

(Artikel Penelitian/Ulasan)

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kebun Menggunakan Sensor PIR dan *ESP32-Cam* Berbasis *IoT*

Leonard Maramis ^{1*}, Chandra Nugroho ², Husna Saleh ³, Ridwan Potabuga ⁴, Varly Carnavale Wullur ⁵

¹²³⁴⁵Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika

Mongkonai Bar., Kec. Kotamobagu Bar., Kota Kotamobagu, Sulawesi Utara

email : leonmaramis06@gmail.com, chandra.nugroho7@gmail.com, salehhusna26@gmail.com,

whanptbga@iktgm.ac.id, Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika; email : varly@iktgm.ac.id

Abstract: This research focuses on the development of an *Internet of Things* (IoT)-based garden monitoring system designed to assist in the automatic supervision of plantation areas. The problem addressed is the difficulty in detecting the movement of pest animals in real time; therefore, this study aims to build a system capable of detecting, recording, and sending rapid movement notifications to users via a Telegram BOT. The method used is an experimental approach involving the design and testing of a system consisting of an ESP32 microcontroller as the control center, a Passive Infrared (PIR) sensor as a motion detector, an *ESP32-Cam* module as an image capture device, and a *buzzer* as an audio indicator. The research results show that the developed system works effectively in detecting the movement of animals or other objects, automatically capturing images, and transmitting monitoring results in real time through Telegram. The synthesis of these findings indicates that the integration of PIR sensors and *ESP32-Cam* provides an efficient solution for IoT-based garden security systems. It is concluded that this system not only improves the effectiveness of garden monitoring but also has potential for further development in terms of accuracy, detection intelligence, and integration with other monitoring systems.

Keywords: *Internet of Things* (IoT); PIR sensor; *ESP32-Cam*; Telegram BOT; *Buzzer*

Abstrak: Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem monitoring kebun berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk membantu pengawasan area perkebunan secara otomatis. Permasalahan yang diangkat adalah sulitnya mendeteksi pergerakan hewan pengganggu di kebun secara *real-time*, sehingga penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem yang mampu mendeteksi, merekam, dan mengirimkan notifikasi pergerakan hewan secara cepat kepada pengguna melalui BOT Telegram. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan merancang dan menguji sistem yang terdiri atas mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor Passive Infrared (PIR) sebagai pendeteksi gerakan, modul *ESP32-Cam* sebagai pengambil gambar, serta *buzzer* sebagai indikator suara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu bekerja secara efektif dalam mendeteksi pergerakan hewan maupun objek lain, mengambil gambar secara otomatis, serta mengirimkan hasil pemantauan secara *real-time* melalui Telegram. Hasil dari temuan ini menunjukkan bahwa integrasi antara sensor PIR dan *ESP32-Cam* memberikan solusi efisien untuk sistem keamanan kebun berbasis IoT. Disimpulkan bahwa sistem ini tidak hanya mampu meningkatkan efektivitas pengawasan kebun, tetapi juga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam peningkatan akurasi, kecerdasan deteksi, dan integrasi dengan sistem monitoring lainnya.

Kata kunci: *Internet of Things* (IoT); sensor PIR; *ESP32-Cam*; BOT Telegram; *Buzzer*

Diterima: 13 Oktober 2025

Direvisi: 21 Oktober 2025

Diterima: 25 Oktober 2025

Diterbitkan: 1 November 2025

Versi sekarang: Januari 2026



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.

