

# Pengembangan Sistem Pengamanan Rumah Pintar untuk Meningkatkan Perlindungan dengan Pemberitahuan Melalui Pengeras Suara

\*Note: Sub-titles are not captured in Xplore and should not be used

Akbar Tawakal  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
akbar.tawakal\_te22@nusaputra.ac.id

Muhammad Ramdan  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
muhammad.ramdan\_te22@nusaputra.ac.id

Rizki Muhamad  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
rizki.muhamad\_te22@nusaputra.ac.id

Irwan Faisal  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
irwan.faisal\_te22@nusaputra.ac.id

Saefur Rahman  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
saefur.rahman\_te22@nusaputra.ac.id

Gumilar Surya Sumirat  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
gumilar.surya\_te22@nusaputra.ac.id

Muhamad Syailendra Aditya Sagara  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
muhamad.syailendra\_te22@nusaputra.ac.id

Panji Narputro  
Teknik Elektro  
Universitas Nusa Putra  
Sukabumi, Indonesia  
panji.narputro@nusaputra.ac.id

Muchtar Ali Setyo Yudono  
Teknik Elektro  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Cilegon, Indonesia  
muchtar.ali@untirta.ac.id

**Abstrak**—Keamanan rumah merupakan aspek penting dalam menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman. Penelitian ini mengembangkan sistem pengamanan rumah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor PIR, RFID, dan Raspberry Pi sebagai pusat kendali. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi pergerakan, mengidentifikasi individu, dan memberikan pemberitahuan kepada penghuni melalui pengeras suara serta Telegram Bot. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan, sedangkan modul RFID digunakan untuk autentikasi individu yang berada di sekitar area yang diawasi. Raspberry Pi berfungsi sebagai pengolah data dan pengendali logika sistem, sementara Telegram Bot memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi pergerakan dengan akurasi tinggi (95%-100%) dan respons yang cepat dengan rerata waktu respons 1,2 detik. Efektivitas pemberitahuan melalui pengeras suara juga terbukti efektif dalam menarik perhatian penghuni dalam radius 10 meter. Sistem IoT berhasil menghubungkan perangkat dengan Telegram Bot pada jarak hingga 7 meter dengan waktu respons rerata 1,72 detik. Gangguan konektivitas terjadi pada jarak lebih jauh, yang menunjukkan pengaruh kualitas jaringan terhadap performa sistem. Sistem ini menunjukkan kinerja yang dapat diandalkan dalam meningkatkan keamanan rumah, dengan potensi untuk diterapkan dalam lingkungan yang lebih terkontrol dan dengan pengaturan posisi sensor yang lebih optimal.

**Kata Kunci**— *iot, pengeras suara, pir sensor, raspberry pi, rfid.*

## I. PENDAHULUAN

Keamanan merupakan faktor utama dalam menciptakan ketenangan dan ketertiban di berbagai lingkungan, baik itu di rumah, perkantoran, maupun ruang publik [1], [2]. Peningkatan angka kriminalitas dan ancaman keselamatan lainnya mengharuskan adanya inovasi dalam sistem

pengamanan yang lebih efektif dan responsif [3], [4]. Sistem pengamanan tradisional, yang bergantung pada perangkat pasif seperti CCTV dan alarm, sering kali menghadapi kendala dalam hal waktu respons, pemantauan *real-time*, dan integrasi antar perangkat. Kendala ini membuka celah yang bisa dimanfaatkan oleh pihak yang berniat buruk, menciptakan rasa tidak aman di masyarakat [5], [6], [7].

Perkembangan teknologi, terutama dalam bidang sensor dan *Internet of Things* (IoT), telah mengubah paradigma pengamanan dengan memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi [8], [9]. Teknologi IoT memungkinkan pengelolaan sistem pengamanan yang lebih terintegrasi, memungkinkan pemantauan dan pengendalian secara *real-time* [10], [11]. Salah satu teknologi yang sangat efektif dalam pengamanan adalah sensor *Passive Infrared Sensor* (PIR), yang mendeteksi pergerakan dengan mengidentifikasi perubahan pada sinyal inframerah yang dipancarkan oleh objek. Sensor PIR memiliki keunggulan dalam hal efisiensi energi dan kesederhanaan dalam penerapannya [12], [13], [14], [15].

Selain sensor PIR, teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) turut memperkaya sistem pengamanan berbasis IoT [16], [17], [18], [19]. RFID memungkinkan proses autentikasi dan pelacakan dengan menggunakan gelombang radio, yang mengurangi ketergantungan pada kontak fisik dan meningkatkan kecepatan serta akurasi dalam identifikasi individu [20]. Teknologi ini memperkuat sistem pengamanan dengan memberikan kemudahan dalam pengelolaan akses dan pemantauan di area tertentu [21], [22].

