Terbit *online* pada laman: http://jurnal.utu.ac.id/JTI

Jurnal Teknologi Informasi

| ISSN (Online): 2829-8934 |



Perancangan dan Pengujian Prototipe Sistem Keamanan Garasi Rumah Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Pir Dan Sensor Ultrasonic

Nisfa Wisda Septianti[1], Muhammad Rizal Fachri[1], Mursyidin[1]
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia
Email: 220211022@student.Ar-raniry ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:
Diterima: 4 Agustus 2026
Revisi: 9 Oktober 2026
Diterbitkan: 30 Oktober 2026

Kata Kunci:
Arduino
Sistem Keamanan Garasi
Sensor PIR
Sensor Ultrasonik

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh meningkatnya kasus pencurian kendaraan di lingkungan perumahan, khususnya pada area garasi, serta keterbatasan sistem keamanan konvensional yang belum sepenuhnya efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem keamanan garasi rumah berbasis Arduino dengan memanfaatkan sensor *Passive Infrared (PIR*) dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi pergerakan dan jarak objek secara otomatis. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif eksperimental, yaitu dengan merancang, merakit, dan menguji sistem melalui beberapa skenario percobaan untuk mengetahui kinerjanya. Sensor PIR berfungsi mendeteksi pergerakan manusia berdasarkan radiasi inframerah, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak objek yang mendekati area garasi. Sistem akan mengaktifkan alarm *(buzzer*) apabila terdeteksi pergerakan dan jarak objek berada pada batas tertentu. Hasil yang diharapkan menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mendeteksi pergerakan dan keberadaan objek dengan tingkat akurasi dan waktu respon yang baik, sehingga dapat menjadi solusi keamanan garasi yang otomatis, dan ekonomis.

Copyright © 2026 Jurnal Teknologi Informasi UTU
All rights reserved

1. Pendahuluan

Keamanan rumah merupakan salah satu aspek penting dalam melindungi penghuni serta aset berharga, terutama kendaraan yang disimpan di garasi. Garasi menjadi salah satu bagian rumah yang rentan terhadap tindak pencurian karena merupakan akses keluar masuk kendaraan. Pengamanan konvensional seperti kunci mekanis, gembok, dan kamera CCTV masih memiliki keterbatasan karena belum mampu memberikan deteksi dan respons secara otomatis ketika terjadi penyusupan. Oleh sebab itu, diperlukan sistem keamanan yang memanfaatkan perkembangan teknologi mikrokontroler agar proses pendeteksian dapat dilakukan secara cepat, akurat, dan mampu memberikan peringatan dini kepada pemilik rumah sehingga risiko pencurian dapat diminimalkan [1]-[4].

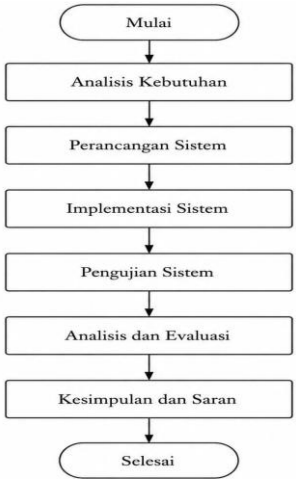
Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem keamanan karena mudah diprogram, bersifat open source, memiliki konsumsi daya yang rendah, serta biaya implementasi yang relatif terjangkau. Arduino juga dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor, seperti sensor PIR dan sensor ultrasonik. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia berdasarkan pancaran inframerah tubuh, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak objek menggunakan gelombang ultrasonik. Kombinasi kedua sensor tersebut diharapkan mampu meningkatkan keakuratan sistem dalam mendeteksi adanya penyusup di area garasi rumah serta mengurangi kesalahan deteksi yang mungkin terjadi apabila hanya menggunakan satu jenis sensor [5]-[10]. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan beberapa alat yaitu:

1. Sistem Deteksi Menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino mega 2560 dan Processing untuk Sistem Keamanan Rumah, 2018. Bayu Setyawan, Septi Andryana, Winarsih3. Tujuan penelitian ini$ dilakukan untuk mengetahui kinerja dar sistem yang ada secara keseluruhan di mana alat yang dibuat dapat memberikan keluaran berupa suara yang dapat didengar dengan jelas sesuai dengan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04[11].
2. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Dan Sms Gsm Berbasis Arduino, 2022. Septian Tri Setianto. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk membuat sistem keamanan menggunakan sensor PIR dan Short *Message Service* (SMS) sebagai pengontrol rumah dan dilakukan uji coba perbandingan kartu sim perbedaan waktu yang dapat menyimpulkan efisiensi dan kinerja alat[12].

