



JURNAL RISET TEKNIK KOMPUTER

Halaman Jurnal: <https://journal.smartpublisher.id/index.php/jurtikom>

Halaman UTAMA Jurnal : <https://journal.smartpublisher.id>



DOI: <https://doi.org/10.69714/my2dq225>

SISTEM MONITORING KEAMANAN KANDANG AYAM MENGGUNAKAN SENSOR GERAK PIR DAN NOTIFIKASI TELEGRAM

Arreli Gavin Dewangga Laksana^{a*}, Dendy Kurniawan^b, Iman Saufik Suasana^c

^a Studi Akademik/Sistem Komputer; arrelgavin08@gmail.com; Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Jl. Majapahit No. 605, Pedurungan Kidul, Semarang, Jawa Tengah

^b Studi Akademik/Sistem Komputer; dendy@stekom.ac.id; Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Jl. Majapahit No. 605, Pedurungan Kidul, Semarang, Jawa Tengah

^c Studi Akademik/Sistem Komputer; saufik@stekom.ac.id; Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Jl. Majapahit No. 605, Pedurungan Kidul, Semarang, Jawa Tengah

* Penulis Korespondensi: Arreli Gavin Dewangga Laksana

ABSTRACT

Chicken coop security is a crucial factor in ensuring the sustainability of livestock businesses, as the risk of theft can cause significant losses for farmers. Manual monitoring alone is insufficient to prevent theft because continuous monitoring is difficult and timely information cannot always be provided when security breaches occur. Therefore, this study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based security monitoring system for laying hen coops that can automatically detect movement and send real-time notifications to the coop owner. The developed system uses an ESP32 as the main controller, a Passive Infrared (PIR) sensor to detect movement, an ultrasonic sensor to detect object distance, a buzzer as a warning alarm, a stepper motor as an actuator, and Telegram as a notification medium. The research method includes hardware design, software development, system integration, and component performance testing. The test results show that the PIR sensor can detect movement up to a distance of 5 meters, the ultrasonic sensor can detect objects at a distance of 1 m, and the system successfully sends notifications to Telegram with an average delivery time of approximately 1 second after an object is detected. Furthermore, functional testing results indicate that all components work as designed and are well integrated. The developed system can improve the effectiveness of real-time monitoring of laying hen coops and help minimize the risk of theft through an IoT-based early warning mechanism.

Keywords: IoT; ESP32; Telegram; Layer; Sensor PIR

Abstrak

Keamanan kandang ayam ialah salah satu faktor penting dalam melindungi keberlangsungan usaha peternakan, karena risiko pencurian yang dapat menyebabkan kerugian bagi peternak. Pengawasan secara manual saja masih kurang untuk menghadapi pencurian karena pemantauan terus-menerus dan tidak mampu memberikan informasi secara cepat ketika terjadi gangguan keamanan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring keamanan kandang ayam petelur berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi pergerakan secara otomatis serta mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pemilik kandang. Sistem yang dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor Passive Infrared (PIR) untuk mendeteksi gerakan, sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek, buzzer sebagai alarm peringatan, motor stepper sebagai aktuator, dan aplikasi Telegram sebagai media notifikasi. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian kinerja komponen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi gerakan hingga jarak 5 meter, sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek dengan jarak 1 m, dan sistem berhasil mengirimkan notifikasi ke Telegram dengan rata-rata waktu pengiriman sekitar 1 detik setelah objek terdeteksi. Selain itu hasil pengujian fungsional menunjukkan seluruh komponen dapat bekerja sesuai rancangan dan terintegrasi dengan baik. Sistem yang

dikembangkan mampu meningkatkan efektivitas pengawasan kandang ayam petelur secara real-time serta membantu meminimalkan risiko pencurian melalui sistem mekanisme peringatan dini berbasis IoT.

Kata Kunci: IoT; ESP32; Telegram; Ayam Petelur; Sensor PIR

1. PENDAHULUAN

Ayam merupakan salah satu komoditas peternakan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Ayam peliharaan berasal dari ayam liar yang telah melalui proses seleksi untuk tujuan produksi, baik sebagai ayam pedaging maupun ayam petelur. Ayam petelur merupakan ayam betina dewasa yang dipelihara secara khusus untuk menghasilkan telur, dengan karakteristik unggul hasil dari proses seleksi genetik yang panjang. Keberhasilan bisnis peternakan ayam petelur sangat ditentukan oleh cara pemeliharaan dan sistem keamanan kandang [1].

Permasalahan yang sering dihadapi oleh peternak adalah kurang optimalnya sistem pengawasan kandang. Pada umumnya, pengawasan yang tidak dilakukan selama 24 jam membuka peluang terjadinya tindak pencurian, baik berupa ayam maupun pakan ternak [2]. Kondisi ini diperparah dengan meningkatnya kasus pencurian di berbagai daerah dalam beberapa tahun terakhir. Data menunjukkan bahwa kejadian pencurian ayam terjadi secara berulang, dengan jumlah kerugian yang bervariasi. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem keamanan konvensional belum mampu memberikan perlindungan yang optimal terhadap aset peternakan [3].