Raspberry Pi, sebagai sebuah komputer papan tunggal yang fleksibel dan kompak, memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem pengamanan pintar. Daya komputasi yang memadai, Raspberry Pi mampu mengelola berbagai perangkat keras dan perangkat lunak dalam satu sistem yang terintegrasi. Melalui penggunaan Raspberry Pi,

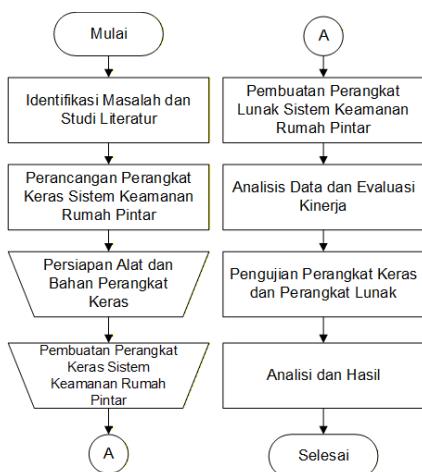
sistem ini dapat mengelola sensor PIR, RFID, serta perangkat output seperti pengeras suara yang memberikan notifikasi kepada penghuni ketika terdeteksi aktivitas mencurigakan [23], [24], [25].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengamanan rumah pintar yang mengintegrasikan sensor PIR, RFID, dan Raspberry Pi, yang dilengkapi dengan mekanisme pemberitahuan menggunakan pengeras suara. Sistem ini diharapkan dapat memberikan notifikasi yang cepat dan efisien, memungkinkan penghuni merespons segera terhadap ancaman yang terdeteksi. Melalui pengembangan sistem ini, diharapkan tercipta solusi pengamanan yang lebih responsif, terintegrasi, dan mudah diimplementasikan, meningkatkan kewaspadaan masyarakat dalam menghadapi potensi ancaman.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengembangkan sistem pengamanan rumah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan pemberitahuan melalui pengeras suara untuk meningkatkan perlindungan lingkungan. Sistem ini menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai pusat kendali yang menghubungkan berbagai perangkat sensor dan output dalam satu sistem yang kompak. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan, sedangkan modul RFID diterapkan untuk autentikasi dan pelacakan individu di area yang diawasi. Pengeras suara berfungsi sebagai alat pemberitahuan untuk memberikan notifikasi langsung kepada penghuni saat terdeteksi aktivitas mencurigakan.

Proses pembuatan sistem ini mengadopsi pendekatan fungsional untuk memastikan kinerja optimal dari setiap komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Pendekatan struktural diterapkan untuk merancang sistem yang terintegrasi dengan efisien dan memastikan keandalan operasionalnya. Sistem ini juga mengimplementasikan prinsip IoT, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara *real-time* melalui platform Telegram Bot, yang menyediakan kemudahan bagi pengguna untuk mengakses dan mengelola sistem pengamanan dari jarak jauh. Gambar 1 menyajikan diagram alir penelitian yang mencakup tahapan perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem pengamanan rumah pintar berbasis IoT.



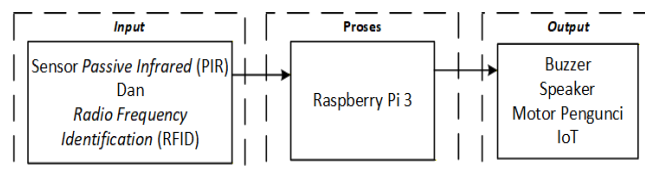
Gambar. 1. Diagram Alir Penelitian Sistem Pengamanan Rumah Pintar

### A. Pendekatan Fungsional

Sistem pengamanan rumah pintar ini dikendalikan oleh Raspberry Pi 3, yang diprogram menggunakan bahasa Python

dan terintegrasi dengan *platform* Telegram Bot untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh berbasis IoT. Sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi pergerakan di area yang diawasi. Modul RFID digunakan untuk autentikasi individu yang berada di sekitar lingkungan, memudahkan identifikasi secara otomatis tanpa memerlukan interaksi fisik. Pengeras suara berfungsi sebagai alat pemberitahuan yang memberikan notifikasi langsung kepada penghuni jika terdeteksi aktivitas mencurigakan.

Data yang diperoleh dari sensor PIR dan RFID diproses oleh Raspberry Pi untuk menilai kondisi keamanan. Deteksi pergerakan dikategorikan sebagai ada atau tidak adanya aktivitas berdasarkan sinyal keluaran dari sensor PIR. Identifikasi individu dilakukan melalui pembacaan gelombang radio yang diterima oleh modul RFID. Hasil pemrosesan data ini digunakan untuk menentukan langkah selanjutnya, seperti memberikan peringatan melalui pengeras suara atau mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui Telegram Bot. Gambar 2 menyajikan diagram blok sistem yang terdiri dari tiga bagian utama *input* (sensor PIR dan RFID), *proses* (Raspberry Pi sebagai pemroses data dan pengendali logika), dan *output* (pengeras suara dan pemberitahuan melalui Telegram).



