hewan peliharaan berbasis IoT.

Kata kunci: RFID; ESP32; Internet of Things; Sensor Ultrasonik; Telegram Bot; Pintu Otomatis Hewan Peliharaan.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 telah mendorong pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. IoT memungkinkan perangkat elektronik terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data, pengendalian, dan pemantauan secara otomatis. Implementasi IoT telah berkembang pada berbagai bidang, seperti industri, pertanian, kesehatan, keamanan, serta sistem otomasi rumah atau smart home [1].

Salah satu penerapan IoT yang terus berkembang adalah sistem keamanan dan kontrol akses. Sistem kontrol akses berfungsi mengatur hak akses terhadap area tertentu sehingga hanya pengguna atau objek yang telah diberi otorisasi yang dapat masuk. Dibandingkan sistem konvensional, kontrol akses berbasis IoT memiliki keunggulan karena dapat dipantau dari jarak jauh, mencatat aktivitas secara otomatis, serta meningkatkan efisiensi operasional [2], [3].

Pada konteks rumah tangga modern, hewan peliharaan seperti kucing dan anjing tidak hanya berfungsi sebagai penjaga rumah, tetapi juga menjadi bagian dari keluarga yang membutuhkan perhatian dan perawatan khusus [4]. Salah satu masalah yang sering dihadapi pemilik hewan peliharaan adalah kebutuhan membuka dan menutup pintu secara manual ketika hewan ingin masuk atau keluar ruangan. Masalah ini menjadi lebih terasa ketika pemilik sedang bekerja, bepergian, atau memiliki mobilitas tinggi [5].

Penggunaan pintu konvensional juga dapat menimbulkan risiko keamanan. Apabila pintu dibiarkan terbuka terlalu lama, area rumah dapat menjadi lebih rentan terhadap gangguan dari hewan lain atau akses yang tidak diinginkan. Di sisi lain, apabila pintu selalu tertutup, hewan peliharaan menjadi tidak leluasa melakukan aktivitas keluar dan

Sistem Pintu Otomatis Hewan Peliharaan Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) dan Internet of Things (IoT) dengan Mekanisme Akses Ganda Menggunakan ESP32

masuk. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem pintu otomatis yang dapat memberikan akses secara selektif, aman, dan tetap mudah digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem akses otomatis berbasis RFID, sensor jarak, atau IoT. Namun, sebagian besar sistem masih berfokus pada satu mekanisme akses saja. Sistem yang hanya menggunakan RFID relatif aman untuk autentikasi, tetapi kurang fleksibel untuk akses keluar hewan. Sebaliknya, sistem yang hanya mengandalkan sensor deteksi objek lebih praktis, tetapi tidak cukup kuat dari sisi keamanan karena setiap objek yang terdeteksi dapat memicu pintu terbuka [6]. Selain itu, sebagian penelitian belum menyediakan media monitoring waktu nyata yang mudah diakses oleh pengguna.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem pintu otomatis hewan peliharaan berbasis RFID dan Internet of Things menggunakan ESP32 dengan mekanisme akses ganda. RFID MFRC522 digunakan sebagai autentikasi akses masuk melalui tag RFID yang dipasang pada kalung hewan, sedangkan sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi akses keluar dari sisi dalam ruangan. Sistem juga dilengkapi Telegram Bot agar pemilik dapat menerima notifikasi aktivitas secara waktu nyata melalui ponsel pintar.

