

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KANDANG DOMBA UNTUK MENDETEKSI GERAKAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ALGORITMA *TRESHOLD* (STUDI PADEPOKAN PUTRA PASIR CARINGIN)

Wisnu Rouf Agustira¹, Ahmad Faojan Muntaha²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung

Email : znmth555@gmail.com

ABSTRAK: Kasus pencurian domba di wilayah pedesaan seperti di Padepokan Putra Pasir Caringin menunjukkan lemahnya sistem keamanan tradisional yang masih bergantung pada penjagaan manual. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berbasis teknologi yang bekerja secara real-time serta efisien, dan otomatis untuk meningkatkan *Monitoring* keamanan serta mampu beroperasi secara mandiri tanpa pengawasan terus-menerus. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keamanan kandang domba berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32-CAM, tiga sensor PIR, dan satu sensor Ultrasonik. Sistem ini memanfaatkan algoritma *Threshold* untuk mendeteksi pergerakan dan membedakan antara manusia dan hewan berdasarkan arah gerakan serta ketinggian objek. Sensor PIR digunakan untuk menangkap pola pergerakan, sedangkan sensor Ultrasonik mengukur tinggi objek manusia dan domba. Jika ambang batas terpenuhi, ESP32-CAM secara otomatis mengambil gambar dan mengirimkan notifikasi melalui Whatsapp dengan bantuan API. Data juga disimpan dalam database dan ditampilkan melalui antarmuka web. Sistem ini dikembangkan dengan metode *Agile* untuk memungkinkan pengujian dan penyempurnaan secara bertahap dan fleksibel sesuai kebutuhan pengguna serta kondisi lapangan, sehingga menghasilkan sistem yang responsif serta efektif, dan mudah digunakan dalam meningkatkan keamanan di kandang domba. Sistem keamanan yang dirancang terbukti mampu bekerja efektif dalam menekan kasus pencurian ternak, terutama peternakan tradisional. Hasil pengujian menunjukkan sensor PIR dan Ultrasonik dapat mendeteksi sekaligus membedakan gerakan manusia dan hewan dengan akurasi yang baik, sehingga sistem mampu merespons ancaman pencurian secara otomatis. Integrasi ESP32-CAM dan notifikasi Whatsapp berhasil meningkatkan kewaspadaan peternak terhadap aktivitas mencurigakan secara real-time. Hasil implementasi ini diharapkan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan dijadikan dasar bagi pengembangan sistem keamanan peternakan berbasis IoT.

Kata Kunci: Algoritma *Threshold*, *Internet Of Things* (IoT), Keamanan, *Monitoring*.

ABSTRACT: Cases of sheep theft in rural areas, such as at Padepokan Putra Pasir Caringin, highlight the weaknesses of traditional security systems that still rely on manual guarding. Therefore, a technology-based solution that operates in real-time, efficiently, and automatically is required to enhance security Monitoring and ensure autonomous operation without continuous supervision. This research aims to design and implement a sheep pen security system based on the *Internet of Things* (IoT) using an ESP32-CAM, three PIR sensors, and one ultrasonic sensor. The system applies a *Threshold* algorithm to detect

movements and distinguish between humans and animals based on movement direction and object height. PIR sensors are used to capture motion patterns, while the ultrasonic sensor measures the height of humans and sheep. If the Threshold is met, the ESP32-CAM automatically captures an image and sends notifications via Whatsapp using an API. Data is also stored in a database and displayed through a web interface. The system is developed using the Agile method to allow iterative testing and refinement, providing flexibility in adapting to user needs and field conditions, thereby resulting in a responsive, effective, and user-friendly security solution for sheep pens. The designed security system has proven to work effectively in reducing livestock theft, especially in traditional farming environments. Test results show that the PIR and ultrasonic sensors can detect and distinguish human and animal movements with good accuracy, enabling the system to automatically respond to theft threats. The integration of ESP32-CAM and Whatsapp notifications successfully enhances farmers' awareness of suspicious activities in real-time. The results of this implementation are expected to be utilized sustainably and serve as a foundation for further development of IoT-based livestock security systems.

Keywords: Internet of Things (IoT), Monitoring, Security, TRESHOLD Algorithm.

PENDAHULUAN

Di tengah meningkatnya kompleksitas ancaman pada berbagai aspek kehidupan, keamanan menjadi kebutuhan yang semakin mendesak dalam era digital dan terintegrasi saat ini. Keamanan tidak lagi terbatas pada perlindungan fisik, tetapi juga mencakup dimensi digital, ekonomi, dan sosial. Pada dasarnya, keamanan mengacu pada kondisi bebas dari ancaman dan risiko bahaya, baik dari kejahatan konvensional maupun serangan siber. Ruang lingkupnya meliputi perlindungan terhadap terorisme, pencurian, peretasan sistem, hingga krisis ekonomi. Oleh karena itu, keamanan menjadi aspek fundamental dalam menunjang berbagai sektor kehidupan. (Masnur et al., 2021). Teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) kini menjadi salah satu solusi modern dalam meningkatkan efektivitas pengawasan dan respons terhadap potensi ancaman. Sistem keamanan yang terintegrasi dengan sensor pintar dan konektivitas *real-time* tidak hanya diterapkan pada sektor industri dan perkotaan, tetapi juga mulai merambah ke wilayah pedesaan, termasuk dalam sektor peternakan. Hal ini didorong oleh kebutuhan untuk menghadirkan sistem perlindungan yang lebih adaptif, efisien, dan mampu

bekerja secara otomatis guna menanggulangi risiko yang semakin kompleks dan dinamis.