Berdasarkan hasil observasi wawancara yang dilakukan di Desa Kalipuru, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal, diketahui bahwa kasus pencurian ayam masih sering terjadi. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa pencurian oleh manusia lebih dominan dibandingkan kehilangan akibat serangan hewan liar. Selama periode 2022–2025 tercatat beberapa kasus pencurian yang menyebabkan kerugian cukup besar bagi peternak. Pada tahun 2022 terjadi 6 kasus pencurian dengan kehilangan sekitar 115 ekor ayam dan kerugian sebesar Rp14.375.000. Pada tahun 2023 jumlah kasus meningkat menjadi 9 kasus dengan kehilangan sekitar 185 ekor ayam dan kerugian mencapai Rp23.000.000. Tahun 2024 tercatat 11 kasus pencurian dengan kehilangan sekitar 120 ekor ayam dan kerugian sebesar Rp15.000.000. Sementara pada tahun 2025 tercatat 5 kasus pencurian dengan kehilangan sekitar 95 ekor ayam dan kerugian mencapai Rp12.000.000. Data tersebut menunjukkan bahwa pencurian masih menjadi ancaman nyata yang memerlukan solusi keamanan yang lebih efektif.

Kasus pencurian tersebut umumnya terjadi pada saat pemilik tidak berada di lokasi atau pada malam hari ketika pengawasan menurun. Selain berdampak pada kerugian finansial, kejadian ini juga dapat mengganggu keberlangsungan usaha peternakan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem keamanan yang mampu melakukan monitoring secara real-time dan memberikan notifikasi secara langsung kepada pemilik kandang ketika terjadi aktivitas mencurigakan [4]. Dengan berkembangnya teknologi, penerapan sistem berbasis Internet of Things (IoT) semakin menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan keamanan. Salah satu perangkat yang dapat digunakan adalah mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan konektivitas WiFi sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui jaringan internet. Selain itu, penggunaan sensor Passive Infrared (PIR) memungkinkan sistem untuk mendeteksi pergerakan berdasarkan perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek, seperti manusia atau hewan [5]. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan suhu secara signifikan yang diakibatkan oleh pergerakan objek, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem keamanan [6].

Dengan mengintegrasikan ESP32, sensor PIR, dan aplikasi berbasis pesan seperti Telegram, sistem monitoring dapat memberikan notifikasi secara real-time kepada pengguna ketika terdeteksi adanya pergerakan di area kandang [7]. Hal ini memungkinkan peternak untuk segera mengambil tindakan pencegahan meskipun tidak berada di lokasi. Selain penggunaan sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan, sistem monitoring keamanan juga dapat dikombinasikan dengan sensor tambahan seperti sensor ultrasonik untuk meningkatkan tingkat akurasi dalam mendeteksi keberadaan objek di sekitar kandang. Sensor ultrasonik bekerja dengan memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang dipancarkan ke arah objek, kemudian gelombang tersebut akan dipantulkan kembali dan diterima oleh sensor untuk dihitung jaraknya [8]. Dengan memanfaatkan prinsip tersebut, sensor ultrasonik mampu mengukur jarak antara sensor dan objek secara akurat, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan jarak secara tiba-tiba yang mengindikasikan aktivitas mencurigakan di sekitar kandang. Penggunaan kombinasi beberapa sensor dalam satu sistem keamanan memberikan keuntungan dalam meningkatkan keandalan

sistem serta mengurangi kemungkinan kesalahan deteksi yang disebabkan oleh faktor lingkungan, seperti perubahan suhu udara atau pergerakan benda kecil di sekitar kandang. Selain itu, sistem monitoring berbasis IoT juga memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat tambahan seperti buzzer atau alarm sebagai peringatan lokal ketika terjadi gangguan keamanan. Dengan adanya sistem yang terintegrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aplikasi notifikasi, diharapkan sistem keamanan kandang ayam dapat bekerja secara otomatis dan memberikan respon yang cepat terhadap setiap aktivitas mencurigakan yang terdeteksi di area kandang.

Beberapa penelitian sebelumnya sudah membuat sistem keamanan yang menggunakan Internet of Things (IoT) dengan berbagai sensor dan media notifikasi. Penelitian [9] mengembangkan sistem keamanan menggunakan sensor PIR dan ESP32 yang mampu mendeteksi pergerakan dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Penelitian [10] memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek pada area tertentu, sedangkan penelitian [11] menggunakan Telegram sebagai media pengiriman notifikasi secara real-time. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT bisa membuat proses lebih efektif untuk sistem monitoring dan keamanan. Meskipun demikian, penelitian-penelitian terdahulu masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian penelitian hanya menggunakan satu jenis sensor sehingga tingkat keandalan deteksi masih terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian diterapkan pada lingkungan rumah atau bangunan umum dan belum secara khusus dirancang untuk kondisi peternakan ayam yang memiliki karakteristik lingkungan berbeda. Penggunaan satu sensor juga berpotensi menimbulkan kesalahan deteksi akibat faktor lingkungan seperti perubahan suhu, debu, atau pergerakan benda lain di sekitar area pengawasan [12].

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring keamanan kandang ayam berbasis IoT menggunakan sensor PIR dan notifikasi Telegram. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengawasan serta meminimalisir risiko pencurian pada peternakan ayam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Internet of Things* dan ESP32

Merupakan konsep yang memungkinkan berbagai objek fisik dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, serta teknologi pendukung lainnya sehingga dapat saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems sebagai penerus dari ESP8266 dan dirancang untuk mendukung pengembangan sistem berbasis Internet of Things. Perangkat ini telah dilengkapi dengan modul WiFi terintegrasi dalam satu chip, sehingga sangat sesuai digunakan dalam aplikasi IoT yang memerlukan konektivitas jaringan secara langsung [13].