Diserahkan untuk kemungkinan

publikasi akses terbuka

berdasarkan syarat dan ketentuan

lisensi Creative Commons

Attribution (CC BY SA) (

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital dan *Internet of Things (IoT)* telah memberikan kontribusi besar dalam berbagai bidang, termasuk sektor pertanian (Nasution et al., 2024). Tanaman kebun yang sering kali dirusak oleh hewan yang memasuki wilayah perkebunan menjadi masalah bagi para petani (Rudi, 2020). *IoT* memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung melalui jaringan internet sehingga memudahkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh dan dapat saling terhubung dan berkomunikasi, sehingga meningkatkan efisiensi dan kemudahan (Visayas et al., 2024). Salah satu permasalahan yang sering ditemui pada lahan pertanian atau kebun adalah keterbatasan dalam melakukan pengawasan secara terus-menerus terhadap kondisi lingkungan maupun potensi ancaman seperti hewan liar, pencurian, atau aktivitas yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Pengawasan secara manual membutuhkan tenaga, waktu, dan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem monitoring yang mampu bekerja secara otomatis, efisien, serta dapat diakses dari jarak jauh. Penggunaan *IoT* dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut karena dapat mengurangi waktu dan tenaga dalam mendeteksi, merekam, serta menyampaikan informasi tentang suatu kejadian (Lutviansyah et al., 2025)

Sensor Passive Infrared (PIR) dapat digunakan untuk mendeteksi adanya pergerakan di sekitar area kebun, sementara modul *ESP32-Cam* dapat dimanfaatkan untuk menangkap gambar atau video secara *real-time*. Kombinasi keduanya memungkinkan sistem monitoring tidak hanya mendeteksi adanya aktivitas, tetapi juga merekam bukti visual yang dapat langsung dikirimkan ke pengguna melalui jaringan internet.

Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, sistem monitoring kebun dapat diakses melalui smartphone atau perangkat lain yang terhubung internet. Hal ini memberikan kemudahan bagi pemilik kebun untuk mendapatkan informasi kondisi kebun secara cepat, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam pengelolaan lahan pertanian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan merancang dan membangun sistem monitoring kebun menggunakan sensor PIR dan *ESP32-Cam* berbasis *IoT*. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani atau pemilik kebun dalam melakukan pengawasan secara efektif, efisien, dan *real-time* sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemantauan kebun berbasis *IoT* yang dapat mendeteksi gerakan hewan secara langsung dan mengirimkan pemberitahuan melalui Telegram BOT.

2. Tinjauan Literatur

2.1. Sistem Monitoring

Monitoring berhubungan dengan siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan. Sensor-sensor yang terintegrasi akan mengirimkan data untuk melakukan monitoring melalui jaringan internet (Setiadi et al., 2018)

Dalam pengertian lain, monitoring merupakan pemantauan yang dapat dijelaskan sebagai kesadaran (*awareness*) tentang apa yang ingin diketahui, pemantauan berkadar tingkat tinggi dilakukan agar dapat membuat pengukuran melalui waktu yang menunjukkan pergerakan kearah tujuan atau menjauh dari itu. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan berulang dari waktu ke waktu.

2.2 *Internet of Things*

Internet of Things merupakan teknologi modern yang pada intinya mengacu pada jaringan berbagai perangkat dan sistem di seluruh dunia yang saling terhubung serta berkomunikasi melalui jaringan internet (Selay, A et al., 2022). *Internet of Things (IoT)* adalah konsep di mana berbagai perangkat fisik terhubung ke internet dan dapat berkomunikasi satu sama lain tanpa campur tangan manusia secara langsung. Perangkat tersebut bisa berupa alat rumah tangga, kendaraan, sensor, mesin industri, kamera, hingga perangkat medis.

Melalui koneksi internet, perangkat-perangkat ini mengumpulkan, mengirim, dan bertukar data secara otomatis. Data tersebut kemudian dapat digunakan untuk mengontrol, memantau, atau mengambil keputusan secara cerdas.

2.3 Sensor PIR (Passive Infrared Receiver)

Sensor PIR (*Passive Infrared*) mendeteksi perubahan radiasi inframerah (panas) yang dipancarkan oleh benda/objek di sekitarnya—biasanya tubuh manusia atau hewan. "*Passive*" berarti sensor tidak memancarkan energi sendiri; ia hanya mendeteksi radiasi yang ada. Sensor PIR digunakan karena sensor tersebut dapat mendeteksi pancaran gelombang inframerah, sehingga objek yang tertuju adalah manusia atau hewan (Juliansyah et al., 2021)



Gambar 1. Sensor PIR

2.3 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program (*sketch*) ke papan mikrokontroler Arduino. *Arduino IDE* menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga cocok bagi pemula maupun pengguna berpengalaman dalam bidang elektronika dan pemrograman dan merupakan komponen utama dalam menjalankan program, karena melalui *Arduino IDE* pengguna dapat melihat hasil maupun kesalahan pada kode sebelum diunggah ke mikrokontroler, sehingga memastikan program berjalan dengan baik dan jelas (M. Irsyad et al., 2020).