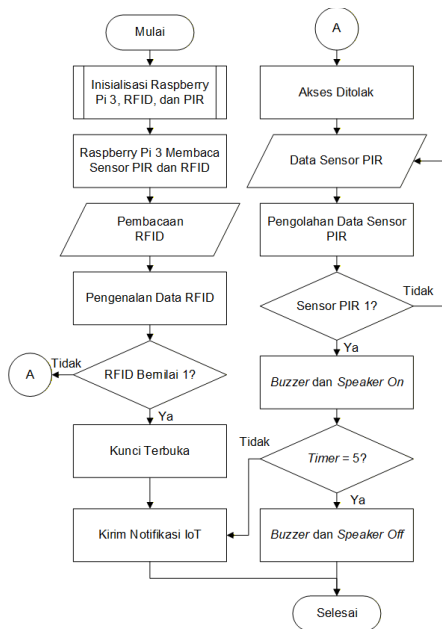
Gambar. 2. Diagram Blok Sistem Pengamanan Rumah Pintar

### B. Pendekatan Struktural

Sistem pengamanan rumah pintar ini dirancang dengan memperhatikan efisiensi energi, kemudahan pemeliharaan, serta kestabilan operasional untuk meningkatkan kualitas perlindungan lingkungan secara optimal. Komponen perangkat keras diintegrasikan secara sistematis agar proses pemantauan dan pengendalian berjalan dengan efisien. Raspberry Pi 3 mengolah data yang diterima dari sensor PIR dan RFID, menampilkan status sistem melalui Telegram Bot, serta mengendalikan *output* seperti pengeras suara untuk pemberitahuan kepada penghuni.

Pergerakan yang terdeteksi oleh sensor PIR akan memicu pengaktifan pengeras suara untuk memberikan peringatan. Sensor RFID, ketika mendeteksi individu yang terautentikasi, memungkinkan proses pemantauan lebih akurat. Raspberry Pi memproses data yang diterima dan menentukan langkah selanjutnya berdasarkan hasil deteksi pergerakan atau identifikasi. Pemberitahuan atau alarm melalui pengeras suara diaktifkan secara otomatis untuk memberitahukan penghuni terkait ancaman keamanan yang terdeteksi.

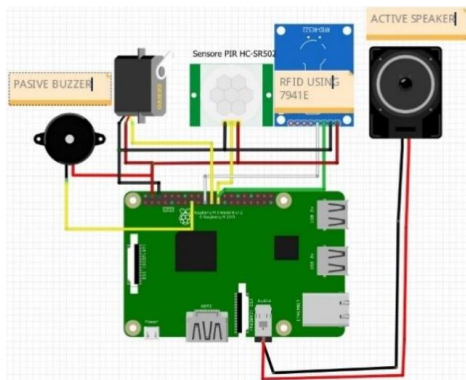
Desain struktural sistem ini mengoptimalkan kestabilan operasional dengan penggunaan Raspberry Pi sebagai pengendali utama, yang mengelola komunikasi antar sensor dan output. Pemantauan berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi *real-time* melalui Telegram Bot, sehingga tindakan cepat dapat diambil jika terdeteksi ancaman. Sistem juga mengimplementasikan distribusi daya yang efisien dan penggunaan modul *relay* terisolasi untuk menjaga keandalan dan kestabilan sistem dalam jangka panjang. Gambar 3 menggambarkan diagram alir program pengendalian otomatis pada sistem pengamanan rumah pintar berbasis IoT.



Gambar. 3. Diagram Alir Program Sistem Pengamanan Rumah Pintar

Diagram alir pada Gambar 3 menunjukkan sistem diawali dengan inisialisasi Raspberry Pi 3, RFID, dan sensor PIR, kemudian Raspberry Pi membaca dan memproses data secara berulang untuk menentukan tindakan. Pembacaan RFID digunakan untuk autentikasi akses, sehingga RFID bernilai 1 membuka kunci dan mengirim notifikasi IoT, sedangkan RFID tidak valid menyebabkan akses ditolak dan proses beralih ke pemantauan PIR. Deteksi PIR bernilai 1 mengaktifkan buzzer dan pengeras suara selama 5 detik, lalu keduanya dimatikan dan proses diakhiri, sedangkan PIR tidak mendeteksi gerakan membuat sistem tetap pada mode pemantauan.

Sistem kelistrikan pada sistem pengamanan rumah pintar berbasis IoT dirancang untuk mengontrol seluruh komponen secara otomatis. Diagram rangkaian kelistrikan menghubungkan Raspberry Pi 3, sensor PIR, modul RFID, pengeras suara, dan perangkat lainnya yang mendukung sistem. Sumber daya listrik disesuaikan menggunakan modul catu daya untuk memenuhi kebutuhan tegangan setiap komponen. Konfigurasi ini memastikan kestabilan suplai daya dan kompatibilitas antar perangkat. Operasional sistem berlangsung dengan optimal pada seluruh kondisi kerja, memaksimalkan responsivitas dan efektivitas pemberitahuan kepada penghuni. Gambar 4 menyajikan diagram rangkaian kelistrikan yang menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem pengamanan rumah pintar secara sistematis.