2.2. Sensor PIR (HC-SR501) dan Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor ultrasonik adalah jenis sensor yang dipakai untuk mengukur jauhnya suatu benda dengan memanfaatkan gelombang suara yang memiliki frekuensi tinggi, mirip dengan cara kelelawar menggunakan ekolokasi untuk mengetahui sekelilingnya. Sensor PIR yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan berdasarkan perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek di sekitarnya. Sensor ini bekerja dengan mengidentifikasi perbedaan suhu antara kondisi sebelumnya dan saat ini, sehingga mampu mendeteksi mobilitas manusia maupun hewan, di mana suhu tubuh manusia berkisar antara 36–37°C dan hewan sekitar 38–39°C, sementara suhu lingkungan tidak memicu sensor kecuali terdapat pergerakan [14].

2.3. Motor stepper (28BYJ-48)

Motor stepper merupakan jenis motor listrik yang dioperasikan menggunakan sinyal digital dalam bentuk pulsa untuk menghasilkan pergerakan bertahap (step) sehingga mampu mengatur sudut rotasi secara presisi (Ripaldo, 2023). Motor ini memiliki torsi yang cukup tinggi serta tingkat akurasi yang baik, sehingga banyak digunakan dalam berbagai bidang industri seperti mesin CNC, lengan robot, scanner, printer, hingga printer 3D, tanpa memerlukan sistem umpan balik tertutup (closed-loop) [15].

2.4. Telegram

Telegram merupakan salah satu aplikasi perpesanan instan yang berkembang pesat seiring kemajuan teknologi komunikasi dalam dua dekade terakhir, di mana fungsi telepon seluler tidak lagi terbatas pada SMS dan panggilan suara, tetapi juga mendukung berbagai fitur seperti pengiriman pesan instan, panggilan video, dan berbagi data. Dibandingkan dengan aplikasi sejenis seperti WhatsApp dan Facebook Messenger, Telegram memiliki keunggulan dalam menyediakan Application Programming Interface (API) yang memungkinkan pengguna mengembangkan bot untuk berbagai kebutuhan sistem informasi [16].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang diterapkan ialah Penelitian Rekayasa (Engineering Research), di mana peneliti berperan aktif dalam merancang solusi teknologi terhadap permasalahan di lapangan. Fokus utamanya adalah membangun prototipe sistem keamanan otomatis dan melakukan pengujian fungsional serta evaluasi kinerja sistem tersebut.

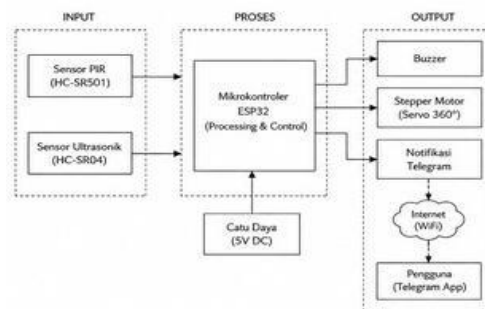
3.2. Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk informasi dalam studi ini meliputi:

- 3.2.1. Observasi Lapangan, mengamati langsung kondisi fisik kandang ayam, aktivitas di sekitar kandang, serta pola pergerakan yang mungkin terjadi saat malam hari.
- 3.2.2. Metode Wawancara, dilakukan dengan peternak sebagai pengguna sistem untuk memahami kebutuhan, permasalahan, dan ekspektasi terhadap sistem keamanan otomatis.
- 3.2.3. Studi Literatur, pengumpulan referensi dari jurnal ilmiah, laporan penelitian sebelumnya, serta buku yang berkaitan dengan sistem keamanan, teknologi IoT, dan penerapan sensor PIR.

3.3. Perancangan Sistem

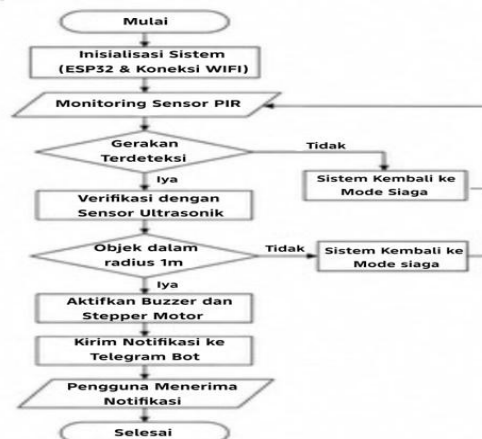
Perancangan sistem monitoring keamanan kandang ayam yang dikembangkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram blok tersebut menggambarkan hubungan antara sensor, mikrokontroler, aktuator, dan media notifikasi yang digunakan dalam sistem.



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 1, sistem terdiri atas unit masukan, unit pemrosesan, dan unit keluaran. Unit masukan terdiri dari sensor PIR dan sensor ultrasonik yang berfungsi mendeteksi pergerakan serta keberadaan objek di sekitar kandang. Data hasil deteksi kemudian diproses oleh ESP32 sebagai pengendali utama sistem. Selanjutnya, ESP32 mengaktifkan buzzer dan motor stepper sebagai respons lokal serta mengirimkan notifikasi ke Telegram sebagai media pemantauan jarak jauh.