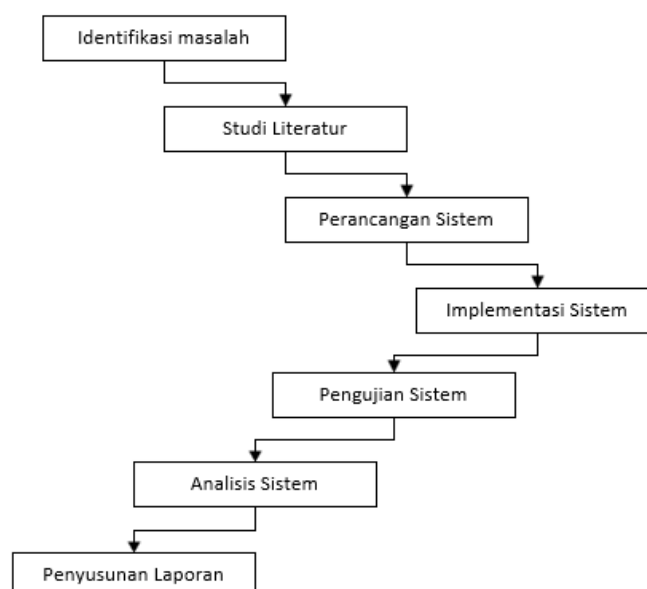
Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, ESP32, motor servo, dan Telegram Bot dalam satu prototipe sistem akses hewan peliharaan. Mekanisme akses ganda memberikan keseimbangan antara keamanan dan kemudahan penggunaan. RFID memastikan hanya hewan yang memiliki identitas terdaftar yang dapat masuk, sedangkan sensor ultrasonik memungkinkan hewan keluar secara otomatis tanpa proses autentikasi tambahan.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis dan Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode engineering research, yaitu pendekatan penelitian yang berfokus pada proses perancangan, pengembangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem rekayasa. Metode ini dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan menjelaskan fenomena, tetapi juga menghasilkan prototipe sistem pintu otomatis hewan peliharaan yang dapat diuji secara langsung.

Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian subsistem, pengujian integrasi, analisis hasil, serta penyusunan laporan. Alur ini digunakan agar pengembangan sistem berjalan sistematis dan setiap fungsi sistem dapat dievaluasi berdasarkan hasil pengujian.



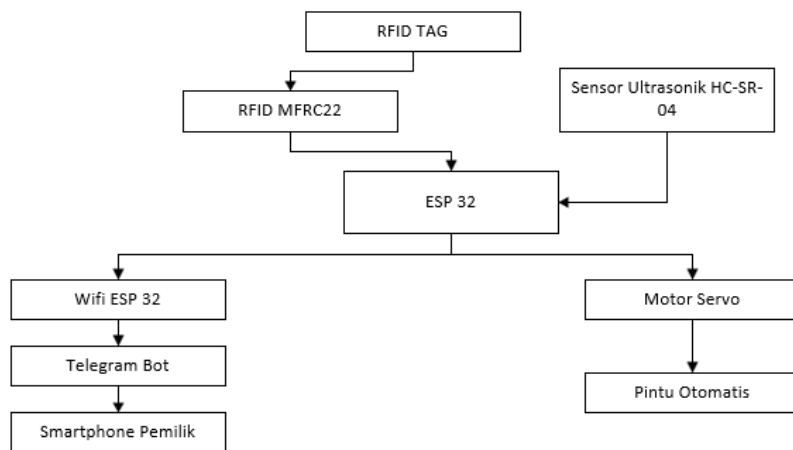
Gambar 1. Diagram tahapan penelitian mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, implementasi, pengujian, analisis sistem, hingga penyusunan laporan.

2.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem menerapkan konsep IoT yang memungkinkan perangkat fisik berkomunikasi melalui jaringan internet. Sistem dirancang menggunakan dua jalur masukan utama, yaitu RFID MFRC522 untuk akses masuk dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk akses keluar. Data dari kedua masukan diproses oleh ESP32 sebagai pusat kendali.

Pada sisi input, RFID MFRC522 membaca UID dari tag RFID yang dipasang pada kalung hewan peliharaan. UID yang terbaca dibandingkan dengan data UID yang telah didaftarkan dalam program. Apabila UID sesuai, sistem mengaktifkan servo untuk membuka pintu. Sensor ultrasonik HC-SR04 ditempatkan pada sisi dalam pintu dan digunakan untuk mendeteksi objek pada jarak tertentu. Apabila jarak objek berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, sistem menganggap hewan akan keluar dan memberikan perintah pembukaan pintu.

Pada sisi output, motor servo digunakan sebagai aktuator mekanik yang membuka dan menutup pintu. Telegram Bot berfungsi sebagai media monitoring sehingga setiap aktivitas akses dapat dikirimkan dalam bentuk pesan ke pengguna. Integrasi seluruh komponen tersebut menghasilkan sistem yang dapat bekerja otomatis, selektif, dan dapat dipantau dari jarak jauh.