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler dan sensor mampu meningkatkan efektivitas sistem keamanan serta mempermudah proses pemantauan. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada keamanan rumah secara umum, memanfaatkan satu jenis sensor sebagai pendeteksi utama, atau memerlukan koneksi internet sehingga implementasinya relatif lebih kompleks dan membutuhkan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu, masih diperlukan penelitian yang mengembangkan sistem keamanan garasi yang lebih sederhana, efisien, dan mudah diterapkan oleh Masyarakat [13]-[14]. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang sistem keamanan garasi rumah berbasis Arduino menggunakan sensor PIR dan sensor ultrasonik. Kombinasi kedua sensor diharapkan mampu meningkatkan akurasi pendeteksian gerakan dan objek di area garasi sehingga sistem dapat memberikan peringatan secara otomatis. Penelitian ini diharapkan menjadi alternatif sistem keamanan garasi yang efektif, ekonomis, dan mudah diterapkan[15].

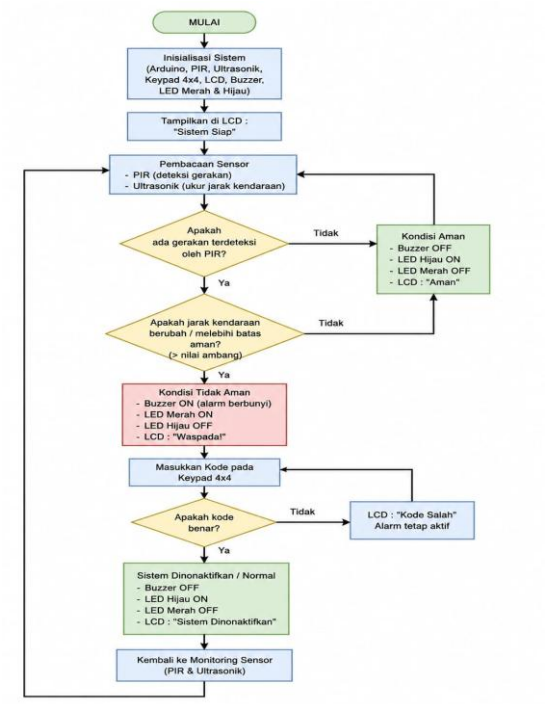
2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Engineering Research, yaitu penelitian yang berfokus pada proses perancangan, pengembangan, implementasi, serta evaluasi kinerja suatu sistem teknologi. Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem keamanan garasi rumah berbasis Arduino menggunakan sensor PIR dan sensor ultrasonik sebagai perangkat utama pendeteksi. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian prototipe sistem keamanan garasi rumah berbasis Arduino menggunakan sensor PIR dan sensor ultrasonik. Pengujian dilakukan pada prototipe untuk mengevaluasi fungsi sensor dalam mendeteksi gerakan dan mengukur jarak objek sesuai dengan rancangan sistem. Penelitian ini belum mencakup pemasangan dan pengujian sistem secara langsung pada garasi rumah, sehingga hasil pengujian menggambarkan kinerja prototipe pada kondisi pengujian yang dilakukan. Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, integrasi sensor, pengujian sistem, serta analisis dan evaluasi kinerja alat yang telah dirancang. Langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