Selain diagram blok terdapat juga Alur kerja sistem monitoring keamanan kandang ayam ditunjukkan pada Gambar 2. Flowchart ini menggambarkan proses deteksi objek mulai dari pembacaan sensor hingga pengiriman notifikasi kepada pengguna.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 2, sistem diawali dengan proses inialisasi ESP32 dan koneksi ke jaringan WiFi. Setelah koneksi berhasil, sensor PIR dan ultrasonik melakukan pemantauan gerakan secara terus-menerus. Ketika terdeteksi pergerakan, sistem melakukan verifikasi untuk memastikan keberadaan objek pada area pengawasan. Jika objek terdeteksi, ESP32 akan menyalakan buzzer dan motor stepper sebagai respons lokal serta mengirimkan notifikasi ke Telegram melalui Bot API. Sebaliknya, apabila tidak terdapat gerakan atau objek tidak memenuhi kondisi deteksi, sistem akan kembali ke mode pemantauan.

3.4. Spesifikasi Perangkat

Komponen utama yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat

No	Komponen	Tipe/Model	Fungsi
1	Mikrokontroler	ESP32	Pengendali dan koneksi WiFi
2	Sensor PIR	HC-SR501	Deteksi pergerakan
3	Sensor Ultrasonik	HC-SR04	Pengukuran jarak
4	Buzzer	Buzzer aktif	Alarm peringatan
5	Motor Stepper	28BYJ-48	Penggerak pintu
6	Driver	ULN2003	Pengendali motor
7	Notifikasi	Telegram Bot	Pengiriman notifikasi

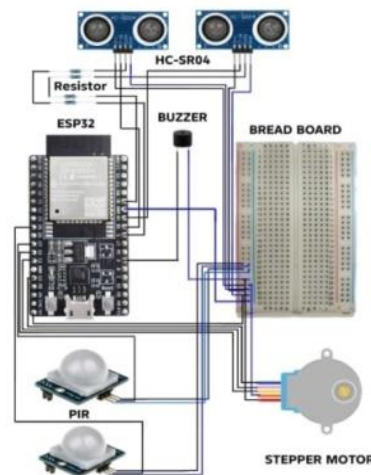
3.5. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap kondisi untuk mengetahui keberhasilan deteksi dan waktu respons sistem. Pengujian sensor PIR dilakukan pada jarak 1–5 meter menggunakan objek manusia dalam kondisi hujan dan tidak hujan. Jarak diukur dari sensor ke posisi objek, sedangkan keberhasilan ditentukan berdasarkan kemampuan sensor mendeteksi pergerakan. Akurasi dihitung berdasarkan perbandingan jumlah deteksi berhasil dengan jumlah seluruh pengujian. Pengujian sensor ultrasonik dilakukan pada jarak 10, 20, 40, 60, 80, dan 100 cm dengan objek yang ditempatkan di depan sensor. Pengujian motor stepper dan buzzer dilakukan untuk mengetahui respons terhadap perintah ESP32, sedangkan pengujian Telegram dilakukan dengan mengukur waktu sejak notifikasi dikirim hingga diterima pengguna. Parameter yang diamati meliputi keberhasilan deteksi, akurasi, respons komponen, dan waktu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

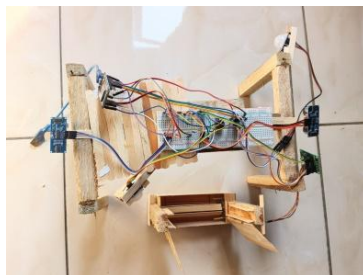
Untuk merealisasikan sistem monitoring keamanan kandang ayam, dilakukan perancangan rangkaian perangkat keras yang menghubungkan ESP32 dengan sensor PIR, sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, motor stepper, dan modul pendukung lainnya. Rangkaian perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Perangkat Keras

Tahap awal dalam perancangan sistem ini adalah merancang rangkaian perangkat keras yang akan digunakan sebagai dasar operasional sistem secara keseluruhan, di mana ESP32 dipilih sebagai komponen utama karena memiliki kemampuan pemrosesan yang baik serta mendukung konektivitas WiFi untuk kebutuhan sistem berbasis IoT, kemudian sistem ini juga dilengkapi dengan sensor PIR yang berfungsi

sebagai pendeteksi adanya pergerakan di area yang dipantau, sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak objek secara akurat sebagai bagian dari proses deteksi, stepper motor yang berperan sebagai aktuator untuk menggerakkan atau memutar objek sesuai dengan perintah sistem, serta buzzer yang berfungsi sebagai alarm atau indikator peringatan ketika sistem mendeteksi objek adanya kondisi tertentu yang dianggap mencurigakan atau berbahaya. Setelah perancangan maka sekarang membuat Prototype kandang ayam petelur, ini dirancang dan dibuat menggunakan material kayu ringan yang mudah diperoleh, yaitu berupa batang kayu (stik es krim) dan tusuk kayu (tusuk sate) yang disusun sedemikian rupa untuk membentuk struktur kandang yang kokoh namun tetap ringan, sehingga mudah dipindahkan dan digunakan sebagai model perancangan. Prototype ini dibuat dalam ukuran menengah dengan bentuk menyerupai kandang panggung, di mana bagian bawah kandang dibuat sedikit terangkat dari permukaan tanah sebagai representasi sistem kandang yang umum digunakan pada peternakan ayam petelur, sehingga aliran udara dapat berjalan dengan lebih baik serta kebersihan kandang lebih mudah dijaga. Selain itu, desain kandang ini juga disesuaikan agar dapat menggambarkan kondisi nyata peternakan ayam petelur dalam skala kecil, sehingga dapat digunakan sebagai media simulasi dalam penerapan sistem monitoring berbasis IoT yang akan dikembangkan pada gambar 4.