Gambar 2. Diagram blok sistem yang menunjukkan hubungan RFID tag, RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, ESP32, motor servo, jaringan WiFi, Telegram Bot, dan pengguna.

2.3 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem terdiri atas ESP32, RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo SG90, adaptor catu daya 5V, dan ponsel pintar pengguna. ESP32 dipilih karena telah memiliki modul WiFi terintegrasi sehingga sesuai untuk pengembangan sistem IoT. RFID MFRC522 dihubungkan ke ESP32 menggunakan komunikasi SPI karena antarmuka ini mendukung proses transfer data yang stabil untuk pembacaan UID [10].

Sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan ke pin digital ESP32 melalui pin Trigger dan Echo. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan membaca pantulan gelombang untuk menghitung jarak objek [11]. Motor servo SG90 dihubungkan ke pin PWM ESP32 agar sudut putaran dapat dikendalikan secara presisi [12]. Dalam rancangan ini, posisi 0° digunakan untuk kondisi pintu tertutup dan posisi 90° digunakan untuk kondisi pintu terbuka.

Catu daya menggunakan adaptor switching 5V agar seluruh komponen memperoleh suplai tegangan yang stabil. Kestabilan catu daya menjadi penting karena motor servo membutuhkan arus yang cukup ketika bergerak membuka dan menutup pintu.



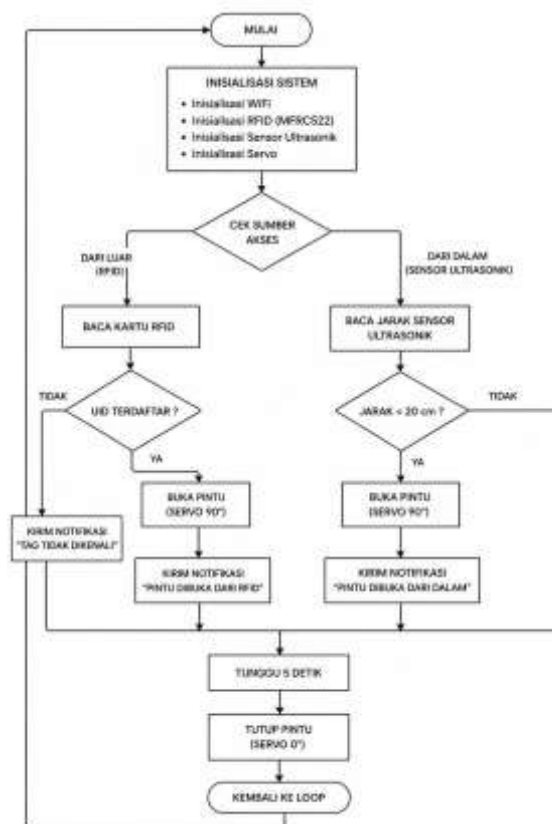
Gambar 3. Rangkaian perangkat keras yang menunjukkan koneksi ESP32 dengan RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo SG90, dan adaptor catu daya 5V.

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program dirancang untuk mengatur proses inisialisasi perangkat, koneksi WiFi, pembacaan RFID, pembacaan sensor ultrasonik, kontrol servo, serta pengiriman notifikasi Telegram. Pada saat sistem dinyalakan, ESP32 melakukan inisialisasi terhadap modul RFID, sensor ultrasonik, servo, dan koneksi Telegram Bot. Setelah seluruh proses inisialisasi berhasil, sistem masuk ke mode siaga.

Pada mekanisme akses masuk, sistem membaca UID tag RFID. UID tersebut kemudian diverifikasi dengan daftar UID yang tersimpan pada program. Jika UID terdaftar, servo membuka pintu pada sudut 90°, Telegram Bot mengirimkan notifikasi akses diterima, kemudian pintu kembali ditutup pada sudut 0° setelah waktu tunggu 5 detik. Jika UID tidak terdaftar, pintu tetap tertutup dan sistem mengirimkan notifikasi akses ditolak.