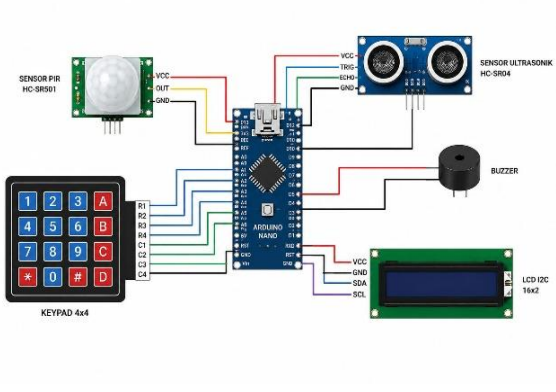
Gambar 1. Flowchat Penelitian

1. Analisis Kebutuhan
   Menentukan kebutuhan sistem keamanan garasi, spesifikasi perangkat keras yang digunakan seperti Arduino, sensor PIR, sensor ultrasonik, buzzer, dan komponen pendukung lainnya, serta menentukan kebutuhan fungsional sistem.
2. Perancangan Sistem
   Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan dan hubungan antar komponen, perancangan sistem meliputi flowchat kerja sistem pada gambar 2 dan perancangan rangkaian pada gambar 3.



Gambar 2. Flowchart Kerja Sistem

3. Implementasi Sistem
   Tahap implementasi sistem dilakukan dengan merakit komponen sesuai rancangan rangkaian dan mengunggah program ke Arduino nano, skema rangkaian sitem ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Skema Rangkaian Sistem

4. Pengujian Sistem
   Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor maupun sistem secara keseluruhan. Adapun skenario pengujian yang dilakukan meliputi, pengujian deteksi gerakan menggunakan sensor PIR, pengujian deteksi jarak menggunakan sensor ultrasonic, pengujian

waktu respon sistem, pengujian konsistensi sistem. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Akurasi Deteksi (%)
  parameter ini digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan sensor pir dan sensor ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan objek atau gerakan sesuai kondisi sebenarnya.

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Deteksi Benar}}{\text{Jumlah Seluruh Pengujian}} \text{ X } 100\% \text{.....(1)}$$

- error pengukuran jarak (%)
  parameter ini digunakan untuk mengetahui tingkat kesalahan pengukuran jarak yang dilakukan oleh sensor ultrasonik dibandingkan dengan jarak sebenarnya.

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Jarak sebenarnya} - \text{jarak terukur}}{\text{Jarak sebenarnya}} \text{ X } 100\% \text{.....(2)}$$

5. Analisis dan Evaluasi
   Menganalisis hasil pengujian sistem berdasarkan parameter evaluasi guna mengetahui tingkat efektivitas dan kinerja sistem keamanan garasi yang dirancang. Hasil pengujian dianalisis berdasarkan presentasi keberhasilan sistem dihitung dengan rumus (3).

$$Keberhasilan = \frac{\text{Jumlah pengujian berhasil}}{\text{Jumlah Seluruh Pengujian}} \text{ X } 100\% \text{.....(3)}$$

Hasil tersebut dikaterogorikan berdasarkan kriteria keberhasilan yang telah di tentukan pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Keberhasilan Sistem

Persentase	Kategori
90-100%	Sangat sukses
80-89%	sukses
70-79%	Cukup sukses
60-69%	Kurang sukses
<60%	Tidak sukses

1. Alat Dan Bahan

Daftar alat dan bahan disajikan untuk memberikan gambaran mengenai komponen yang digunakan dalam perancangan sistem. Penyajian ini bertujuan memperjelas jenis perangkat yang terlibat serta perannya secara umum dalam sistem, sehingga pembaca dapat memahami kebutuhan teknis penelitian secara lebih terstruktur. Selain itu, daftar ini juga membantu menunjukkan ruang lingkup perangkat yang digunakan dan menjadi acuan dalam proses perakitan serta pengujian sistem.