Gambar 4. Model Prototype Kandang Ayam

Untuk memperlihatkan bagian depan dari prototype yang telah dibuat, tampilan kandang dari sisi depan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Prototype Kandang Ayam

Pada gambar 5 tampak depan terdapat pintu utama yang telah dilengkapi dengan mekanisme penggerak menggunakan motor stepper serta sensor PIR yang ditempatkan secara tersembunyi di dalam struktur kandang agar tidak mudah terlihat dari luar. Sistem kerja pada bagian ini dirancang sedemikian rupa sehingga ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan atau aktivitas yang mencurigakan di sekitar area pintu, maka sistem akan secara otomatis mengirimkan sinyal perintah untuk menutup pintu menggunakan motor stepper sebagai aktuator penggerak. Setelah pintu tertutup, kondisi akses akan terkunci dan hanya dapat dibuka kembali melalui perintah yang dikirimkan oleh pengguna melalui aplikasi Telegram yang telah terhubung dengan sistem, sehingga memberikan kontrol penuh kepada pemilik kandang. Penempatan sensor PIR yang tersembunyi juga menjadi salah satu keunggulan sistem ini karena tidak mudah diketahui keberadaannya oleh pihak luar, sehingga dapat meningkatkan tingkat keamanan dan efektivitas dalam mendeteksi upaya pencurian atau gangguan, khususnya pada saat kondisi lingkungan tidak diawasi secara langsung oleh pemilik.

4.2. Hasil Pengujian Sistem

4.2.1 Pengujian Sensor PIR (HC-SR501)

Untuk mengetahui kemampuan sensor PIR dalam mendeteksi pergerakan pada berbagai jarak, dilakukan pengujian sebanyak 10 kali setiap pengamatan. Hasil pengujian sensor PIR dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor PIR

No	Jarak (meter)	Kondisi	Jumlah Uji	Berhasil	Gagal	Akurasi (100%)
1	1	Hujan	10	10	0	100
2	1	Tidak Hujan	10	10	0	100
3	2	Hujan	10	10	0	100
4	2	Tidak Hujan	10	10	0	100
5	3	Hujan	10	10	0	100
6	3	Tidak Hujan	10	10	0	100
7	4	Hujan	10	10	0	100
8	4	Tidak Hujan	10	9	1	90
9	5	Hujan	10	9	1	90
10	5	Tidak Hujan	10	9	1	90

Berdasarkan Tabel 2, sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan dengan tingkat keberhasilan 90–100% pada jarak 1–5 meter. Pada jarak 1–3 meter, seluruh pengujian berhasil mendeteksi pergerakan sehingga diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100%. Pada jarak 4 meter dalam kondisi hujan, sensor masih memperoleh tingkat keberhasilan 100%, sedangkan pada jarak 4 meter dalam kondisi tidak hujan terjadi satu kegagalan deteksi sehingga akurasi menjadi 90%. Pada jarak 5 meter, baik dalam kondisi hujan maupun tidak hujan, terdapat satu kegagalan dari sepuluh percobaan sehingga diperoleh akurasi sebesar 90%. Penurunan tingkat keberhasilan pada jarak 4–5 meter menunjukkan bahwa jarak merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kinerja sensor PIR. Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang diterima oleh elemen sensor. Ketika objek semakin jauh dari sensor, perubahan radiasi inframerah yang diterima dapat menjadi lebih kecil sehingga kemungkinan terjadinya kegagalan deteksi menjadi lebih besar. Selain jarak, arah dan sudut pergerakan objek juga dapat memengaruhi hasil deteksi karena kemampuan sensor dalam menangkap perubahan radiasi inframerah bergantung pada posisi objek terhadap area deteksi sensor. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sensor masih dapat melakukan deteksi pada kondisi hujan. Namun, hasil tersebut tidak berarti bahwa sensor PIR tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan masih terbatas pada kondisi hujan dan tidak hujan sehingga belum mencakup pengaruh suhu, kelembapan, debu, serta kondisi lingkungan lainnya secara terkontrol. Oleh karena itu, penempatan sensor perlu mempertimbangkan jarak dan area jangkauan agar sensor dapat bekerja secara optimal. Berdasarkan hasil tersebut, sensor PIR dapat digunakan sebagai sensor pendeteksi awal pada sistem keamanan kandang ayam dengan memperhatikan keterbatasan jangkauan deteksinya.