Padepokan (PDP) Putra Pasir Caringin, yang terletak di Kp. Pasir Caringin, RT 46/RW 14, Desa Mandalahaji, Kecamatan Pacet, Kabupaten Bandung, merupakan salah satu wilayah peternakan tradisional di kawasan pedesaan dengan potensi ekonomi yang cukup signifikan. Masyarakat di sekitar wilayah ini mayoritas bermata pencaharian sebagai petani dan peternak, dengan fokus utama pada pengelolaan ternak domba. Kegiatan beternak, khususnya domba, telah menjadi bagian dari budaya dan tradisi setempat yang diwariskan secara turun-temurun. Kehidupan sosial masyarakat masih sangat kental dengan nuansa gotong royong, terutama dalam hal pengelolaan ternak dan kegiatan agraris lainnya. Kondisi ini mencerminkan pola hidup pedesaan yang sederhana namun memiliki potensi ekonomi yang cukup menjanjikan. Namun, sistem pengamanan kandang domba di lokasi ini masih bersifat manual dan konvensional, tanpa dukungan teknologi modern. Hal ini menyebabkan tingginya tingkat kerawanan terhadap tindak pencurian, terutama pada

malam hari atau saat kandang ditinggalkan tanpa pengawasan.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di Kp. Pasir Caringin, ditemukan bahwa kasus kehilangan ternak meningkat signifikan menjelang perayaan Idul Adha. Fenomena ini diduga kuat terkait dengan tingginya permintaan domba qurban, yang memicu aksi pencurian oleh pihak-pihak tidak bertanggung jawab. Peternak melaporkan bahwa selama 1–2 bulan sebelum Idul Adha, frekuensi kehilangan domba dapat mencapai 2–10 ekor, jauh lebih tinggi dibandingkan bulan-bulan biasanya. Sistem keamanan tradisional yang mengandalkan penjagaan manual dan pagar konvensional terbukti tidak memadai untuk mencegah aksi pencurian yang semakin terorganisir. Selain itu, keterbatasan sumber daya manusia dan minimnya akses terhadap teknologi pengawasan modern memperparah kerentanan ini. Jika tidak segera ditangani, pola kehilangan musiman ini berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi yang besar bagi peternak, mengingat harga domba cenderung melonjak tinggi pada periode tersebut.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi sensor dan mikrokontroler dalam sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) dapat mendukung proses deteksi objek serta penyampaian informasi secara otomatis. Silvia (2025) mengembangkan sistem yang mampu membedakan keberadaan manusia dan hewan dengan memanfaatkan sensor inframerah dan Buzzer, serta mengintegrasikan Twilio API untuk mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp. Pendekatan serupa ditunjukkan oleh Dwi Putra dan Mukhaiyar (2022) melalui pemanfaatan sensor PIR dan ESP32-CAM yang dapat mendeteksi pergerakan hingga jarak 6 meter, mengambil foto atau video, dan mengirimkan hasil deteksi kepada pengguna melalui Telegram dalam waktu beberapa detik. Sementara itu, Yusa et al. (2021) membuktikan bahwa sensor ultrasonik SRF-05 yang dipadukan dengan

Arduino Uno mampu melakukan pengukuran tinggi objek dengan tingkat kesalahan rata-rata sekitar 1–2 cm dan menampilkan hasilnya melalui LCD. Berangkat dari temuan tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem klasifikasi manusia dan domba dengan memadukan tiga sensor PIR dan sensor ultrasonik. Sensor PIR digunakan untuk memperoleh informasi mengenai keberadaan, arah, dan intensitas pergerakan, sedangkan sensor ultrasonik digunakan sebagai dasar pembeda berdasarkan ketinggian objek. Data sensor selanjutnya diproses menggunakan algoritma threshold untuk menentukan kategori objek secara sederhana, kemudian sistem mengirimkan notifikasi secara real-time melalui WhatsApp ketika mendeteksi aktivitas. Penggunaan algoritma threshold dipertimbangkan karena memiliki kebutuhan komputasi yang rendah, tidak bergantung pada proses pelatihan data, dan sesuai untuk diterapkan pada mikrokontroler ESP32-CAM. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Agile karena memungkinkan proses perancangan, pengujian, evaluasi, dan perbaikan berlangsung secara iteratif dan bertahap sesuai hasil setiap siklus pengembangan (Qureshi & Farooq, 2024).

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah sistem *Monitoring* keamanan berbasis IoT yang dirancang secara bertahap menggunakan metode *Agile*. Sistem ini dikembangkan melalui tahapan *plan, design, develop, test, review, dan launch*, sehingga memungkinkan proses penyempurnaan secara fleksibel dan berkelanjutan berdasarkan umpan balik langsung dari lingkungan nyata dan pengujian *Blackbox* (Putri, Et al, 2024). Dengan memanfaatkan sensor PIR untuk mendeteksi arah gerakan, sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi objek, serta ESP32-CAM untuk mengambil gambar, sistem ini mampu mengidentifikasi potensi ancaman secara otomatis. Notifikasi akan dikirimkan secara *real-time* melalui *Whatsapp* ke perangkat peternak, sehingga memungkinkan tindakan cepat saat

gangguan terdeteksi. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meminimalisir kasus kehilangan ternak sekaligus meningkatkan efektivitas pengelolaan keamanan peternakan.