Gambar. 4. Diagram Kelistrikan Sistem Pengamanan Rumah Pintar

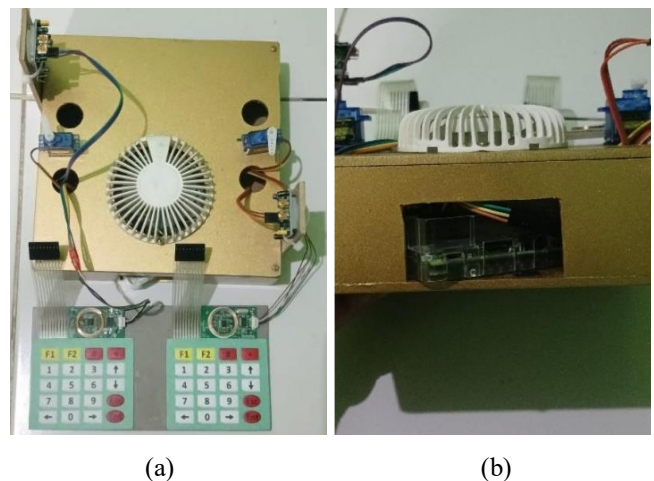
Gambar 4 menunjukkan hubungan antar komponen dalam sistem pengamanan rumah pintar berbasis IoT. Raspberry Pi 3 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor PIR dan RFID. Pengolahan data dilakukan untuk mendeteksi pergerakan atau identifikasi individu, yang kemudian mengaktifkan output berupa pemberitahuan melalui pengeras suara. Sistem pemantauan dan kontrol jarak jauh dilakukan melalui Telegram Bot sebagai antarmuka pengguna. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak ini menjamin efisiensi dan responsivitas sistem pengamanan secara otomatis.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil implementasi dan pengujian sistem pengamanan rumah pintar berbasis IoT yang menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai pusat kendali. Sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi pergerakan, sementara modul RFID digunakan untuk autentikasi identitas. Pengeras suara diaktifkan untuk memberikan pemberitahuan kepada penghuni saat aktivitas mencurigakan terdeteksi. Pengujian dilakukan melalui simulasi operasional untuk memverifikasi keterkaitan logika antara sensor dan aktuator, serta untuk menguji keakuratan dan responsivitas sistem. Selain itu, kanal kontrol jarak jauh melalui Telegram Bot diuji untuk memastikan kemampuan pemantauan dan pengendalian sistem secara *real-time*.

#### A. Hasil Instalasi Perangkat Keras

Pada tahap instalasi hardware, dilakukan perakitan komponen fisik yang menjadi bagian dari sistem pengamanan rumah pintar berbasis PIR, RFID, dan Raspberry Pi. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan semua perangkat keras terpasang dengan benar sesuai dengan desain sistem. Instalasi mencakup pengaturan posisi sensor PIR untuk deteksi pergerakan, modul RFID untuk autentikasi, serta perangkat *output* seperti pengeras suara, dengan memastikan seluruh koneksi antar komponen berjalan optimal. Gambar 5 menunjukkan instalasi perangkat keras yang dirancang untuk mengintegrasikan beberapa komponen elektronik dalam sistem yang efisien dan terorganisir. Instalasi ini terdiri dari elemen utama seperti sensor PIR, modul RFID, Raspberry Pi, dan perangkat output lainnya yang mendukung pengoperasian sistem secara otomatis.



Gambar. 5. Implementasi Instalasi Perangkat Keras: (a). Tampak Atas, (b). Tampak Samping

Raspberry Pi ditempatkan dalam casing pelindung kokoh dengan kipas pendingin untuk menjaga suhu tetap stabil. Dua

sensor PIR dipasang di sisi kiri dan kanan untuk mendeteksi pergerakan, dengan data diteruskan ke Raspberry Pi untuk analisis. Dua *keypad* berfungsi sebagai input utama untuk kode akses atau perintah sistem, sementara modul RFID berfungsi untuk identifikasi dan autentikasi pengguna. Dua motor servo di sisi casing memberikan gerakan mekanis setelah autentikasi berhasil. Instalasi ini mengintegrasikan perangkat keras secara efisien untuk sistem keamanan berbasis IoT dan kontrol akses otomatis.

### B. Hasil Evaluasi Deteksi Pergerakan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi pergerakan berfungsi dengan baik, menghasilkan respons yang cepat dan akurat. Sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan manusia dalam berbagai kondisi, baik di dalam ruangan dengan pencahayaan normal maupun di luar ruangan pada siang hari. Respons sistem terjadi dengan cepat, kurang dari satu detik setelah deteksi pergerakan. Tabel 1 berikut ini adalah hasil pengujian deteksi pergerakan dalam berbagai kondisi yang telah diuji.