4.2.2. Pengujian Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pengukuran jarak objek yang berada di depan sensor dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak (cm)	Jumlah Uji	Berhasil	Gagal	Akurasi (100%)
1	10	10	10	0	100
2	20	10	10	0	100
3	40	10	10	0	100
4	60	10	10	0	100
5	80	10	10	0	100
6	100	10	10	0	100

Berdasarkan Tabel 3, sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek pada rentang 10–100 cm dengan tingkat keberhasilan sebesar 100% pada seluruh percobaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan hasil pembacaan yang konsisten pada kondisi pengujian yang dilakukan. Keberhasilan pengukuran menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dapat digunakan sebagai sumber informasi jarak dalam proses verifikasi keberadaan objek pada sistem keamanan kandang. Meskipun memperoleh akurasi 100%, hasil tersebut perlu dipahami berdasarkan kondisi pengujian yang dilakukan. Pengujian menggunakan objek yang ditempatkan pada jarak tertentu dan dalam kondisi yang relatif terkontrol. Pada penerapan sebenarnya di lingkungan kandang, pembacaan sensor dapat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan objek, posisi objek, debu, kelembapan, dan adanya penghalang di antara sensor dengan objek. Permukaan objek yang tidak rata juga dapat menyebabkan gelombang ultrasonik dipantulkan ke arah yang berbeda sehingga memengaruhi hasil pembacaan. Dengan demikian, nilai akurasi 100% menunjukkan hasil pada

kondisi pengujian penelitian ini dan tidak dapat secara langsung dianggap sebagai tingkat akurasi sensor pada seluruh kondisi lingkungan.

4.2.3. Integrasi sensor PIR dan ultrasonik

merupakan bagian penting dalam sistem monitoring yang dikembangkan. Kedua sensor memiliki fungsi yang berbeda tetapi saling melengkapi. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan gerakan pada area pengawasan, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk memperoleh informasi mengenai jarak objek. Penggunaan kedua sensor tersebut memungkinkan sistem memperoleh informasi yang lebih lengkap dibandingkan apabila hanya menggunakan satu jenis sensor. Pada saat sistem aktif, sensor PIR melakukan pemantauan terhadap area kandang. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan, ESP32 menerima sinyal deteksi dan melanjutkan proses pembacaan sensor ultrasonik. Hasil pembacaan sensor ultrasonik digunakan sebagai informasi tambahan untuk mengetahui keberadaan objek berdasarkan jaraknya. ESP32 kemudian memproses hasil pembacaan kedua sensor berdasarkan kondisi yang telah ditentukan dalam program. Apabila kondisi deteksi terpenuhi, sistem memberikan respons berupa aktivasi buzzer, pergerakan motor stepper, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram. Mekanisme tersebut menunjukkan adanya proses verifikasi berlapis dalam sistem. Sensor PIR berfungsi sebagai pendeteksi awal, sedangkan sensor ultrasonik memberikan informasi tambahan berdasarkan jarak objek. Dengan demikian, keputusan sistem tidak hanya bergantung pada informasi pergerakan dari sensor PIR, tetapi juga mempertimbangkan informasi jarak yang diperoleh dari sensor ultrasonik. Pendekatan ini menjadi kontribusi utama penelitian karena menggabungkan dua karakteristik deteksi yang berbeda dalam satu sistem keamanan kandang ayam.

Integrasi kedua sensor juga dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap satu sensor. Sensor PIR memiliki keterbatasan dalam memberikan informasi jarak objek, sedangkan sensor ultrasonik tidak secara langsung mendeteksi gerakan. Dengan menggabungkan keduanya, sistem dapat memperoleh informasi mengenai adanya pergerakan dan posisi relatif objek sebelum memberikan respons keamanan. Meskipun demikian, kemampuan sistem dalam membedakan ancaman nyata dari gangguan lingkungan masih bergantung pada kondisi yang diprogram dan karakteristik objek yang berada di area deteksi.

4.2.4 Pengujian Motor Steper (28BYJ-48) Dan Buzzer

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan dalam merespons perintah yang diberikan oleh ESP32.

Tabel 4. Pengujian Stepmotor Dan Buzzer

Percobaan	Komponen	Kondisi Sistem	Respon	Waktu
1	Buzzer	Tidak ada Gerakan	Tidak Berbunyi	0
2	Buzzer	Terdeteksi Gerakan	Berbunyi	0,3
3	Buzzer	Terdeteksi Gerakan	Berbunyi	0,4
4	Buzzer	Terdeteksi Gerakan	Berbunyi	0,3
5	Buzzer	Terdeteksi Gerakan	Berbunyi	0,4
6	Motor Steper	Sistem Aktif	Berputar	0,5
7	Motor Steper	Terdeteksi Gerakan	Berputar	0,5
8	Motor Steper	Terdeteksi Gerakan	Berputar	0,6
9	Motor Steper	Terdeteksi Gerakan	Berputar	0,5
10	Motor Steper	Sistem Nonaktif	Tidak Berputar	0

Berdasarkan Tabel 4, buzzer dan motor stepper mampu memberikan respons sesuai dengan kondisi yang diberikan oleh ESP32. Buzzer tidak berbunyi ketika tidak terdapat gerakan dan memberikan respons berupa bunyi ketika sistem mendeteksi kondisi yang telah ditentukan, dengan waktu respons antara 0,3–0,4 detik. Sementara itu, motor stepper memberikan respons berupa perputaran dengan waktu 0,5–0,6 detik ketika sistem aktif atau kondisi deteksi terpenuhi. Rata-rata waktu respons motor stepper sebesar 0,5 detik menunjukkan bahwa aktuator dapat merespons perintah ESP32 dalam waktu relatif singkat. Buzzer berfungsi sebagai peringatan lokal yang dapat memberikan informasi langsung di sekitar kandang, sedangkan motor stepper memberikan tindakan pengamanan melalui mekanisme pintu. Kombinasi kedua komponen tersebut membuat sistem tidak hanya memberikan informasi mengenai gangguan, tetapi juga dapat memberikan respons fisik terhadap kondisi yang terdeteksi.