METODE

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disusun secara sistematis untuk mencapai tujuan pengembangan sistem, dengan tahapan sebagai berikut :

A. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Observasi

Metode observasi dilakukan secara langsung di lokasi penelitian, yaitu di Kp. Pasir Caringin, untuk melihat kondisi aktual kandang domba, sistem keamanan yang saat ini diterapkan, serta aktivitas harian yang dilakukan oleh peternak. Observasi ini bertujuan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai permasalahan di lapangan dan lingkungan tempat sistem akan diimplementasikan.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pemilik peternakan dan beberapa peternak setempat guna menggali informasi mengenai frekuensi kehilangan ternak, waktu-waktu yang dianggap rawan terhadap pencurian, serta kebutuhan mereka terhadap sistem keamanan yang lebih modern dan efisien. Data ini digunakan untuk merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan kebiasaan pengguna.

3. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan menelaah berbagai literatur yang relevan, seperti jurnal ilmiah, artikel, dan penelitian terdahulu yang membahas sistem keamanan berbasis *Internet of Things* (IoT), penggunaan sensor PIR untuk deteksi gerak, serta pemanfaatan ESP32-CAM untuk pengambilan gambar dan pengiriman data. Kajian ini memberikan dasar teori dan teknis untuk mendukung proses perancangan sistem.

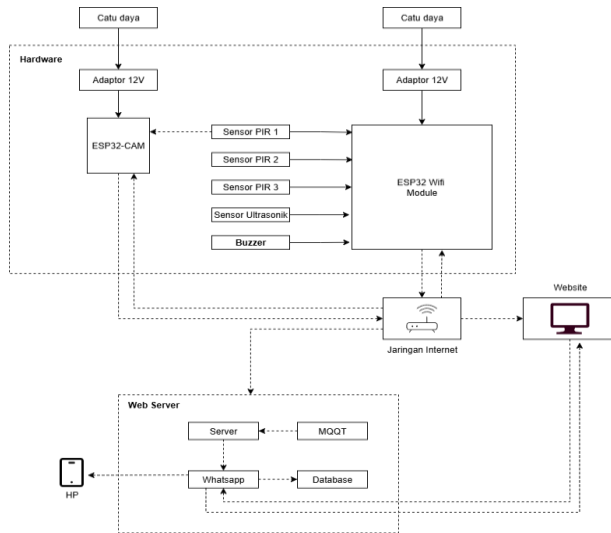
B. Metode pengembangan

Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Agile*. Metode ini menekankan pada pengembangan sistem secara bertahap dan iteratif melalui tahapan yang meliputi *plan*, *Design*, *develop*, *test*, *deploy*, *review*, dan *Launch*. Setiap tahapan memberikan kesempatan untuk melakukan evaluasi dan perbaikan berkelanjutan berdasarkan umpan balik yang diperoleh, sehingga sistem dapat disempurnakan secara progresif hingga mencapai performa optimal sesuai kebutuhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan

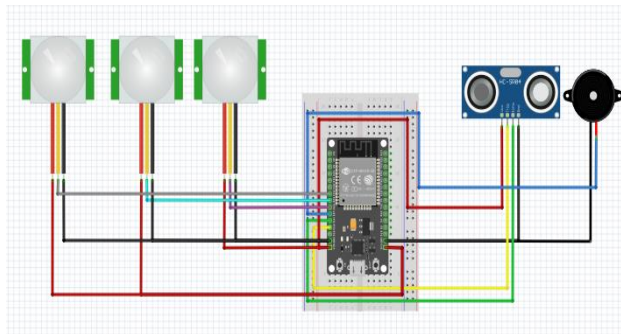
Sebelum proses implementasi sistem, perancangan sistem dilakukan untuk memastikan fungsionalitas dan kesesuaian dengan kebutuhan peternak di lapangan. Proses perancangan ini mencakup pembuatan model UML seperti *Use Case Diagram* untuk menggambarkan interaksi antara peternak dan sistem keamanan, *Activity Diagram* untuk menunjukkan alur deteksi gerakan hingga pengiriman notifikasi, serta *Class Diagram* untuk mendeskripsikan struktur logika dari sistem perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menyusun koneksi antara ESP32-CAM, sensor PIR, sensor ultrasonik, dan *Buzzer* untuk membentuk rangkaian deteksi otomatis (Oktodinata & Purnomo, 2024). Sementara itu, perancangan perangkat lunak mencakup penulisan kode program Arduino IDE yang mengatur pengambilan gambar dan pengiriman notifikasi melalui jaringan Wi-Fi. Pendekatan ini dipilih karena sederhana, hemat biaya, dan dapat diimplementasikan langsung di lingkungan kandang domba tanpa perlu infrastruktur kompleks. Untuk mendukung pemahaman terhadap hubungan antar komponen, digunakan *wiring diagram* sebagai panduan penyusunan rangkaian fisik sistem secara keseluruhan.