Tabel 2. Alat Dan Bahan

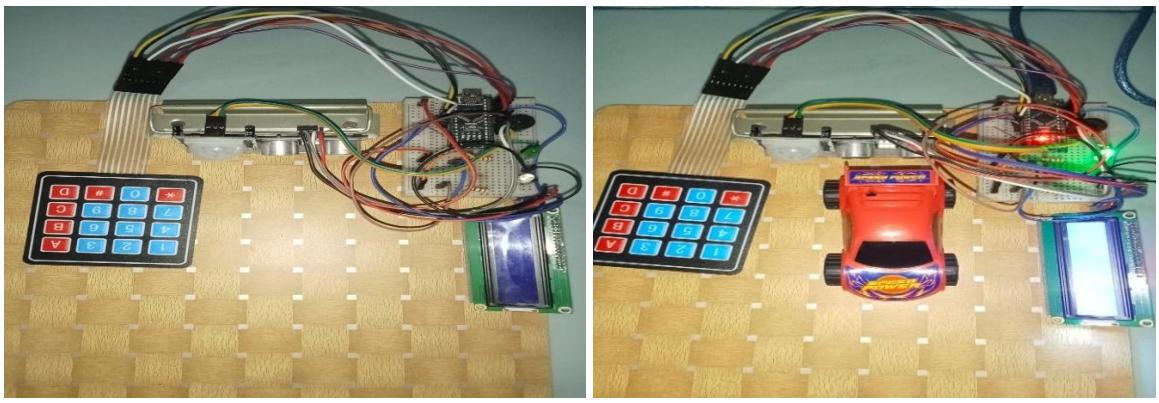
No	Nama	Jumlah
1	Arduino Nano	1
2	Sensor Pir HC-SR501	1
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	1
4	Resistor	2
5	Keypad 4x4	1
6	LCD 12C 16X2	1
7	Buzzer	1
8	Led	2

9	Breadboard	1
10	Kabel Jumper	23
11	Kabel USB Arduino	1

2. Rangkaian Sistem

Rangkaian sistem disajikan untuk memperlihatkan hubungan antar komponen yang digunakan dalam sistem keamanan garasi rumah berbasis Arduino Nano. Arduino Nano berfungsi sebagai pusat kendali yang menghubungkan seluruh perangkat masukan dan keluaran. Sensor PIR digunakan sebagai pendeteksi gerakan di sekitar area garasi, sedangkan sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi mengukur jarak kendaraan atau objek yang berada di depan garasi. Keypad 4×4 digunakan sebagai media input kata sandi untuk proses autentikasi pengguna. Informasi hasil pembacaan sensor dan status sistem ditampilkan melalui LCD 16×2 berbasis I2C, sedangkan buzzer digunakan sebagai indikator bunyi ketika sistem mendeteksi kondisi tertentu, seperti kesalahan kata sandi atau adanya gerakan yang tidak diizinkan.

Melalui rangkaian pada Gambar 4, setiap komponen dihubungkan ke Arduino Nano melalui pin input-output digital serta jalur komunikasi yang sesuai dengan fungsi masing-masing. Sensor PIR dan sensor ultrasonik dihubungkan sebagai perangkat masukan, sedangkan LCD 16×2 dan buzzer dihubungkan sebagai perangkat keluaran. Keypad 4×4 dihubungkan ke beberapa pin digital Arduino Nano sebagai media masukan pengguna. Penyajian skema rangkaian ini bertujuan untuk memperjelas konfigurasi koneksi antar komponen sehingga memudahkan proses perancangan, perakitan, dan pengujian sistem.



Gambar 4. Rangkaian Sistem

Koneksi pin pada setiap komponen dilakukan untuk menghubungkan seluruh perangkat dengan arduino nano sebagai pusat pengendali sistem. Koneksi tersebut meliputi jalur catu daya (VCC), ground (GND), serta jalur komunikasi atau sinyal yang digunakan dalam proses input dan output. Adapun rincian koneksi pin masing-masing komponen disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Koneksi Sensor Pir Hc-SR501 Ke Arduino Nano

Sensor Pir HC-SR501	Arduino Nano
VCC	5V
OUT	D2
GND	GND

Sensor PIR memiliki tiga pin utama, yaitu VCC, OUT, dan GND. Pin VCC dihubungkan ke pin 5V Arduino Nano sebagai sumber tegangan, pin OUT dihubungkan ke pin digital D2 untuk mengirimkan sinyal keluaran ketika mendeteksi gerakan, sedangkan pin GND dihubungkan ke GND

Arduino Nano sebagai jalur ground. Koneksi ini memungkinkan sensor PIR mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang berkaitan dengan pergerakan objek dan mengirimkan sinyal kepada Arduino Nano untuk diproses lebih lanjut.