TABEL I. HASIL EVALUASI DETEKSI PERGERAKAN SENSOR PIR

No	Jarak Sensor (meter)	Sudut Deteksi (derajat)	Kondisi	Waktu Respons (detik)	Hasil
1	1	90	Dalam ruangan, cahaya normal	0,8	Terdeteksi
2	3	120	Dalam ruangan, gelap	1	Terdeteksi
3	5	60	Luar ruangan, siang hari	1,1	Terdeteksi
4	7	45	Luar ruangan, malam hari	1,3	Tidak Terdeteksi
5	2	110	Dalam ruangan, cahaya terang	0,9	Terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, sensor PIR efektif mendeteksi pergerakan pada berbagai kondisi. Pada jarak 1 meter dengan sudut deteksi 90 derajat, waktu respons tercatat 0,8 detik dalam ruangan dengan pencahayaan normal. Di ruangan gelap dengan jarak 3 meter dan sudut 120 derajat, waktu respons sedikit lebih lama, yaitu 1 detik, namun tetap terdeteksi. Pada pengujian luar ruangan di siang hari dengan jarak 5 meter dan sudut 60 derajat, waktu respons mencapai 1,1 detik, namun masih efektif. Namun, pada jarak 7 meter dan sudut 45 derajat di malam hari, sensor tidak mendeteksi pergerakan. Hasil ini menunjukkan bahwa jarak, sudut deteksi, dan kondisi lingkungan mempengaruhi kinerja sensor PIR, dengan jarak jauh atau lingkungan gelap mengurangi efektivitas deteksi.

### C. Hasil Efektivitas Pemberitahuan Melalui Pengeras Suara

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemberitahuan melalui pengeras suara berhasil menarik perhatian dalam radius hingga 10 meter dari lokasi pemasangan. Pesan peringatan yang dihasilkan memiliki volume yang cukup keras dan jelas, memastikan bahwa pemberitahuan dapat terdengar dengan baik di lingkungan sekitar. Sistem terbukti efektif dalam memberikan peringatan tanpa gangguan selama pengeras suara terhubung dengan baik. Tabel 2 berikut ini

adalah hasil efektivitas pemberitahuan melalui pengeras suara dalam berbagai kondisi yang telah diuji.

TABEL II. HASIL EFEKTIVITAS PEMBERITAHUAN MELALUI PENERAS SUARA

No	Jarak Pengeras suara (meter)	Volume (%)	Kondisi	Pesan Terdengar
1	2	75	Dalam ruangan dan sunyi	Terdengar
2	5	70	Dalam ruangan dan bising	Terdengar
3	10	65	Luar ruangan dan siang hari	Terdengar
4	12	60	Luar ruangan dan malam hari	Tidak Terdengar
5	15	50	Luar ruangan dan berangin	Tidak Terdengar

Berdasarkan Tabel 2 pengujian menunjukkan bahwa volume pengeras suara yang lebih tinggi (75%) pada jarak 2 meter berhasil membuat pesan terdengar jelas dalam kondisi ruangan yang sunyi. Pada jarak 5 meter dan volume 70%, meskipun terdapat kebisingan di dalam ruangan, pesan tetap dapat terdengar dengan baik. Pada jarak 10 meter dan volume 65%, pesan masih dapat terdengar meskipun berada di luar ruangan pada siang hari dengan tingkat kebisingan yang lebih tinggi. Pada jarak 12 meter, volume yang lebih rendah (60%) di luar ruangan pada malam hari membuat pesan tidak terdengar dengan jelas, dan pada jarak 15 meter dengan volume 50%, pesan tidak dapat terdengar akibat pengaruh lingkungan luar yang lebih berangin dan jauh dari sumber suara. Hasil ini menunjukkan bahwa jarak dan kondisi lingkungan secara signifikan mempengaruhi efektivitas pemberitahuan melalui pengeras suara.

### D. Analisis Kinerja Sistem

Pengujian responsivitas sistem dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan dari deteksi pergerakan oleh sensor PIR hingga pengeras suara mengeluarkan pemberitahuan. Hasil pengujian menunjukkan kinerja sistem yang responsif, dengan rerata waktu respons sebesar 1,2 detik, yang cukup cepat untuk mendukung tindakan pencegahan dalam lingkungan pemukiman. Tabel 3 berikut ini menyajikan hasil pengujian responsivitas sistem dalam berbagai kondisi yang diuji.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN RESPONSIVITAS SISTEM

No	Waktu Deteksi Pemberitahuan (detik)	Catatan
1	1,1	Stabil
2	1,2	Stabil
3	1,3	Sedikit lambat
4	1,2	Stabil
5	1,1	Stabil
6	1,3	Sedikit lambat
7	1,2	Stabil
8	1,1	Stabil
9	1,2	Stabil
10	1,1	Stabil
Rerata	1,2	