Gambar 1 Blok Diagram Alat Monitoring

Blok diagram di atas menggambarkan alur kerja sistem keamanan kandang domba berbasis IoT yang terdiri dari dua perangkat utama, yaitu ESP32 WiFi Module sebagai mikrokontroler utama dan ESP32-CAM sebagai modul pengambilan gambar.

Rangkaian sistem koneksi antara mikrokontroler ESP32 dengan berbagai jenis sensor yang digunakan dalam sistem keamanan kandang domba berbasis IoT.



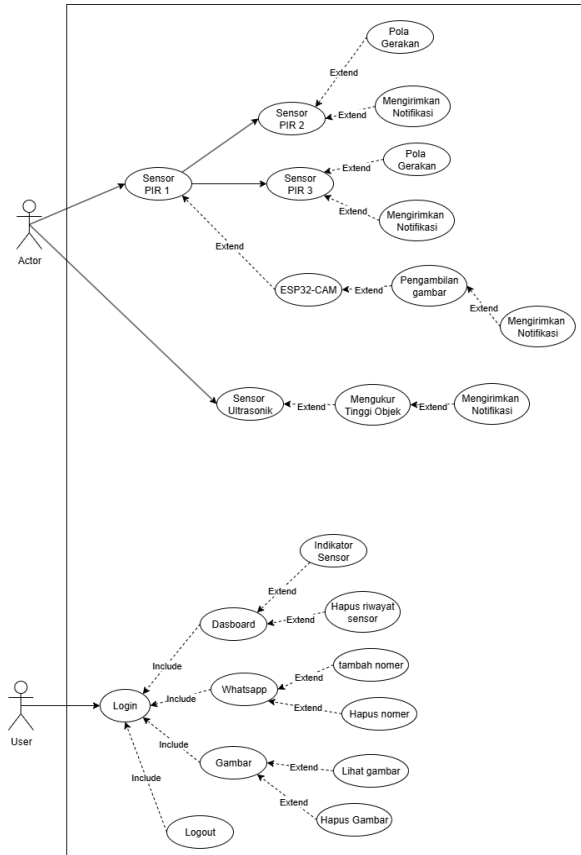
Gambar 2 Wiring Seluruh Alat Sistem

Rangkaian sistem koneksi antara mikrokontroler ESP32 dengan berbagai jenis sensor yang digunakan dalam sistem keamanan kandang domba berbasis IoT.

A. Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor

dan sistem yang dirancang. Dalam konteks penelitian ini, aktor utamanya adalah peternak sebagai pengguna sistem. Diagram ini memperlihatkan bagaimana peternak berinteraksi dengan sistem keamanan kandang, seperti memantau status kandang, menerima notifikasi pergerakan mencurigakan, dan menindaklanjuti informasi yang diterima.



Gambar 3 Use Case

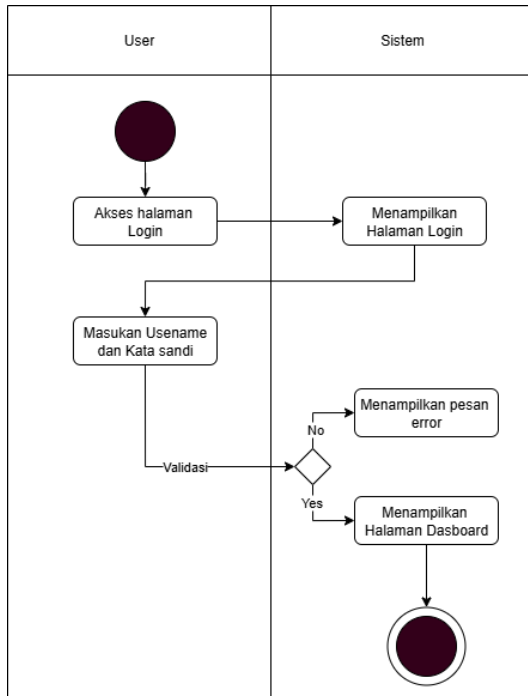
B. Activity Diagram

Activity diagram berfungsi untuk merepresentasikan urutan langkah-langkah aktivitas dalam suatu sistem serta menunjukkan bagaimana proses berpindah dari satu tahap ke tahap lainnya. Diagram ini menampilkan alur aktivitas secara terstruktur, termasuk kondisi pengambilan keputusan dan perpindahan antar aktivitas.

1. Login

Activity Diagram Login menjelaskan alur autentikasi pengguna, dimulai dari saat

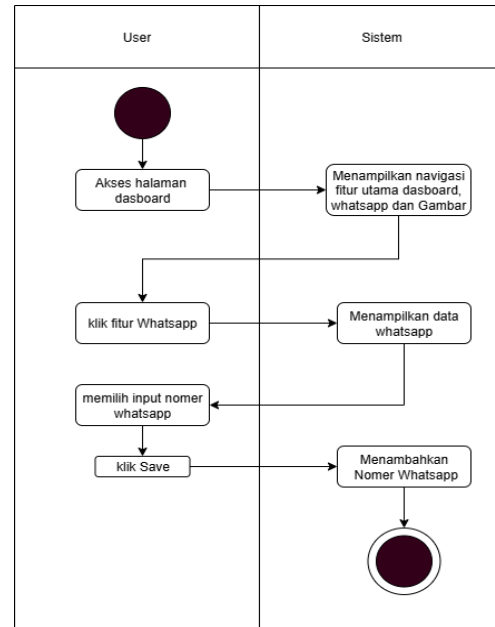
pengguna mengakses halaman *Login*, memasukkan *username/email* dan *password*, hingga sistem menentukan apakah *Login* berhasil dan pengguna diarahkan ke *Dashboard*, atau menampilkan pesan kesalahan jika proses.