Tabel 4. Koneksi Sensor Ultrasonic HC-SR40 Ke Arduino Nano

Sensor Ultrasonik HC-SR04	Arduino Nano
VCC	5V
TRIG	D3
ECHO	D4
GND	GND

Sensor ini memiliki empat pin, yaitu VCC, TRIG, ECHO, dan GND. Pin VCC dihubungkan ke pin 5V Arduino Nano sebagai sumber tegangan, pin TRIG dihubungkan ke pin digital D3 untuk mengirimkan pulsa pemicu, pin ECHO dihubungkan ke pin digital D4 untuk menerima sinyal pantulan gelombang ultrasonik, sedangkan pin GND dihubungkan ke GND Arduino Nano. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak objek berdasarkan waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan diterima kembali setelah dipantulkan oleh objek.

Tabel 5. Koneksi LCD 12C 16x2 Ke Arduino Nano

LCD 12C 15x2	Arduino Nano
VCC	5V
SDA	A4
SCL	A5
GND	GND

LCD memiliki empat pin koneksi, yaitu VCC, SDA, SCL, dan GND. Pin VCC dihubungkan ke pin 5V Arduino Nano sebagai sumber tegangan, pin SDA dihubungkan ke pin A4 sebagai jalur komunikasi data, pin SCL dihubungkan ke pin A5 sebagai jalur clock komunikasi, sedangkan pin GND dihubungkan ke GND Arduino Nano. LCD digunakan untuk menampilkan informasi hasil pembacaan sensor dan status sistem sehingga informasi dapat diketahui secara langsung selama proses pengujian alat.

Tabel 6. Buzzer Ke Arduino Nano

buzzer	arduino nano
+	5v
-	D5

Buzzer memiliki dua terminal, yaitu terminal positif (+) yang dihubungkan ke sumber tegangan 5V dan terminal negatif (-) yang dihubungkan ke pin digital D5 Arduino Nano. Buzzer berfungsi sebagai perangkat keluaran berupa suara peringatan ketika sistem mendeteksi kondisi yang telah ditentukan dalam program. Dengan demikian, buzzer dapat memberikan tanda peringatan kepada pengguna berdasarkan hasil pemrosesan data sensor oleh Arduino Nano.

Tabel 7. Keypad 4x4 Ke Arduino Nano

Keypad	Arduino Nano
R1	D2
R2	D3
R3	D4
R4	D5
C1	D6
C2	D7
C3	D8
C4	D9

Keypad 4×4 memiliki delapan pin yang terdiri atas empat pin baris (R1, R2, R3, dan R4) serta empat pin kolom (C1, C2, C3, dan C4). Pin R1 dihubungkan ke pin digital D2, R2 ke D3, R3 ke D4, dan R4 ke D5. Sementara itu, pin C1 dihubungkan ke D6, C2 ke D7, C3 ke D8, dan C4 ke D9 pada Arduino Nano. Keypad berfungsi sebagai perangkat masukan yang digunakan untuk memasukkan kode atau perintah ke dalam sistem keamanan garasi. Arduino Nano membaca kombinasi baris dan kolom untuk mengetahui tombol yang ditekan, kemudian memproses masukan tersebut sesuai

dengan program yang telah dibuat. Dengan adanya keypad, pengguna dapat memasukkan kode akses untuk mendukung proses pengamanan garasi.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Deteksi Sensor PIR

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sensor PIR dalam mendeteksi adanya pergerakan objek pada berbagai kondisi pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan variasi jarak objek, sudut pendekatan, dan arah pergerakan objek terhadap sensor. Masing-masing jarak objek di uji dengan 3 sudut pendekatan 0^o, 45^o, dan 75^o dengan pergerakan objek maju, serong, dan memotong. Untuk mengetahui tingkat akurasi sensor PIR menggunakan rumus (1) diatas.