4.2.5. Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan untuk mengetahui kecepatan pengiriman informasi dari ESP32 ke pengguna melalui Telegram Bot dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Notifikasi Telegram

Percobaan	Waktu Kirim	Waktu Terima	Delay(detik)
1	10:06:50	10:06:51	1
2	10:07:00	10:07:01	1
3	10:07:30	10:07:31	1
4	10:10:00	10:10:01	1
5	10:15:00	10:15:01	1

Berdasarkan Tabel 5, seluruh notifikasi berhasil diterima dengan delay sebesar 1 detik pada setiap percobaan sehingga diperoleh rata-rata delay sebesar 1 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32 dan Telegram Bot dapat berlangsung dengan cepat pada kondisi jaringan yang digunakan selama pengujian. Waktu pengiriman yang relatif singkat memungkinkan pengguna memperoleh informasi mengenai kondisi kandang tanpa harus berada di lokasi. Namun, waktu pengiriman notifikasi tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan ESP32, tetapi juga bergantung pada kestabilan koneksi WiFi dan akses internet. Oleh karena itu, delay sebesar 1 detik merupakan hasil pada kondisi jaringan saat pengujian dan dapat mengalami perubahan ketika sistem digunakan pada kondisi jaringan yang berbeda. Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa Telegram dapat digunakan sebagai media notifikasi jarak jauh dalam sistem monitoring keamanan kandang ayam.

4.2.6. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini selanjutnya dibandingkan dengan penelitian terdahulu untuk mengetahui perbedaan pendekatan yang digunakan. Penelitian [9] menggunakan sensor PIR dan ESP32 untuk mendeteksi pergerakan dan memberikan informasi kepada pengguna. Penelitian [10] menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek berdasarkan jarak, sedangkan penelitian [11] memanfaatkan Telegram sebagai media pengiriman notifikasi secara real-time.

Penelitian ini mengembangkan pendekatan tersebut dengan mengintegrasikan sensor PIR dan ultrasonik dalam satu sistem monitoring keamanan kandang ayam. Sensor PIR digunakan sebagai pendeteksi awal pergerakan, sedangkan sensor ultrasonik memberikan informasi jarak objek yang kemudian diproses oleh ESP32 untuk mengaktifkan buzzer, motor stepper, dan notifikasi Telegram. Integrasi tersebut menjadi kontribusi penelitian dalam meningkatkan keandalan monitoring keamanan kandang dibandingkan penggunaan satu jenis sensor.

4.2.7. Implikasi dan Keterbatasan Sistem

Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan dapat menjalankan fungsi monitoring keamanan melalui kombinasi sensor PIR, sensor ultrasonik, ESP32, buzzer, motor stepper, dan Telegram. Penerapan sistem ini dapat membantu peternak dalam melakukan pemantauan kandang tanpa harus melakukan pengawasan secara terus-menerus di lokasi. Ketika kondisi yang telah ditentukan terdeteksi, sistem dapat memberikan peringatan lokal melalui buzzer, melakukan tindakan pengamanan melalui motor stepper, serta memberikan informasi kepada pengguna melalui Telegram. Penggunaan dua sensor juga memberikan manfaat dalam proses pendeteksian. Sensor PIR digunakan untuk mengetahui adanya pergerakan, sedangkan sensor ultrasonik memberikan informasi mengenai jarak objek. Dengan demikian, sistem memperoleh dua jenis informasi sebelum memberikan respons. Hal tersebut dapat meningkatkan keandalan sistem dibandingkan pendekatan yang hanya mengandalkan satu jenis sensor. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian dilakukan menggunakan prototype kandang sehingga kondisi pengujian belum sepenuhnya mewakili lingkungan kandang ayam sebenarnya. Selain itu, pengujian sensor PIR masih terbatas pada jarak 1–5 meter dan kondisi hujan serta tidak hujan, sedangkan sensor ultrasonik diuji pada jarak hingga 100 cm. Faktor lingkungan seperti debu, kelembapan, suhu, bentuk permukaan objek, posisi sensor, serta objek lain yang bergerak di sekitar kandang belum diuji secara menyeluruh. Sistem juga bergantung pada koneksi WiFi dan internet dalam proses pengiriman notifikasi Telegram. Oleh karena itu, pengujian pada kandang sebenarnya dengan variasi kondisi lingkungan diperlukan untuk mengetahui tingkat keandalan sistem secara lebih luas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang sudah dilakukan, sistem monitoring keamanan kandang ayam berbasis ESP32, sensor PIR, sensor ultrasonik, dan Telegram Bot API berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan hingga jarak 5 meter dengan tingkat keberhasilan 90–100%, sedangkan sensor ultrasonik mampu mengukur jarak objek hingga 100 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 1