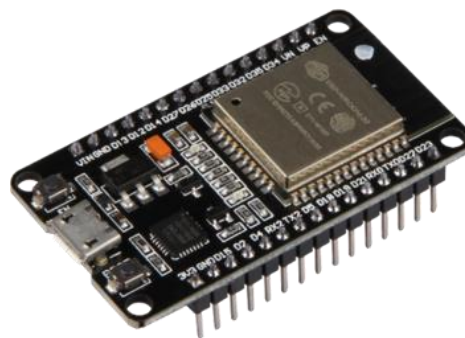
Gambar 2. *Arduino IDE*

Di dalam *Arduino IDE* terdapat editor teks untuk menulis kode, area pesan untuk menampilkan kesalahan atau status kompilasi, dan tombol untuk memverifikasi serta mengunggah program ke papan Arduino melalui kabel USB. Bahasa pemrograman yang

digunakan dalam *Arduino IDE* berbasis pada bahasa *C* dan *C++* dengan tambahan fungsi khusus untuk mempermudah pengendalian perangkat keras seperti sensor, motor, dan LED.

2.4 Mikrokontroler ESP32

ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengendalikan dan menggerakkan berbagai perangkat elektronik (Bayu et al., 2021). Mikrokontroler *ESP32* adalah sebuah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan fitur *Wi-Fi* dan *Bluetooth* bawaan, yang dikembangkan oleh Espressif Systems. *ESP32* memiliki performa tinggi karena menggunakan prosesor dual-core 32-bit serta mendukung berbagai fungsi seperti komunikasi nirkabel, input/output digital, analog, dan sensor. Mikrokontroler ini sering digunakan dalam proyek *Internet of Things (IoT)* karena kemampuannya menghubungkan perangkat ke jaringan internet secara efisien. Selain itu, *ESP32* mudah diprogram menggunakan *Arduino IDE*, *MicroPython*, atau platform lain, sehingga sangat populer di kalangan pelajar, peneliti, maupun pengembang sistem otomatisasi.



Gambar 3. Mikrokontroler ESP-32

2.5 Buzzer

Buzzer listrik merupakan komponen elektronika yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara (Nurhapsari et al., 2025). Buzzer ini dihubungkan dengan mikrokontroler (seperti *Arduino*, *ESP32*, atau *Raspberry Pi*) yang mengendalikannya berdasarkan data dari sensor atau perintah dari sistem *IoT*.

Dalam konteks *IoT*, *buzzer* berfungsi untuk memberikan notifikasi secara langsung sehingga *buzzer* menjadi alat penting untuk memberikan umpan balik audio kepada pengguna dalam berbagai aplikasi otomatisasi dan pemantauan jarak jauh.



Gambar 4. Buzzer

2.6 ESP32-Cam

ESP32-CAM adalah modul mikrokontroler berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan kamera, serta fitur tambahan seperti WiFi dan Bluetooth. Modul ini sangat populer untuk proyek-proyek Internet of Things (IoT) seperti pengawasan, pengenalan wajah, dan sebagainya. ESP32-Cam memiliki kemampuan yang cukup kuat sehingga akan mengambil gambar dan langsung dikirimkan ke *platform* secara otomatis (Novianti, 2020)



Gambar 5. ESP32-Cam

2.7 Bot Telegram

Bot telegram berfungsi sebagai interface untuk menjalankan code yang sudah dibangun (Pasaribu, 2021) *Bot Telegram* adalah program otomatis yang berjalan di dalam aplikasi Telegram dan dapat melakukan berbagai tugas secara mandiri sesuai perintah pengguna. Bot ini dibuat menggunakan Telegram Bot API, sehingga dapat berinteraksi dengan pengguna melalui chat, mengirim pesan, menampilkan informasi, menerima perintah, hingga mengendalikan perangkat lain. Dengan kata lain, *Bot Telegram* berfungsi seperti asisten virtual di dalam Telegram yang dapat membantu menjalankan tugas tertentu, seperti memberikan notifikasi, menampilkan data, atau menghubungkan sistem lain dengan Telegram.