Pada mekanisme akses keluar, sensor ultrasonik membaca jarak objek dari sisi dalam. Apabila jarak objek kurang dari 20 cm, sistem membuka pintu secara otomatis dan mengirimkan notifikasi bahwa akses keluar terdeteksi. Nilai ambang 20 cm digunakan sebagai batas deteksi objek pada prototipe agar pintu tidak mudah terbuka akibat objek yang berada terlalu jauh dari sensor.



Gambar 4. Flowchart sistem yang menunjukkan alur inisialisasi, pengecekan sumber akses, pembacaan RFID, pembacaan sensor ultrasonik, kontrol servo, dan pengiriman notifikasi Telegram.

2.5 Parameter dan Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing subsistem dan sistem secara keseluruhan. Parameter utama yang diuji meliputi keberhasilan pembacaan RFID, akurasi sensor ultrasonik, respons motor servo, delay notifikasi Telegram, serta keberhasilan integrasi sistem. Pengujian RFID dilakukan sebanyak 10 kali percobaan menggunakan tag RFID yang telah terdaftar. Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan membandingkan jarak aktual menggunakan penggaris dan hasil pembacaan sensor pada jarak 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Pengujian Telegram Bot dilakukan dengan mengukur waktu pengiriman notifikasi dari sistem ke aplikasi Telegram.

Persamaan yang digunakan dalam analisis hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Keberhasilan RFID = $(\text{Jumlah percobaan berhasil} / \text{Jumlah seluruh percobaan}) \times 100\%$ (1)

Error = $|\text{Jarak aktual} - \text{Jarak sensor}|$ (2)

Rata-rata error = $\Sigma \text{Error} / n$ (3)

Rata-rata delay = $\Sigma \text{Delay} / n$ (4)

Kriteria keberhasilan sistem ditentukan berdasarkan kemampuan seluruh komponen menjalankan fungsi sesuai rancangan. RFID dinilai berhasil apabila tag terdaftar dapat dikenali dan tag tidak terdaftar ditolak. Sensor ultrasonik dinilai berhasil apabila mampu mendeteksi objek pada jarak ambang yang telah ditetapkan. Telegram Bot dinilai berhasil apabila notifikasi dapat diterima pengguna dalam waktu singkat sehingga mendukung monitoring secara waktu nyata.

2.6 Penelitian Terdahulu dan Research Gap

Penelitian terkait sistem akses otomatis dan IoT telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Pico-Valencia dan Holgado-Terriza (2023) mengembangkan konsep Internet of Pets untuk memantau aktivitas hewan peliharaan secara real-time[13]. Chavan dkk. (2023) mengembangkan sistem keamanan dan pemantauan hewan peliharaan berbasis IoT dengan dukungan sensor[14]. Beckman dkk. (2021) merancang pintu otomatis hewan peliharaan berbasis mikrokontroler[15]. Abdulshaheed (2022) mengembangkan sistem kontrol akses berbasis RFID dan IoT, sedangkan Rashid dkk. (2021) menerapkan RFID pada sistem keamanan pintu otomatis[16].

Berdasarkan penelitian terdahulu, masih terdapat celah penelitian berupa keterbatasan mekanisme akses dan monitoring. Sistem berbasis RFID cenderung lebih aman, tetapi kurang fleksibel untuk akses keluar. Sistem berbasis sensor objek lebih praktis, tetapi belum cukup selektif dari sisi keamanan. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan mekanisme akses ganda yang menggabungkan RFID sebagai autentikasi masuk, sensor ultrasonik sebagai akses keluar, dan Telegram Bot sebagai media monitoring waktu nyata. Novelty penelitian ini terletak pada integrasi ketiga fungsi tersebut dalam satu prototipe pintu otomatis hewan peliharaan berbasis ESP32.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi Sistem

Tahap implementasi merupakan proses realisasi rancangan sistem menjadi prototipe yang dapat diuji. Sistem terdiri atas ESP32 sebagai pusat pengendali, RFID MFRC522 sebagai media autentikasi akses masuk, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi akses keluar, motor servo sebagai aktuator pintu, dan Telegram Bot sebagai media monitoring aktivitas. Seluruh komponen diintegrasikan berdasarkan rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah disusun.