Berdasarkan Tabel 3 hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respons sistem berkisar antara 1,1 hingga 1,3 detik. Sebagian besar waktu respons tercatat stabil pada rentang 1,1 hingga 1,2 detik, yang mengindikasikan performa sistem yang cepat dan efisien. Pada dua percobaan, waktu respons tercatat sedikit lebih lambat, yaitu 1,3 detik, meskipun tetap berada

dalam rentang waktu yang memadai untuk tindakan pencegahan. Rerata waktu respons 1,2 detik, sistem terbukti dapat memberikan pemberitahuan secara cepat setelah deteksi pergerakan, yang menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam situasi darurat di lingkungan pemukiman.

Pengujian akurasi menunjukkan bahwa sistem deteksi pergerakan berbasis sensor PIR memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi. Akurasi sistem bervariasi antara 90% hingga 100% pada setiap percobaan. Percobaan pertama, kedua, keempat, dan kelima menunjukkan tingkat akurasi sebesar 95%, dengan hanya satu atau dua pergerakan yang tidak terdeteksi. Kesalahan deteksi lebih banyak disebabkan oleh faktor lingkungan eksternal, seperti pergerakan hewan kecil atau angin yang menggerakkan objek di sekitar sensor. Percobaan ketiga menunjukkan hasil yang sempurna, dengan sensor berhasil mendeteksi semua pergerakan dan mencapai akurasi 100%, tanpa adanya kesalahan deteksi.

Tingkat akurasi yang tinggi pada sebagian besar percobaan menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam mendeteksi pergerakan meskipun ada gangguan eksternal. Kesalahan deteksi yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh gangguan lingkungan, seperti pergerakan hewan atau perubahan kondisi yang mempengaruhi sensitivitas sensor. Meskipun demikian, kinerja sistem tetap dapat diandalkan, dengan akurasi yang cukup baik di lingkungan yang bervariasi. Evaluasi ini menunjukkan bahwa sistem ini efektif diterapkan dalam lingkungan yang lebih terkontrol dan dapat dioptimalkan dengan pengaturan posisi sensor yang lebih tepat. Tabel 4 menunjukkan hasil akurasi pengujian.

TABEL IV. HASIL PENGUKURAN AKURASI SISTEM

No	Jumlah Percobaan	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Akurasi (%)
1	20	19	1	95
2	20	18	2	90
3	20	20	0	100
4	20	19	1	95
5	20	19	1	95

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, sistem deteksi pergerakan berbasis sensor PIR menunjukkan akurasi yang tinggi, dengan tingkat keberhasilan deteksi antara 90% hingga 100%. Pada sebagian besar percobaan, tingkat akurasi tercatat stabil pada 95%, dengan hanya satu atau dua pergerakan yang tidak terdeteksi. Kesalahan deteksi lebih banyak disebabkan oleh gangguan eksternal, seperti pergerakan hewan kecil atau angin yang memengaruhi objek di sekitar sensor. Pada percobaan ketiga, sistem berhasil mendeteksi seluruh pergerakan dengan sempurna, menghasilkan akurasi 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor PIR memiliki kinerja yang baik dalam kondisi yang lebih terkendali. Meskipun demikian, kesalahan deteksi pada beberapa percobaan mengindikasikan bahwa lingkungan sekitar, seperti pergerakan objek yang tidak relevan, dapat mempengaruhi akurasi sistem. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti dapat diandalkan dengan tingkat kesalahan yang rendah dan kinerja yang konsisten dalam berbagai kondisi pengujian.

#### E. Hasil Pengujian IoT

Pengujian IoT dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam memantau dan mengendalikan perangkat secara real-time melalui platform Telegram Bot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil menghubungkan

perangkat dengan Telegram Bot, memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi dan mengendalikan sistem secara jarak jauh. Waktu respons sistem dalam mengirimkan notifikasi dan menerima perintah pengguna berada dalam rentang waktu yang cepat, dengan rerata waktu kurang dari 2 detik. Tabel 5 merupakan hasil pengujian IoT.

TABEL V. HASIL PENGUJIAN IOT

No	Jarak Perangkat (meter)	Waktu Respons (detik)	Kondisi Jaringan	Hasil
1	1	1,2	Stabil	Terkoneksi
2	3	1,5	Stabil	Terkoneksi
3	5	1,8	Stabil	Terkoneksi
4	7	2	Stabil	Terkoneksi
5	10	2,1	Tidak Stabil	Tidak Terkoneksi
Rerata		1,72		