Gambar 4 Login

2. Activity Diagram Tambah nomer WhatsApp

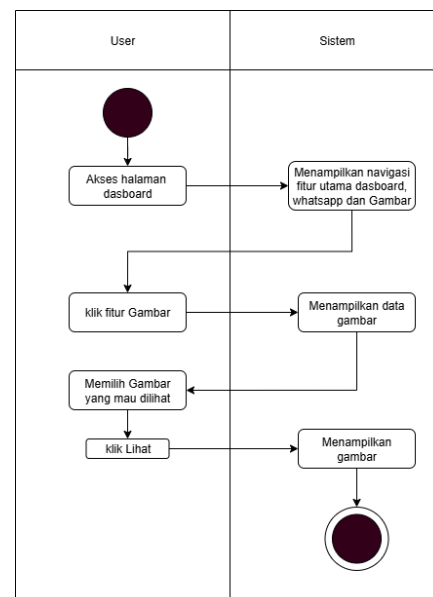
Diagram aktivitas ini menjelaskan alur proses saat pengguna menambahkan nomor *WhatsApp* ke dalam sistem. Proses dimulai dari pengguna mengakses halaman *Dashboard*, lalu memilih fitur *WhatsApp*. Setelah itu, sistem menampilkan data *WhatsApp* dan pengguna mengisi input nomor yang diinginkan. Ketika tombol "Save" ditekan, sistem akan menyimpan nomor *WhatsApp* tersebut ke dalam *database*.



Gambar 5 Tambah nomer WhatsApp

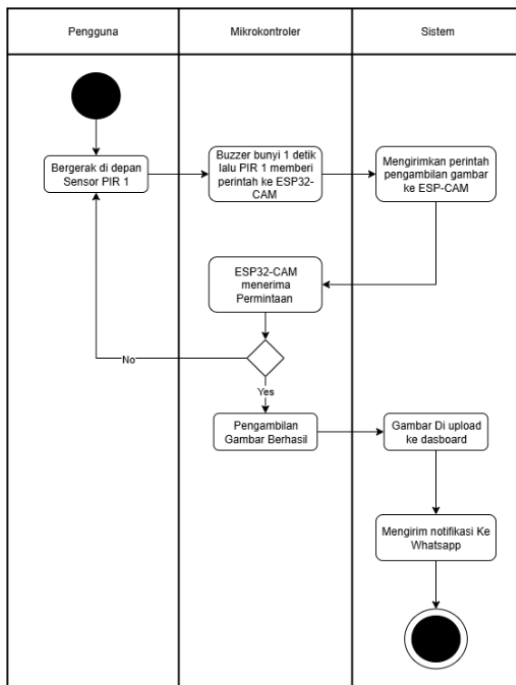
3. Activity Diagram Menampilkan Gambar

Diagram aktivitas ini menggambarkan proses saat pengguna melihat gambar hasil tangkapan dari sistem keamanan. Alur dimulai ketika pengguna mengakses *Dashboard*, memilih fitur gambar, lalu memilih gambar yang ingin dilihat. Setelah menekan tombol "Lihat", sistem akan menampilkan gambar sesuai pilihan.



Gambar 6 Menampilkan Gambar

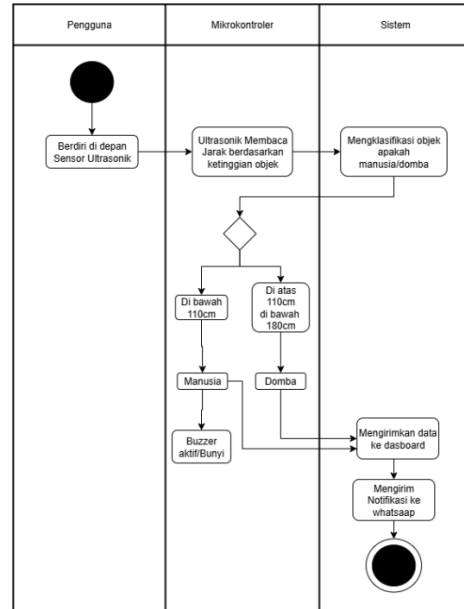
4. *Activity Diagram* Pengambilan Gambar
Activity diagram proses pengambilan gambar dalam sistem *Monitoring* keamanan kandang. Proses dimulai saat pengguna bergerak di depan sensor PIR 1, kemudian *Buzzer* berbunyi selama satu detik dan sistem mengirimkan perintah ke ESP32-CAM berdasarkan sensor PIR 1 Aktif. Setelah ESP32-CAM menerima permintaan, sistem melakukan validasi. Jika berhasil, gambar akan diambil, diunggah ke *Dashboard*, dan notifikasi dikirim ke *WhatsApp*.