cm. Selain itu, buzzer dan motor stepper mampu merespons perintah dari ESP32 dengan waktu respon rata-rata 0,5 detik. Pengujian notifikasi Telegram menunjukkan bahwa informasi dapat diterima pengguna dengan rata-rata delay sebesar 1 detik sehingga sistem mampu memberikan peringatan secara real-time ketika terdeteksi aktivitas pada area kandang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan kombinasi sensor PIR dan sensor ultrasonik dapat meningkatkan efektivitas pemantauan keamanan kandang ayam melalui mekanisme deteksi dan verifikasi objek sebelum notifikasi dikirimkan kepada pengguna. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu membantu peternak dalam melakukan pengawasan kandang secara jarak jauh dan memberikan respon yang cepat terhadap potensi gangguan keamanan. Adapun keterbatasan sistem terletak pada ketergantungannya terhadap koneksi internet untuk proses pengiriman notifikasi Telegram serta belum adanya mekanisme identifikasi jenis objek yang terdeteksi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada penambahan kamera dan algoritma pengenalan objek berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), integrasi penyimpanan data berbasis cloud, serta penerapan metode filtering untuk mengurangi kemungkinan terjadinya false alarm akibat gangguan lingkungan di sekitar kandang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Dosen Pembimbing atas bimbingan dan arahan yang diberikan hingga penelitian terselesaikan, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan dan doa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DY Rahardjo, 2023 *Beternak Ayam Petelur*. Bandung: Nuansa Cendekia.
- [2] N. Ilham, M. Maulana, and E. Gunawan, "Production Efficiency of Poultry Small-Scale Laying Hen in Indonesia," *J. Ilmu Ternak dan Vet.*, vol. 26, no. 4, pp. 187–194, 2021, doi: <https://doi.org/10.14334/jitv.v26i4.2697>.
- [3] N. N. H. Benny Satria Febrianto, Sri Mastuti, "Analisis Komparatif Kinerja Ekonomi Usaha Ayam Niaga Pedaging Sistem Kandang Terbuka Dan Kandang Tertutup Di Kabupaten Banyumas," *ANGON J. Anim. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 223–232, 2021, doi: <https://doi.org/10.20884/1.angon.2021.3.2.p223-232>.
- [4] Fira Aryunita, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Keamanan Kandang Ayam Broiler Menggunakan Esp32-Cam Berbasis Iot Dengan Aplikasi Android Design and Construction of a Bloiler Chicken Coop Security Monitoring System Using Iot- Based Esp32Cam With an Android Application Fi," *J. Inform. dan Tek. elektro Terap.*, vol. 55, p. 28, 2023, doi: <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3699>.
- [5] A. W. Adi and F. Kurniawan, "Implementasi Keamanan Ruangan Berbasis IoT dengan Sensor PIR, Telegram, dan Peringatan Suara," *J. Appl. Comput. Sceince Technol.*, vol. 5, no. 2, 2024, doi: <https://doi.org/10.52158/jacost.v5i2.860>.
- [6] E. Muhadi, D. Sasmoko, and N. D. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Ruang Persandian Menggunakan RFID dan Sensor PIR Berbasis IOT," *J. Tek. Inform. dan Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 08–20, 2024, doi: <https://doi.org/10.62951/router.v2i1.47>.
- [7] S. Usman *et al.*, "Sistem Monitoring Tambak Ikan berbasis Internet of Things menggunakan ESP32," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 6–9, 2024, doi: <https://doi.org/10.30871/jaee.v8i2.8742>.
- [8] M. R. Ariwibowo, J. Juhaeriyah, E. A. Nugroho, and R. Mutaqim, "IoT- Based Smart Security System Using Infrared Sensor as Motion Detector," *ITEJ (Information Technol. Eng. Journals)*, vol. 8, no. 1, pp. 42–48, 2023, doi: <https://doi.org/10.24235/itej.v8i1.109>.
- [9] J. T. Sirait and A. I. Santoso, "Perancangan Sistem Keamanan Rumah berbasis IoT dan Aplikasi Telegram," *J. Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 676–681, 2025, doi: <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14834>.
- [10] A. Yudistira, Satriyo, and N. R. Saufa, "Monitoring Dan Keamanan Smarthome Berbasis Internet Of Things (Iot)," *ENTRIES (Journal of Electrical Netw. Syst. and Sources)*, vol. 4, no. 1, pp. 15–19, 2025, doi: <https://doi.org/10.58466/entries.v4i1.1729>.
- [11] A. P. Hasanah and H. Hafni, "Perancangan Sistem Monitoring Level Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Iot Dengan Aplikasi Blynk," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 2, pp. 1477–1483, 2025, doi: <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6485>.
- [12] Y. Mulyanto, F. A. S. Madilao, E. S. Susanto, and S. A. Oktavia, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Air Tandon Dengan Memanfaat Ultrasonic HC SR04 Dan Optical Turbidity Sensor Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Tek. Teknol. Inf. dan Multimed.*, no. 492, pp. 135–

- 141, 2010, doi: <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v6i1.261>.
- [13] C. E. Savitri and N. P. Is, “Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroler Esp32 ESP32 based Car Parking Monitoring System,” *J. Ampere*, vol. 7, no. 2, pp. 135–144, 2022, doi: <https://doi.org/10.31851/ampere.v7i2.9199>.
- [14] R. Jalaludin and D. Laksmiati, “Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung,” *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 122–134, 2023, doi: <https://doi.org/10.38043/telsinas.v6i2.4565>.
- [15] A. A. Poetra *et al.*, “PROTOTYPE SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR PADA TANGKI BERBASIS INTERNET OF THINGS Program Studi Teknik Elektronika , Politeknik Negeri Padang,” *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 97–108, 2023, doi: <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5148>.
- [16] R. Parlita, H. Khariono, H. A. Kusuma, and D. A. Setyawan, “PEMANFAATAN BOT TELEGRAM SEBAGAI E-LEARNING UJIAN,” *J. Inform. Polinema*, vol. 7, pp. 65–72, 2021, doi: <https://doi.org/10.33795/jip.v7i4.696>.