Tabel 8. Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Sensor PIR

No	Jarak Objek (Meter)	Sudut Pendekatan (Derajat)	Pergerakan Objek	Output Sensor	Logika Sistem
		0^o (lurus)	Maju	HIGH	Terdeteksi
1	1 meter	45^o (miring)	Serong	HIGH	Terdeteksi
		75^o (sudut lebar	Memotong	HIGH	Terdeteksi
		0^o (lurus)	Maju	HIGH	Terdeteksi
2	2 meter	45^o (miring)	Serong	HIGH	Terdeteksi
		75^o (sudut lebar	Memotong	HIGH	Terdeteksi
		0^o (lurus)	Maju	HIGH	Terdeteksi
3	3 meter	45^o (miring)	Serong	HIGH	Terdeteksi
		75^o (sudut lebar	Memotong	LOW	Gagal
		0^o (lurus)	Maju	HIGH	Terdeteksi
4	4 meter	45^o (miring)	Serong	HIGH	Terdeteksi
		75^o (sudut lebar	Memotong	LOW	Gagal
		0^o (lurus)	Maju	HIGH	Terdeteksi
5	5 meter	45^o (miring)	Serong	LOW	Gagal
		75^o (sudut lebar		LOW	Gagal
Total					**11 Pengujian Sukses**
Rata-rata					**Persentase: 73, 33%**

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai akurasi sebesar 73,33%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor PIR memiliki tingkat keberhasilan yang cukup sukses dalam mendeteksi pergerakan objek pada area pengujian. Meskipun masih terdapat 4 kali kegagalan deteksi akibat sudut pendekatan yang terlalu lebar, secara keseluruhan sensor tetap mampu menjalankan fungsinya sebagai pendeteksi gerakan pada sistem keamanan garasi rumah.

2. Pengujian deteksi sensor ultrasonic

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mengukur jarak objek secara akurat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap jarak sebenarnya yang diukur menggunakan penggaris. Untuk mengetahui tingkat akurasi error sensor menggunakan rumus (2) diatas.

Tabel 9. Hasil Pengujian akurasi deteksi sensor ultrasonic

NO.	Jarak Rill (CM)	Jarak Terbaca Sensor	Jarak Error	Presentase Error
1	5	5	0	0,00%
2	20	19	1	5,00%
3	40	40	0	0,00%
4	60	61	1	1,67%
5	80	80	0	0,00%

6	100	98	2	2,00%
7	115	111	4	3,48%
Total	**420 cm**	**414 cm**	**8 cm**	**12,15%**
Rata-Rata	**60,00 cm**	**59,14 cm**	**1,14cm**	**1,74 %**

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 9, dari tujuh kali pengujian pada rentang 5–115 cm, sensor menghasilkan rata-rata error sebesar 1,14 cm dengan rata-rata persentase error 1,74%. Nilai error terbesar diperoleh pada pengujian jarak 115 cm, yaitu sebesar 4 cm atau 3,48%, sedangkan pada pengujian 5 cm, 40 cm, dan 80 cm sensor mampu membaca jarak dengan tepat sehingga tidak ditemukan error, hasil dari pengujian tabel 9 adalah 85,41% yang menunjukkan tingkat keberhasilan sukses .

3. Pengukuran Jeda Waktu Respon

Pengujian waktu respons bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat sistem memberikan respons setelah sensor mendeteksi suatu kondisi. Pengujian dilakukan dengan mengukur selisih waktu antara saat sensor aktif (t_0) dan saat aktuator berupa buzzer dan LED memberikan respons (t_1). Pengujian dilakukan sebanyak tujuh kali yang terdiri dari tiga kali pengujian menggunakan sensor ultrasonik dan empat kali pengujian menggunakan sensor PIR.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Jeda Waktu Respon