Gambar 7 Pengambilan Gambar

5. *Activity Diagram* Klasifikasi Objek dengan Sensor Ultrasonik

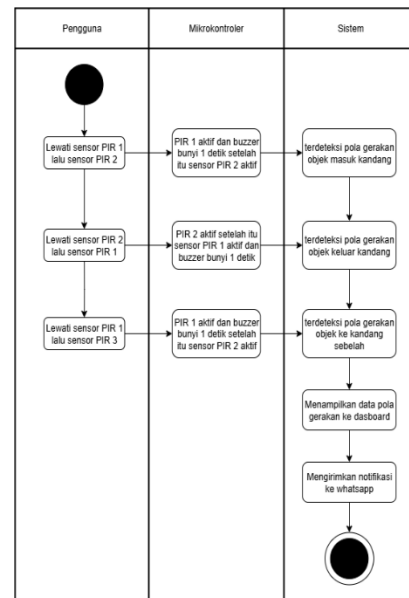
Activity diagram proses klasifikasi objek menggunakan sensor ultrasonik. Proses dimulai saat pengguna atau objek berdiri di bawah sensor, lalu mikrokontroler membaca jarak berdasarkan ketinggian objek. Sistem kemudian mengklasifikasikan objek sebagai manusia jika jaraknya di bawah 110 cm, atau sebagai domba jika berada antara 110–180 cm. Jika objek terdeteksi sebagai manusia, *Buzzer* akan berbunyi.



Gambar 8 Klasifikasi Objek dengan Sensor Ultrasonik

6. *Activity Diagram* Pola Gerakan

Activity diagram proses deteksi pola gerakan menggunakan tiga sensor PIR. Proses dimulai saat pengguna atau objek melewati kombinasi sensor PIR secara berurutan, seperti dari PIR1 ke PIR2 yang menandakan objek masuk kandang, dari PIR2 ke PIR1 menandakan keluar kandang, dan dari PIR1 ke PIR3 menandakan ke kandang sebelah.



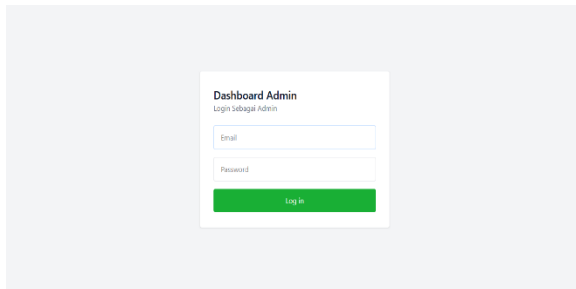
Gambar 9 Pola Gerakan

2. Implementasi Perancangan Sistem

Adapun hasil dari implementasi perancangan antarmuka yang telah dibuat pada sistem keamanan kandang domba sebagai berikut.

A. Halaman Login

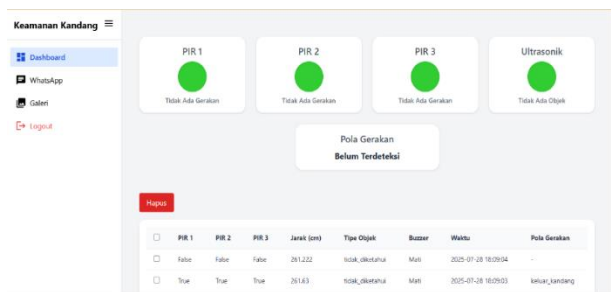
Sebelum dapat mengakses seluruh fitur yang tersedia dalam sistem *Monitoring* keamanan kandang domba, pengguna diwajibkan untuk melakukan proses *Login* terlebih dahulu sebagai bentuk autentikasi awal.



Gambar 10 Halaman Login

B. Halaman Dashboard

Halaman *Dashboard* pada sistem *Monitoring* keamanan kandang. Tampilan ini menyajikan informasi kondisi sensor secara *real-time*, termasuk status deteksi gerakan dan hasil klasifikasi objek. Halaman ini dirancang agar admin dapat memantau aktivitas kandang secara efisien dan cepat melalui satu tampilan pusat.

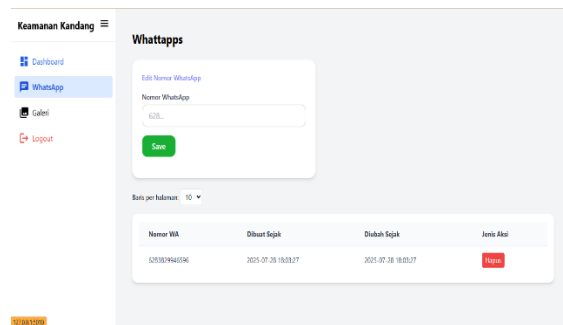


Gambar 11 Halaman Dashboard

C. Halaman WhatsApp

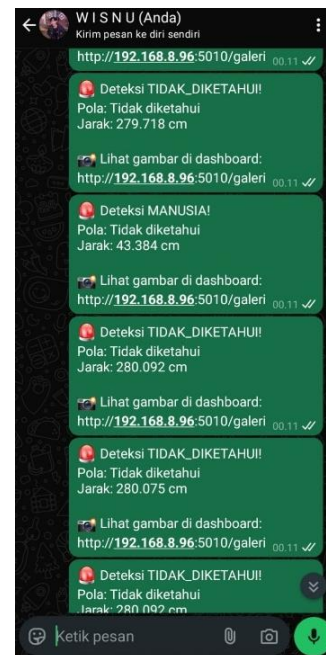
Halaman *WhatsApp* pada sistem *Monitoring* keamanan kandang. Halaman ini menyediakan form input untuk menambahkan nomor *WhatsApp* tujuan notifikasi, serta tabel yang menampilkan daftar nomor yang telah tersimpan lengkap

dengan tanggal pembuatan, pembaruan, dan opsi hapus.