Gambar 6. BOT Telegram

3. Metode

3.1. Rancangan Penelitian

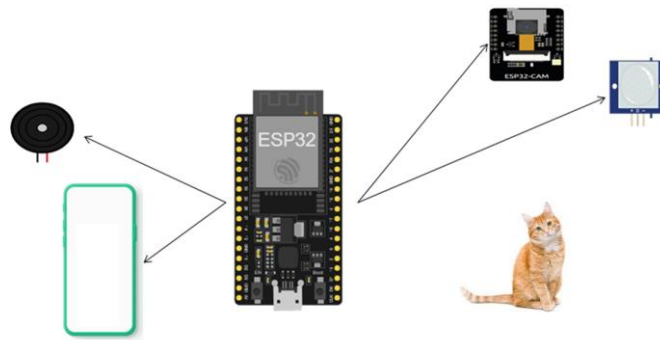
Gambar 7 berikut memperlihatkan rancangan sistem yang dibangun, terlihat sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) yang berfungsi mendeteksi gerakan hewan. Sensor ini sangat sensitif terhadap perubahan suhu infra merah yang dipancarkan oleh hewan. Ketika ada objek yang melintas di depan sensor, sensor akan mengirimkan sinyal listrik. *ESP32-Cam* adalah modul yang menggabungkan kemampuan mikrokontroler *ESP32* dengan kamera. Modul ini sangat populer dalam proyek *IoT* (*Internet of Things*) karena memungkinkan perangkat untuk mengambil gambar atau video, lalu memprosesnya secara *real-time* dan mengirimkan data tersebut ke cloud atau perangkat lain melalui koneksi *Wi-Fi* atau Bluetooth.

ESP32 adalah mikrokontroler yang sangat fleksibel dan populer. Mikrokontroler ini memiliki kemampuan *Wi-Fi* dan Bluetooth built-in, serta berbagai fitur lain seperti ADC (*Analog-to-Digital Converter*), DAC (*Digital-to-Analog Converter*), dan antarmuka komunikasi serial.

Buzzer: *Buzzer* adalah komponen elektronik yang menghasilkan suara. Ada dua jenis *buzzer* yang umum digunakan, yaitu *buzzer* aktif dan *buzzer* pasif.

Buzzer aktif memiliki rangkaian osilator internal sehingga dapat menghasilkan suara sendiri ketika diberi tegangan, sedangkan *buzzer* pasif memerlukan sinyal suara dari mikrokontroler untuk menghasilkan suara. *Buzzer* sering digunakan sebagai indikator alarm, notifikasi, atau untuk memberikan umpan balik suara pada pengguna.

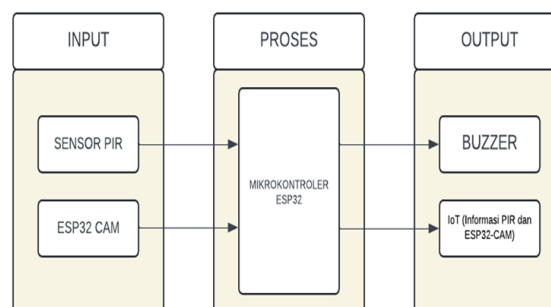
Bot telegram yaitu platform *IoT* yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi *mobile* dan *web* untuk mengontrol perangkat *IoT* secara *real-time*.



Gambar 7. Rancangan Sistem.

3.2. Tahap Perencanaan

Gambar 2 berikut memperlihatkan arsitektur sistem dari penelitian yang dibangun.