No	Pemicu (Kondisi Sensor)	Waktu Sensor Aktif (t0)	Waktu Aktuator Respons (t1)	Logika Sistem (Selisih Waktu)
1	Ultrasonik mendeteksi perubahan jarak	10,00 s	10,12 s	0,12 detik
2	Ultrasonik mendeteksi perubahan jarak	25,00 s	25,15 s	0,15 detik
3	Ultrasonik mendeteksi perubahan jarak	35,00 s	35,14 s	0,14 detik
4	PIR mendeteksi gerakan manusia	50,00 s	51,05 s	1,05 detik
5	PIR mendeteksi gerakan manusia	65,00 s	66,10 s	1,10 detik
6	PIR mendeteksi gerakan manusia	80,00 s	81,08 s	1,08 detik
7	PIR mendeteksi gerakan manusia	95,00 s	96,07 s	1,07 detik
Total				**4,71 detik**
Rata-Rata				**Latensi Respon: 0,673 detik**

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata waktu respons sistem adalah 0,673 detik. Sensor ultrasonik memiliki waktu respons yang lebih cepat dibandingkan sensor PIR karena hanya memerlukan proses pengukuran jarak menggunakan gelombang ultrasonik. Sementara itu, sensor PIR membutuhkan waktu untuk mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia sehingga responsnya sedikit lebih lambat. Walaupun demikian, waktu respons yang diperoleh masih tergolong cepat sehingga sistem mampu memberikan peringatan dalam waktu kurang dari satu detik setelah kondisi terdeteksi.

4. Pengukuran Uji Konsistensi System

Pengujian konsistensi dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh logika program dapat berjalan sesuai dengan rancangan sistem pada berbagai skenario pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali dengan tiga skenario, yaitu mobil keluar atau masuk garasi, penyusup yang terdeteksi oleh sensor PIR, serta kondisi ketika sensor PIR dan sensor ultrasonik bekerja secara bersamaan.

Tabel 11. Hasil Uji Konsistensi Sistem

No	Skenario Pengujian Sistem	Logika Program Sesuai	Logika Program Meleset (Error)	Logika Sistem (Hasil Akhir)
1	Skenario A: Mobil Keluar-Masuk	1	0	Sukses
2	Skenario A: Mobil Keluar-Masuk	1	0	Sukses
3	Skenario B: Penyusup Terdeteksi PIR	1	0	Sukses
4	Skenario B: Penyusup Terdeteksi PIR	1	0	Sukses
5	Skenario C: Sensor Bekerja Bersamaan	1	0	Sukses

6	Skenario C: Sensor Bekerja Bersamaan	0	1	Gagal
Total	**6 kali pengujian**	**5**	**1**	
Rata-Rata		**83,33%**	**16,66%**	**Sistem Konsisten**

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh tingkat konsistensi sebesar 83,33% sedangkan tingkat kesalahan sistem sebesar 16,66%. Satu kali kegagalan terjadi ketika kedua sensor bekerja secara bersamaan sehingga sistem mengalami keterlambatan dalam memproses data (data lagging). Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh proses pembacaan sensor yang berlangsung hampir bersamaan sehingga mikrokontroler membutuhkan waktu lebih lama untuk mengeksekusi logika program. Namun secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem keamanan garasi yang dirancang telah mampu bekerja dengan sukses sesuai fungsi yang diharapkan.

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem keamanan garasi rumah berbasis Arduino menggunakan sensor PIR dan sensor ultrasonik berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan dengan tingkat akurasi sebesar 73,33% persentase cukup sukses, sedangkan sensor ultrasonik mampu mengukur jarak objek dengan akurasi rata-rata 85,41% dengan persentase sukses dan rata-rata error sebesar 1,74%. Sistem juga memiliki rata-rata waktu respons sebesar 0,673 detik, sehingga mampu memberikan peringatan dengan cepat ketika terjadi perubahan kondisi pada area garasi. Selain itu, hasil uji konsistensi menunjukkan tingkat keberhasilan sistem sebesar 83,33%, meskipun masih ditemukan satu kali kegagalan ketika kedua sensor bekerja secara bersamaan akibat keterlambatan pemrosesan data. Secara keseluruhan, sistem yang dirancang mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi pergerakan dan perubahan jarak objek serta dapat menjadi solusi keamanan garasi rumah yang efektif, otomatis, dan berbiaya relatif rendah.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian sistem, sensor PIR masih memiliki keterbatasan dalam mendeteksi objek pada kondisi dan sudut pendekatan tertentu. Oleh karena itu, pada pengembangan selanjutnya disarankan untuk melakukan penyesuaian posisi dan arah pemasangan sensor PIR, serta melakukan pengujian pada variasi jarak dan sudut yang lebih banyak agar area deteksi dapat lebih optimal. Selain itu, dapat dipertimbangkan penggunaan sensor pendeteksi gerakan tambahan atau sensor dengan jangkauan yang lebih sesuai untuk meningkatkan keandalan sistem dalam mendeteksi keberadaan objek.