Gambar 12 Halaman WhatsApp

Pesan dari notifikasi sistem *Monitoring* keamanan kandang yang dikirim melalui *WhatsApp*. Pesan tersebut berisi informasi hasil deteksi objek oleh sensor, termasuk klasifikasi seperti “MANUSIA”, “DOMBA” atau “TIDAK_DIKETAHUI”, jarak objek dalam satuan cm, serta tautan yang mengarah ke halaman galeri pada *Dashboard* web untuk melihat gambar hasil tangkapan ESP32-CAM secara langsung.

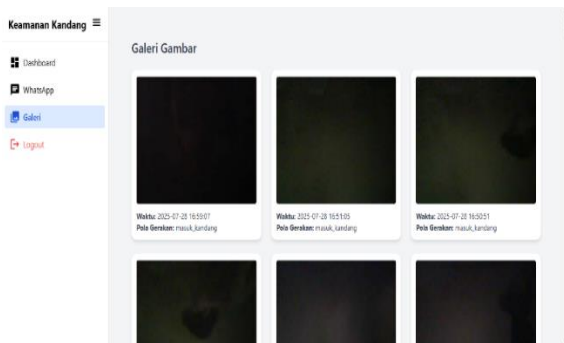


Gambar 13 Tampilan Notifikasi WhatsApp

D. Halaman Gambar

Halaman *Gambar* pada sistem *Monitoring* keamanan kandang. Halaman ini digunakan untuk menampilkan hasil

tangkapan kamera ESP32-CAM yang secara otomatis aktif ketika sensor mendeteksi adanya gerakan. Setiap gambar ditampilkan dalam bentuk daftar yang dilengkapi dengan informasi waktu pengambilan, sehingga memudahkan admin dalam menelusuri kejadian berdasarkan urutan waktu.



Gambar 14 Halaman Gambar

Uji coba pengambilan gambar menggunakan modul ESP32-CAM. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa modul kamera berfungsi dengan baik dalam menangkap objek yang terdeteksi oleh sensor. Meskipun kualitas gambar masih terlihat gelap karena kondisi pencahayaan rendah, hasil tangkapan membuktikan bahwa ESP32-CAM mampu menjalankan proses pemotretan secara otomatis sesuai perintah dari sistem.



Gambar 15 Proses Pemotretan ESP32-CAM



Gambar 16 Hasil Pemotretan ESP32-CAM

E. Prototipe Miniatur Kandang

miniatur kandang domba yang dirancang menggunakan bahan sederhana seperti stik kayu dan kardus sebagai media visualisasi. Miniatur ini berfungsi untuk merepresentasikan kondisi nyata kandang domba yang menjadi objek penelitian. Pada miniatur kandang domba ini dipasang tiga sensor PIR untuk mendeteksi pola gerakan, yaitu PIR 1 di depan pintu, PIR 2 di belakang pintu, dan PIR 3 di sebelah kandang. Pola gerakan yang terbaca adalah: PIR 1 → PIR 2 menandakan gerakan masuk kandang, PIR 2 → PIR 1 menandakan gerakan keluar kandang, dan PIR 1 → PIR 3 menandakan gerakan menuju kandang sebelah. Selain itu, ESP32-CAM berfungsi mengambil gambar ketika PIR 1 aktif, serta sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian objek guna membedakan antara manusia dan domba.



Gambar 17 Prototipe Miniatur Kandang

3. Pengujian Sistem

a. Pengujian Sensor PIR

Tabel 1 Pengujian Sensor PIR

No	Jarak Meter	Sensor PIR			
1	0,5 m	1	1	1	1
2	1 m	1	1	1	1
3	1,5 m	1	1	1	1
4	2 m	1	1	1	1
5	2,5 m	1	1	1	1
6	3 m	1	1	1	1
7	3,5 m	1	1	1	1
8	4 m	1	1	1	1
9	4,5 m	1	1	1	1
10	5 m	0	0	0	0

b. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak (cm)	Jumlah Percobaan	Berhasil	Gagal	Keterangan	Persentase keberhasilan
1 - 60	10	10	0	Manusia	100%
60 – 110	10	9	1	Manusia	90%
110 – 140	10	10	0	Domba	100%
140 – 180	10	9	1	Domba	90%
180 – 200	10	8	2	Tidak ada objek	80%

c. Pengujian ESP32

Tabel 3 Pengujian ESP32

No	Skenario	Aksi Uji	Indikator Keberhasilan	Hasil uji	Status
1	Koneksi Wifi	Hubungkan ESP32 ke SSID lokal	ESP32 terhubung (IP muncul di serial)	Terhubung (IP: 192.168 .8.96)	Berhasil