Berdasarkan Tabel 5 hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem IoT berfungsi dengan baik pada jarak hingga 7 meter, dengan waktu respons rerata sekitar 1,5 detik pada kondisi jaringan stabil. Pada jarak 10 meter, sistem mengalami gangguan konektivitas, yang terlihat dari waktu respons yang meningkat menjadi 2,1 detik dan ketidakmampuan sistem untuk terhubung dengan perangkat. Meskipun demikian, dalam kondisi jaringan stabil dan jarak pendek hingga 7 meter, sistem dapat mengirimkan notifikasi dan menerima perintah dari pengguna dengan cepat dan akurat. Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem IoT efektif digunakan dalam jarak pendek hingga menengah, namun pengaruh jarak dan kualitas jaringan perlu diperhatikan untuk memastikan kestabilan konektivitas.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pengamanan rumah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor PIR, RFID, dan Raspberry Pi sebagai pusat kendali. Sistem ini mampu mendeteksi pergerakan dengan akurasi tinggi, memberikan pemberitahuan secara *real-time* melalui pengeras suara, serta mengendalikan perangkat secara jarak jauh melalui platform Telegram Bot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki responsivitas yang cepat dengan waktu respons rerata 1,2 detik dan tingkat akurasi deteksi pergerakan mencapai 95% hingga 100%, meskipun terdapat gangguan eksternal yang mempengaruhi hasil deteksi.

Pengujian efektivitas pemberitahuan melalui pengeras suara juga menunjukkan hasil yang positif, dengan kemampuan sistem menarik perhatian penghuni dalam radius 10 meter. Sistem IoT yang diimplementasikan berhasil menghubungkan perangkat dengan Telegram Bot dalam kondisi jaringan stabil hingga jarak 7 meter, dengan waktu respons yang cepat dan efisien. Gangguan konektivitas terjadi pada jarak lebih jauh, terutama ketika kualitas jaringan menurun.

Secara keseluruhan, sistem pengamanan rumah pintar berbasis IoT ini menunjukkan kinerja yang dapat diandalkan dalam mendeteksi pergerakan, memberikan notifikasi, serta memantau dan mengendalikan perangkat secara jarak jauh. Meskipun demikian, faktor eksternal seperti kondisi lingkungan dan kualitas jaringan perlu diperhatikan untuk memastikan performa sistem yang optimal. Pengaturan posisi

sensor dan kualitas jaringan yang lebih baik dapat lebih mengoptimalkan sistem ini dalam aplikasi dunia nyata, terutama dalam lingkungan yang lebih terkontrol.