Gambar 8. Arsitektur Sistem

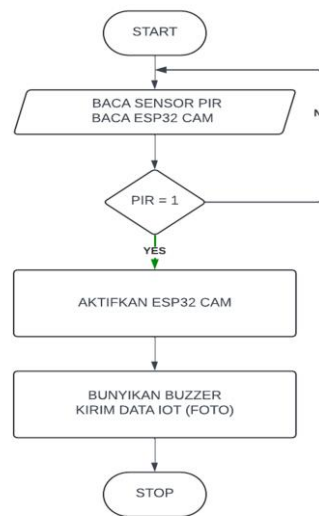
Input: Sensor PIR (*Passive InfraRed*) adalah komponen elektronik yang dirancang untuk mendeteksi adanya gerakan hewan dan manusia. Sensor ini bekerja dengan cara mendeteksi perubahan radiasi infra merah yang dipancarkan oleh objek. Sedangkan *ESP32-Cam* adalah sebuah modul mikrokontroler yang menggabungkan fungsi *Wi-Fi*, *Bluetooth*, dan kamera. Modul ini berfungsi sebagai "otak" dari sistem, memproses data yang diterima dari sensor PIR dan kamera.

Proses: Mikrokontroler *ESP32* secara terus-menerus menerima data dari sensor PIR. Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, *ESP32* akan mengaktifkan kamera untuk mengambil gambar. *ESP32* terhubung ke platform *IoT* yaitu *bot telegram* sehingga mengirim data gambar yang telah diambil dan status deteksi (ada gerakan atau tidak) menggunakan *bot telegram* yang dikirim ke perangkat smartphone..

Output: *Buzzer* merupakan sebuah perangkat yang menghasilkan suara. Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, *ESP32* akan mengaktifkan *buzzer* untuk memberikan peringatan suara. Foto yang diambil oleh kamera *ESP32-Cam* akan dikirim ke aplikasi *bot telegram* sehingga dapat user menerima foto melalui smartphone yang terhubung ke aplikasi *bot telegram*.

3.3. Tahap Pembuatan Sistem

Berikut merupakan diagram alur (flowchart) yang menggambarkan proses kerja dari sebuah sistem berbasis mikrokontroler *ESP32*.



Gambar 9. Arsitektur Sistem

Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gerakan menggunakan sensor PIR dan memberikan respon berupa suara alarm dan pengambilan gambar. Berikut adalah penjelasan untuk setiap langkah pada gambar 3.

Inisialisasi: *ESP32* yaitu mikrokontroler diaktifkan dan dikonfigurasi untuk menjalankan program. *ESP32-Cam* yaitu modul kamera disiapkan untuk mengambil gambar. *Buzzer* yaitu komponen pembuat suara disiapkan untuk menghasilkan bunyi. *Bot telegram* merupakan platform *IoT (Internet of Things)* diinisialisasi untuk memungkinkan kontrol dan pemantauan dari jarak jauh.

Baca Nilai Sensor PIR: *ESP32* secara terus-menerus membaca nilai dari sensor PIR (*Passive Infrared*). Sensor ini akan mendeteksi pergerakan objek. Pengambilan Keputusan: Jika sensor PIR mendeteksi gerakan objek (nilai sensor = 1): maka nyalakan *buzzer* sehingga *buzzer* akan berbunyi sebagai alarm dan *ESP32-Cam* akan mengambil gambar dari area yang terdeteksi gerakan. Jika sensor PIR tidak mendeteksi gerakan (nilai sensor = 0), sistem akan kembali terus memantau sensor PIR.