2	Kirim Log ke <i>Dashbord</i>	Kirim Data sensor	Data Tampil di tabel "Data sensor"	10/10 kali	Berhasil
3	Kirim Perintah ke ESP32-CAM	Kirim perintah <i>capture</i> gambar pakai HTTP <i>request</i>	ESP32_CAM mengambil gambar lalu upload ke <i>dasboard</i> dan <i>notifikasi</i> ke <i>whatsapp</i>	7/3	70% Berhasil
4	Pola gerakan "masuk kandang"	Objek terdeteksi sensor PIR 1 setelahnya terdeteksi sensor PIR 2	Data Tampil di tabel "Data sensor" dan <i>Notifikasi</i> ke <i>whatsapp</i>	10/10	Berhasil
5	Pola gerakan "keluar kandang"	Objek terdeteksi sensor PIR 2 setelahnya terdeteksi sensor PIR 1	Data Tampil di tabel "Data sensor" dan <i>Notifikasi</i> ke <i>whatsapp</i>	10/10	Berhasil

	Pola gerakan "ke kandang sebelah"	Objek terdeteksi sensor PIR 1 setelah terdeteksi sensor PIR 3	Data Tampil di tabel "Data sensor" dan Notifikasi ke WhatsApp	10/10	Berhasil
--	-----------------------------------	---	---	-------	----------

d. Pengujian Buzzer

Tabel 4 Pengujian Buzzer

No	Skenario	Respon yang Diharapkan	Hasil Uji	Durasi Bunyi
1	Sensor PIR Mendeteksi Domba	Sistem hanya mencatat pergerakan, Buzzer tidak aktif	Sesuai	0,0 detik
2	Sensor PIR 1 Mendeteksi Pergerakan	Buzzer berbunyi keras 1 kali sebagai alarm	Sesuai	1,0 detik
3	Sensor Ultrasonik Mendeteksi Manusia	Buzzer terus berbunyi keras selagi mendeteksi manusia	Sesuai	–
4	Sensor ultrasonik mendeteksi domba	Buzzer tidak berbunyi	Sesuai	0,0 detik

e. Pengujian Notifikasi WhatsApp

Tabel 5 Notifikasi WhatsApp

No	Skenario	Jumlah Percobaan	Terkirim	Tidak terkirim	Rata rata delay (detik)
1	Sensor PIR 1, PIR 2, PIR 3 Mendeteksi	10	10	0	1
2	Sensor Ultrasonik Mendeteksi manusia/domba	10	10	0	1
3	ESP32-CAM mengambil gambar	10	10	0	1

f. Pengujian penyimpanan data ke Dashboard

Tabel 6 penyimpanan data ke Dashboard

No	Skenario	Jumlah Percobaan	Terkirim	Tidak Terkirim	Persentase keberhasilan
1	Pengambilan gambar	10	10	0	100%
2	Pola gerakan	10	10	0	100%
3	Riwayat sensor aktif	10	10	0	100%
4	Klasifikasi Objek (manusia/ Domba)	10	10	0	100%

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem keamanan kandang domba berbasis IoT yang dirancang menggunakan ESP32-CAM, tiga sensor PIR, sensor ultrasonik, Buzzer, dan algoritma *TRESHOLD* telah berhasil berjalan secara otomatis dan *real-time* dalam mendeteksi serta membedakan gerakan manusia dan domba, sekaligus terintegrasi dengan *Dashboard* web dan notifikasi *WhatsApp* yang mampu mengirim teks dan gambar secara efektif. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa sistem bekerja stabil, akurat, dan responsif, dengan tingkat keberhasilan hampir 100%. Meskipun demikian, pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan meningkatkan kualitas kamera, menambahkan penyimpanan *cloud* atau lokal, menerapkan klasifikasi objek berbasis *machine learning*, menyediakan alternatif notifikasi seperti Telegram atau email, menambahkan catu daya cadangan, serta melakukan pengujian lebih intensif pada berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan keandalan sistem di lapangan.

Issue 3 March).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299324>

Yusa, M., Santoso, J. D., & Sanjaya, A. (2021). Implementasi Dan Perancangan Pengukur Tinggi Badan Menggunakan Sensor Ultrasonik. *Pseudocode*, 8(1), 90–97. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.8.1.90-97>

PUSTAKA ACUAN

- Dwi Putra, R., & Mukhaiyar, R. (2022). Perancangan Sistem Pemantau Keamanan Rumah Dengan Sensor Pir dan Kamera Berbasis Mikrokontroler dan Internet Of Things (Iot). *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(3), 201–209.
<https://doi.org/10.38035/rrj.v4i3.469>
- Masnur, M., Alam, S., & Muhammad, F. N. (2021). Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sintaks Logika*, 1(1), 1–7.
<https://doi.org/10.31850/jsilog.v1i1.671>
- Oktodinata, W., & Purnomo, Y. (2024). Perangkat Jam Portabel dengan Fungsi Pembaca Suhu dan Pelacakan Suara Melalui Buzzer Menggunakan Modul Nrf Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Indonesia*, 3(7), 115–128.
<https://doi.org/10.58860/jti.v3i7.446>
- Putri, S. J., Putri, D. G. P., & Putra, W. H. N. (2024). Analisis Komparasi pada Teknik Black Box Testing (Studi Kasus: Website Lars). *Journal of Internet and Software Engineering*, 5(1), 23–28.
<https://doi.org/10.22146/jise.v5i1.9446>
- Qureshi, J. N., & Farooq, M. S. (2024). ChainAgile: A framework for the improvement of Scrum Agile distributed software development based on blockchain. In *PLoS ONE* (Vol. 19,