Daftar Pustaka

[1] A. D. Achmad and Z. Zainuddin, "Sistem Keamanan Perumahan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal. Ilmiah Techno Entrepreneur Acta.*, vol. 1, 2016.

[2] L. R. Buchtami and E. Suryadi, "Rancang Bangun Pintu Garasi Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Nodemcu Dan Aplikasi Blyn," *Jurnal. Of Data Analytics, Information, And Computer Science.*, vol. 1, 2024.

[3] E. Sulistya, "Kajian Penggunaan Arduino Dan Komputer Sebagai Osiloskop," *Jurnal. Fisika Indonesia.*, vol. 21, 2017.

[4] W. A. P. Sari, S. Samsugi, and Styawati, "Sistem Keamanan Garasi Rumah Menggunakan Esp32 Cam Berbasis Internet Of Things," *Jurnal. teknik dan sistem computer (JTIKOM).*, vol. 4, 2023.

[5] B. Setyawan, S. Andryana, and Winarsih, "Sistem Deteksi Menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino mega 2560 dan Processing untuk Sistem Keamanan Rumah," *Jurnal. informatika merdeka pasuruan.*, vol. 3, 2018.

[6] S. T. Setianto, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Dan Sms Gsm Berbasis Arduino," *Jurnal. fisika otomatis.*, vol. 1, 2022.

[7] J. H. Panggabean, and M. V. Gultom, "Pengembangan Sistem Pengontrol Dan Monitoring Pintu Gerbang Menggunakan Smarphone Melalui Wifi Berbasis Arduino," *Jurnal. Hasil Penelitian Bidang Fisika*, vol. 11, 2023.

[8] S. Rahmat, and F. Yanti, "Alat Pendeteksi Keberadaan Manusia Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Pir(*Passive Infrared*)," *Jurnal. Sains, Teknologi Dan Masyarakat.*, vol. 2, 2022.

[9] M. R. Fachri, and M. Ikhsan, "Prototipe Sistem Keamanan Rumah Pintar dengan Sensor Ultrasonik menggunakan Kamera Smartphone dan Arduino," *Jurnal. riset teknik fisika*, vol. 1, 2025.

[10] B. Setyawan, S. Andryana, and Winarsih, "Sistem Deteksi Menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino mega 2560 dan Processing untuk Sistem Keamanan Rumah," *Jurnal. informatika merdeka pasuruan.*, vol. 3, 2018.

[11] A. Rochadi, E. Supriyanto, A. S. B. E. Sumarsono, and R. A. Rahmatika, "Sistem Monitoring Keamanan Garasi Dengan Nodemcu ESP32 Berbasis Web," 72-86.

[12] A. Adriansyah, O. Hidyatama, "Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p," *Jurnal.* Teknologi Elektro, Universitas Mercu., vol. 4, 2013.

[13] Bahrin, "Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo," *Jurnal.* Ilmiah., vol. 9, 2017.

[14] I. W, and K. A. H, "Perancangan sistem prototipe pendeteksi banjir peringatan dini menggunakan arduino dan php," 2017.

[15] F. A, and R. D. B," Perancangan prototype sistem kendali lampu menggunakan handphone android berbasis arduino," *Jurnal.* Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer., vol. 1, 2014.