#### REFERENCES

- [1] M. Massari and D. Longo, "Safe and Sound : Governance for Planning Public Space in a Security-by-Design Paradigm," *Urban Sci.*, vol. 9, no. 7, pp. 1–20, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/urbansci9070241>.
- [2] S. Orlandi, D. Longo, and B. Turillazzi, "Integrating Security-by-Design into Sustainable Urban Planning for Safer , More Accessible , and Livable Public Spaces," *sustainability*, vol. 17, no. 16, pp. 1–20, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/su17167186>.
- [3] M. A. Rahaman, S. N. Amin, M. A. Rahman, and M. N. Amin, "Security concerns, public perceptions and safety initiatives at tourist destinations in Bangladesh: Effective tourist police interventions for sustainable tourism," *Sustain. Futur.*, vol. 10, no. March, p. 101004, 2025, doi: [10.1016/j.sft.2025.101004](https://doi.org/10.1016/j.sft.2025.101004).
- [4] P. Santos, R. Abreu, M. J. C. S. Reis, and C. Ser, "A Systematic Review of Cyber Threat Intelligence: The Effectiveness of Technologies , Strategies , and Collaborations in Combating Modern Threats," *Sensors*, vol. 25, no. 14, pp. 1–28, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/s25144272>.
- [5] N. Singh, R. Buyya, and H. Kim, "Securing Cloud-Based Internet of Things: Challenges and Mitigations," *Sensors*, vol. 25, no. 1, pp. 1–45, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/s25010079>.
- [6] D. Dhinakaran, S. E. Raja, A. Ramathilagam, G. Vennila, and A. Alagalakshmi, "MethodsX Ethical and legal challenges with IoT in home digital twins," *MethodsX*, vol. 14, no. January, p. 103409, 2025, doi: [10.1016/j.mex.2025.103409](https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103409).
- [7] G. L. Moepi, T. E. Mathonsi, D. du Plessis, T. Muchenje, and T. M. Tshilongamulenzhe, "Smart Surveillance Systems: Trends, Challenges and Future Directions," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 14, no. 2, pp. 2215–2237, 2025, doi: [10.33022/ijcs.v14i2.4802](https://doi.org/10.33022/ijcs.v14i2.4802).
- [8] S. H. Abdhussain *et al.*, "A Comprehensive Review of Sensor Technologies in IoT: Technical Aspects, Challenges, and Future Directions," *computers*, vol. 14, no. 8, pp. 1–54, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/computers14080342>.
- [9] A. Nanjar, T. S. Maharani, P. A. Prastyo, M. T. N. Hidayat, and I. kharits Najibulloah, "Internet Of Things (IoT) Integration In Telecommunication Networks: Challenges and Opportunities," *J. Technol. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–24, 2024, doi: <https://doi.org/10.51903/jtie.v3i1.156>.
- [10] P. Brous, M. Janssen, and P. Herder, "The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 51, no. September 2018, p. 101952, 2020, doi: [10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008).
- [11] K. Sulisty and M. I. Abdullah, "IoT Enabled Real Time Load Height Monitoring and Control System Using PLC and HMI for Smart Industrial," *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 1085–1100, 2025, doi: <https://doi.org/10.37385/jaets.v6i2.7044>.
- [12] A. Juliansyah, Ramlah, and D. Nadiani, "Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 2, no. 4, pp. 199–205, 2021, doi: <https://doi.org/10.35746/jtim.v2i4.113>.
- [13] T. Niamat, U. Akhund, and K. Teramoto, "Privacy-concerned averaged human activeness monitoring and normal pattern recognizing with single passive infrared sensor using one-dimensional modeling," *Sensors Int.*, vol. 6, no. August 2024, p. 100303, 2025, doi: [10.1016/j.sintl.2024.100303](https://doi.org/10.1016/j.sintl.2024.100303).
- [14] N. Singh, B. Pratap, A. Kumar, A. Kumari, and S. Madan, "Design and Implementation of an Infrared Motion Detection and Gesture Classification System Using Kalman Filtering and Convolutional Neural Networks," *Int. J. Eng. Technol. Manag. Res.*, vol. 10, no. 2, pp. 39–51, 2023, doi: [10.29121/ijetmr.v10.i2.2023.1596](https://doi.org/10.29121/ijetmr.v10.i2.2023.1596).
- [15] M. Nabel, D. Ananda, A. R. Shabaha, and P. S. Sundari, "Application of Passive Infrared Sensor to Improve the Quality of CCTV in Maintaining Home Security," *J. Electron. Technol. Explor.*, vol. 2, no. 1, pp. 12–14, 2024, doi: <https://doi.org/10.52465/joetex.v2i1.366>.
- [16] K. W. Abdo, "Radio Frequency Identification (RFID) Implementation in an IoT Smart Library," *J. Inf. Syst. Eng. Manag.*, vol. 9, no. 3, pp. 1–11, 2024, doi: [10.55267/iadt.07.14925](https://doi.org/10.55267/iadt.07.14925).
- [17] F. Costa, S. Genovesi, M. Borgese, A. Michel, F. A. Dicandia, and G. Manara, "A Review of RFID Sensors , the New Frontier of Internet of Things," *sensors*, vol. 21, no. 9, pp. 1–34, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/s21093138>.
- [18] Y. Duroc, "From Identification to Sensing: RFID Is One of the Key Technologies in the IoT Field," *sensors*, vol. 22, no. 19, pp. 1–16, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/s22197523>.
- [19] S. I. Khan, B. R. Ray, and N. C. Karmakar, "Automation in Construction RFID localization in construction with IoT and security integration," *Autom. Constr.*, vol. 159, no. November 2023, p. 105249, 2024, doi: [10.1016/j.autcon.2023.105249](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105249).
- [20] A. Akbari, "The application of radio-frequency identification (RFID) technology in the petroleum engineering industry: Mixed review," *Pet. Res.*, vol. 10, no. 4, pp. 912–922, 2025, doi: [10.1016/j.ptlrs.2025.05.001](https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2025.05.001).
- [21] M. R. A. Yazid and I. Husnaini, "Layered security system on safe using RFID, finger print, camera and keypad based on Internet of Things," *J. Ind. Autom. Electr. Eng.*, vol. 02, no. 01, pp. 201–209, 2025, doi: <https://doi.org/10.24036/enqe3a12>.
- [22] A. A. Najib, R. Munadi, N. Bogi, and A. Karna, "Security system with RFID control using E-KTP and internet of things," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 10, no. 3, pp. 1436–1445, 2021, doi: [10.11591/eei.v10i3.2834](https://doi.org/10.11591/eei.v10i3.2834).
- [23] R. Kumar. J, K. A, K. M, and K. S, "Smart Spy Rover Using Raspberry Pi for Surveillance and Threat Detection," *Int. Adv. Res. J. Sci. Eng. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 1748–1753, 2025, doi: [10.17148/IARJSET.2025.125300](https://doi.org/10.17148/IARJSET.2025.125300).
- [24] S. Ellison, H. Kishan, S. Vappangi, S. Dayal, and N. Kumar, "Review article A comprehensive review on applications of Raspberry Pi," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 52, no. November 2023, p. 100636, 2024, doi: [10.1016/j.cosrev.2024.100636](https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2024.100636).
- [25] U. Zhalmagambetova *et al.*, "A Secure Telemetry Transmission Architecture Independent of GSM : An Experimental LoRa-Based System on Raspberry Pi for IIoT Monitoring Tasks," *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 17, pp. 1–23, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/app15179539>.