Setelah perangkat keras dirakit, program diunggah ke ESP32 menggunakan Arduino IDE. Tahap berikutnya adalah pengujian konektivitas WiFi dan konfigurasi Telegram Bot. Pengujian awal menunjukkan bahwa ESP32 dapat terhubung ke jaringan WiFi, membaca UID RFID, menerima data jarak dari sensor ultrasonik, mengendalikan servo, serta mengirimkan notifikasi aktivitas ke Telegram.



Gambar 5. Implementasi prototipe sistem pintu otomatis hewan peliharaan yang terdiri atas ESP32, RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan pintu prototipe.

3.2 Implementasi RFID MFRC522

RFID MFRC522 berfungsi sebagai mekanisme autentikasi utama untuk akses masuk hewan peliharaan. Tag RFID dipasang pada kalung hewan sehingga setiap hewan memiliki identitas unik berupa UID. Ketika tag RFID didekatkan ke reader, UID dibaca dan dikirimkan ke ESP32 untuk diverifikasi. Jika UID sesuai dengan data yang tersimpan pada sistem, ESP32 memberikan perintah kepada servo untuk membuka pintu.

Pemanfaatan RFID pada sistem ini bertujuan meningkatkan keamanan akses. Dengan mekanisme tersebut, sistem tidak membuka pintu untuk objek atau hewan yang tidak memiliki tag terdaftar. Selama implementasi, komunikasi SPI antara RFID MFRC522 dan ESP32 berjalan stabil sehingga proses pembacaan UID dapat dilakukan secara cepat.

3.3 Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai mekanisme akses keluar. Sensor ditempatkan pada bagian dalam pintu untuk mendeteksi keberadaan hewan yang mendekati pintu dari sisi dalam ruangan. Ketika jarak objek yang terdeteksi lebih kecil dari 20 cm, sistem menganggap bahwa hewan akan keluar sehingga servo membuka pintu secara otomatis.

Penggunaan sensor ultrasonik dipilih karena memiliki biaya implementasi yang relatif rendah, konsumsi daya kecil, dan akurasi yang cukup baik untuk pendeteksian jarak dekat. Namun, akurasi sensor tetap dipengaruhi oleh posisi objek, permukaan objek, dan kondisi lingkungan, sehingga pengaturan ambang batas perlu disesuaikan dengan ukuran pintu dan ukuran hewan peliharaan.

3.4 Implementasi Motor Servo dan Telegram Bot

Motor servo SG90 digunakan sebagai aktuator pembuka dan penutup pintu. Pada kondisi normal, servo berada pada posisi 0° yang merepresentasikan pintu tertutup. Ketika akses diberikan melalui RFID atau sensor ultrasonik, servo bergerak menuju posisi 90° untuk membuka pintu. Setelah waktu tunggu 5 detik, servo kembali ke posisi 0° sehingga pintu tertutup kembali secara otomatis.

Telegram Bot digunakan sebagai media monitoring aktivitas sistem. Notifikasi yang dikirimkan meliputi akses RFID diterima, akses RFID ditolak, pintu terbuka karena RFID, pintu terbuka karena sensor ultrasonik, dan pintu tertutup. Penggunaan Telegram Bot memberikan keuntungan karena pengguna tidak perlu mengembangkan aplikasi khusus dan dapat menerima notifikasi langsung melalui ponsel pintar.



Gambar 6. Tampilan notifikasi Telegram yang diterima pengguna ketika sistem mendeteksi aktivitas akses masuk, akses keluar, dan penutupan pintu.

3.5 Pengujian RFID MFRC522

Pengujian RFID dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pembacaan tag RFID yang telah terdaftar pada sistem. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan menggunakan tag yang sama. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian RFID MFRC522

No	Percobaan	Status Pembacaan
1	RFID Tag 1	Berhasil
2	RFID Tag 1	Berhasil
3	RFID Tag 1	Berhasil
4	RFID Tag 1	Berhasil
5	RFID Tag 1	Berhasil

No	Percobaan	Status Pembacaan
6	RFID Tag 1	Berhasil
7	RFID Tag 1	Berhasil
8	RFID Tag 1	Berhasil
9	RFID Tag 1	Berhasil
10	RFID Tag 1	Berhasil

Berdasarkan Tabel 1, seluruh percobaan berhasil membaca tag RFID yang telah terdaftar. Dengan menggunakan Persamaan (1), tingkat keberhasilan RFID dihitung sebagai berikut:

$$\text{Keberhasilan RFID} = (10 / 10) \times 100\% = 100\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa RFID MFRC522 memiliki performa pembacaan yang baik untuk tag terdaftar. Namun, agar pengujian lebih kuat pada penelitian lanjutan, sistem sebaiknya diuji menggunakan beberapa tag berbeda, tag tidak terdaftar, serta variasi jarak pembacaan RFID.

3.6 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan membandingkan jarak aktual menggunakan penggaris dan hasil pembacaan sensor. Pengujian dilakukan pada jarak 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Jarak Aktual (cm)	Jarak Sensor (cm)	Error (cm)	Error (%)
5	5,1	0,1	2,00%
10	10,2	0,2	2,00%
15	15,1	0,1	0,67%
20	20,3	0,3	1,50%
25	25,1	0,1	0,40%

Berdasarkan Persamaan (3), rata-rata error sensor ultrasonik dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata error} = (0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,3 + 0,1) / 5 = 0,16 \text{ cm}$$

Nilai rata-rata error sebesar 0,16 cm menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk aplikasi pendeteksian jarak dekat. Pada prototipe ini, nilai ambang deteksi ditetapkan pada jarak kurang dari 20 cm sehingga sensor dapat mendeteksi hewan yang berada dekat dengan pintu dari sisi dalam ruangan.

3.7 Pengujian Telegram Bot

Pengujian Telegram Bot dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sistem dalam mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali ketika sistem mengirimkan pesan aktivitas. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Telegram Bot

No	Delay (detik)
1	1,8
2	2,1

No	Delay (detik)
3	1,9
4	2,0
5	1,7

Berdasarkan Persamaan (4), rata-rata delay notifikasi Telegram dihitung sebagai berikut:

Rata-rata delay = $(1,8 + 2,1 + 1,9 + 2,0 + 1,7) / 5 = 1,9$ detik

Rata-rata delay sebesar 1,9 detik menunjukkan bahwa Telegram Bot mampu mengirimkan informasi aktivitas dalam waktu singkat. Meskipun demikian, delay notifikasi dapat dipengaruhi oleh kualitas jaringan WiFi, kondisi server Telegram, dan stabilitas koneksi internet pada saat sistem digunakan.

3.8 Pengujian Integrasi Sistem

Pengujian integrasi dilakukan untuk memastikan seluruh subsistem dapat bekerja secara bersamaan sesuai rancangan. Pengujian dilakukan pada skenario RFID valid, RFID tidak valid, sensor ultrasonik mendeteksi objek, servo membuka pintu, servo menutup pintu, dan Telegram mengirimkan notifikasi. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Skenario Pengujian	Indikator Keberhasilan	Hasil
1	RFID valid	UID dikenali, servo membuka pintu, notifikasi dikirim	Berhasil
2	RFID tidak valid	UID ditolak, pintu tetap tertutup, notifikasi dikirim	Berhasil
3	Ultrasonik mendeteksi objek	Objek < 20 cm, servo membuka pintu, notifikasi dikirim	Berhasil
4	Servo membuka pintu	Servo bergerak dari 0° ke 90°	Berhasil
5	Servo menutup pintu	Servo kembali dari 90° ke 0° setelah 5 detik	Berhasil
6	Telegram mengirim notifikasi	Pesan aktivitas diterima pengguna	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan rancangan. RFID dapat membedakan akses valid dan tidak valid, sensor ultrasonik dapat memicu akses keluar, servo mampu membuka dan menutup pintu, serta Telegram Bot dapat mengirimkan notifikasi aktivitas kepada pengguna.

3.9 Ringkasan Hasil Pengujian

Tabel 5. Ringkasan Hasil Pengujian Sistem

Komponen/Fungsi	Parameter Uji	Hasil	Interpretasi
RFID MFRC522	Keberhasilan pembacaan tag terdaftar	100%	Sangat baik
Sensor ultrasonik HC-SR04	Rata-rata error pengukuran jarak	0,16 cm	Baik
Telegram Bot	Rata-rata delay notifikasi	1,9 detik	Cepat
Motor servo	Membuka 90° dan menutup 0°	Berhasil	Sesuai rancangan
Integrasi sistem	Semua skenario utama berjalan	Berhasil	Sesuai rancangan

3.10 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, ESP32, motor servo, dan Telegram Bot mampu membentuk sistem pintu otomatis hewan peliharaan yang bekerja secara efektif. Keberhasilan pembacaan RFID sebesar 100% menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan autentikasi terhadap tag RFID yang telah terdaftar. Fungsi ini penting karena akses masuk membutuhkan kontrol keamanan agar hanya hewan yang memiliki identitas terdaftar yang dapat membuka pintu.

Sensor ultrasonik HC-SR04 menghasilkan rata-rata error sebesar 0,16 cm. Nilai error yang relatif kecil menunjukkan bahwa sensor cukup akurat untuk mendeteksi keberadaan objek pada jarak dekat. Pada sistem ini, sensor digunakan untuk akses keluar, sehingga hewan tidak perlu membawa tag RFID ke sisi dalam atau melakukan autentikasi ulang. Pendekatan ini membuat sistem lebih praktis tanpa mengabaikan keamanan pada akses masuk.

Telegram Bot memiliki rata-rata delay 1,9 detik. Waktu ini menunjukkan bahwa notifikasi dapat diterima pengguna hampir secara waktu nyata. Fitur ini memperkuat aspek IoT karena sistem tidak hanya bekerja secara otomatis di sisi perangkat keras, tetapi juga menyediakan informasi aktivitas kepada pemilik hewan dari jarak jauh. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui kapan pintu terbuka, sumber akses yang digunakan, dan kapan pintu kembali tertutup.

Dibandingkan penelitian terdahulu yang hanya menggunakan satu metode akses, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menawarkan mekanisme akses ganda. RFID memberikan keamanan pada akses masuk, sedangkan sensor ultrasonik memberikan kemudahan pada akses keluar. Kombinasi tersebut lebih sesuai untuk sistem akses hewan peliharaan karena kebutuhan akses masuk dan keluar tidak selalu sama. Akses masuk membutuhkan seleksi identitas, sedangkan akses keluar membutuhkan kemudahan agar hewan dapat bergerak secara mandiri.

Walaupun hasil pengujian menunjukkan sistem berjalan baik, terdapat beberapa keterbatasan. Pengujian RFID masih menggunakan satu tag yang sama sehingga belum menggambarkan performa sistem pada kondisi multi-hewan. Pengujian sensor ultrasonik juga masih dilakukan pada jarak tertentu dalam kondisi prototipe, sehingga perlu diuji pada berbagai ukuran hewan, posisi tubuh, dan kondisi lingkungan. Selain itu, performa Telegram Bot sangat bergantung pada stabilitas jaringan internet. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu melakukan uji coba dalam jangka waktu lebih panjang dan pada kondisi penggunaan sehari-hari.

4. Kesimpulan

1). Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pintu otomatis hewan peliharaan berbasis RFID dan Internet of Things menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem mengintegrasikan RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan Telegram Bot dalam satu prototipe yang dapat bekerja secara otomatis. 2). RFID MFRC522 berhasil digunakan sebagai mekanisme autentikasi akses masuk. Hasil pengujian menunjukkan tag RFID terdaftar dapat dibaca dengan tingkat keberhasilan 100%, sehingga sistem mampu membatasi akses masuk hanya kepada hewan yang memiliki identitas terdaftar. 3). Sensor ultrasonik HC-SR04 berhasil digunakan sebagai mekanisme akses keluar. Rata-rata error pengukuran sebesar 0,16 cm menunjukkan bahwa sensor cukup akurat untuk mendeteksi keberadaan objek pada jarak dekat. 4). Motor servo mampu membuka pintu pada sudut 90° dan menutup kembali pada sudut 0° setelah waktu tunggu 5 detik. Fungsi ini menunjukkan bahwa aktuator dapat menjalankan perintah dari ESP32 sesuai rancangan. 5). Telegram Bot berhasil memberikan notifikasi aktivitas dengan rata-rata delay 1,9 detik. Fitur ini mendukung monitoring aktivitas hewan peliharaan secara waktu nyata melalui ponsel pintar pengguna. 6). Mekanisme akses ganda yang dikembangkan mampu memberikan keseimbangan antara keamanan dan kemudahan penggunaan. RFID digunakan untuk keamanan akses masuk, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk kemudahan akses keluar.

Referensi

- [1] F. Aulianisa, F. Calista, Q. Kesuma, dan D. P. Kesuma, "Pemanfaatan Internet of Things dalam Industri 4.0: Kajian Systematic Literature Review," vol. 8, no. 3, pp. 1537-1548, 2025.
- [2] D. Adidrana, H. Suryoprato, dan A. R. Hakim, "Perancangan Sistem Smart Door Lock Menggunakan Internet of Things (Studi Kasus: Institut Teknologi Telkom Jakarta)," *Journal of Informatics and Communication Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 102-108, 2023, doi: 10.52661/j_ict.v4i2.141.
- [3] T. Sutikno, W. Ridwan, dan W. Arsadiando, "Desain dan Implementasi Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Autentikasi Multi-Modal Sidik Jari dan Keypad Berbasis IoT," vol. 20, no. 02, 2026.

- [4] I. G. A. M. E. Hambarsika, A. U. H. Ayuningtias, dan I. R. Hardika, "Hubungan antara Pet Attachment dengan Psychological Well-Being pada Masyarakat Bali yang Memelihara Hewan Anjing," *Jurnal Kesehatan, Sains, dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.36002/js.v2i1.2482.
- [5] Y. N. Dewi dan T. A. Tutupoly, "Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Pengenalan Wajah Manusia dan Hewan Peliharaan Secara Real-Time," vol. 7, no. 2, 2025.
- [6] T. Noveiota et al., "Penerapan Sistem RFID pada Tempat Parkir Motor Perusahaan Formulatrix Salatiga," vol. 7, no. 2, pp. 1275-1283, 2023.
- [7] N. Kn, A. Basyir, D. Universitas, dan D. Marsekal, "Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 24, no. 1, pp. 21-27, 2022.
- [8] E. S. Sinambela et al., "PISTON," vol. 8, no. 1, pp. 35-44, 2024.
- [9] R. Sistem, "Telegram Bot as a Data Collection Tool for Progress Reports in Area," *Jurnal RESTI*, no. 158, 2026.
- [10] O. Arulogun, A. Falohun, dan N. Akande, "Radio Frequency Identification and Internet of Things: A Fruitful Synergy," *British Journal of Applied Science & Technology*, vol. 18, no. 5, pp. 1-16, 2016, doi: 10.9734/bjast/2016/30737.
- [11] T. N. Pratama et al., "Integrasi Sensor Ultrasonik dan ESP32 pada Sistem Tempat," vol. 17, no. 2, pp. 570-576, 2026.
- [12] R. Al Hayubi, S. Aulia, dan D. A. Gunawan, "Implementasi Sistem Penggerak Servo SG 90 Berbasis Arduino Uno dengan Kontrol Sudut Dinamis," 2024.
- [13] P. Pico-valencia and J. A. Holgado-terriz, "The Internet of Things Empowering the Internet of Pets — An Outlook from the Academic and Scientific Experience," 2025.
- [14] P. S. Chavan, S. Jagtap, P. Sampat, A. Rangapure, and P. Sawant, "Animal Safety and Welfare Using IOT," vol. 5, no. 3, pp. 1-6, 2023.
- [15] A. O. Beckman, B. Ave, and I. Ca, "A N I N T E R N E T - O F - T H I N G S (I O T) S Y S T E M T O A U T O M A T E T H E P E T D O O R C O N T R O L L I N G U S I N G A R T I F I C I A L," pp. 67-74, 2021, doi: 10.5121/csit.2021.111606.
- [16] H. R. Abdulshaheed, "CONTROL AND ALERT MECHANISM OF RFID DOOR ACCESS CONTROL SYSTEM USING IOT," pp. 269-285, 2022.