4. Hasil dan Pembahasan

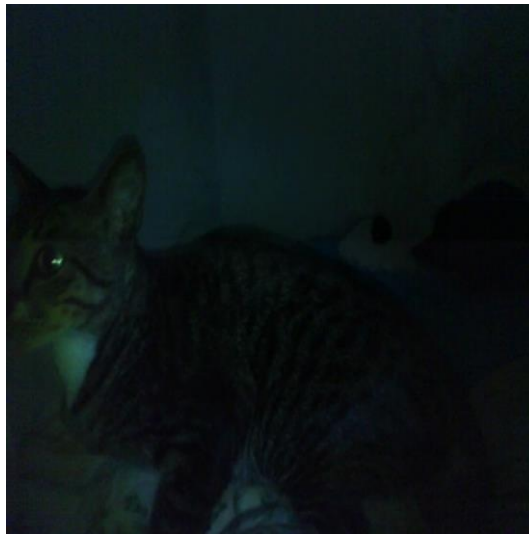
Komponen yang digunakan antara lain mikrokontroler *ESP32*, modul *ESP32-Cam*, sensor PIR, dan *buzzer*. Seluruh komponen tersebut dirangkai menjadi sebuah sistem kamera pengawas kebun yang dapat bekerja secara *real-time*, dengan hasil pemantauan dikirim melalui *Bot Telegram*.

Sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) berfungsi untuk mendeteksi adanya gerakan. Ketika ada objek yang melintas di depannya, sensor akan mengirimkan sinyal ke sistem. Dalam hal ini, sensor PIR berperan sebagai “penjaga” yang memicu aktifnya komponen lain saat mendeteksi gerakan.

Modul *ESP32-Cam* digunakan untuk menangkap gambar dan mengirimkannya melalui jaringan *Wi-Fi*. Saat sensor PIR mendeteksi pergerakan, *ESP32-Cam* akan mengambil foto dari area yang terdeteksi dan mengirim hasilnya ke pengguna lewat *Bot Telegram*.

Mikrokontroler *ESP32* berfungsi sebagai pusat kendali sistem atau otak dari keseluruhan rangkaian. Komponen ini bertugas memproses sinyal dari sensor PIR, mengatur kerja kamera *ESP32-Cam*, serta mengontrol *buzzer*.

Sedangkan *buzzer* berfungsi menghasilkan suara sebagai tanda atau alarm. Dalam alat ini, *buzzer* digunakan sebagai indikator peringatan. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan, *buzzer* akan diaktifkan untuk memberikan sinyal suara sebagai tanda bahaya atau notifikasi.



Gambar 10. Gambar hewan yang terdeteksi

Selain pengujian terhadap pergerakan hewan, penelitian ini juga dilakukan dengan melibatkan berbagai objek lain seperti manusia. Variasi ini bertujuan untuk mengevaluasi sensitivitas sensor PIR terhadap berbagai jenis pergerakan dan material, serta untuk mengukur tingkat akurasi sistem dalam membedakan antara pergerakan hewan, manusia dan objek lainnya sehingga hasil pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja sistem dalam lingkungan yang dinamis dan kompleks.

5. Kesimpulan

Integrasi antara sensor PIR (*Passive Infrared*) dan *ESP32-Cam* pada sistem monitoring keamanan kebun berbasis *IoT* memungkinkan pengawasan aktivitas secara otomatis dan *real-time*. Sensor PIR berperan dalam mendeteksi adanya gerakan, sehingga dapat mengenali kehadiran hewan di area yang diawasi. Ketika sensor PIR mendeteksi pergerakan, *ESP32-Cam* akan otomatis menangkap gambar dan mengirimkannya melalui *Bot Telegram* agar dapat dipantau oleh user.

Penerapan sistem monitoring berbasis *IoT* dengan kombinasi sensor PIR dan *ESP32-Cam* ini telah terbukti mampu melakukan pemantauan aktivitas di lingkungan kebun secara efektif, *real-time*, dan otomatis. Sistem tersebut berhasil mendeteksi gerakan, mengambil gambar, serta mengirimkan notifikasi dengan cepat melalui Telegram. Sistem ini masih memiliki potensi besar untuk dikembangkan, baik melalui peningkatan akurasi deteksi, perluasan fitur notifikasi, analisis data yang lebih mendalam, maupun integrasi dengan sistem lain, sehingga tidak hanya mengawasi area perkebunan, tetapi juga membuka peluang pengembangan aplikasi *IoT* yang lebih canggih di berbagai sektor.

Referensi

- [1] Adafruit. (n.d.). Ai Thinker ESP32-CAM (CircuitPython). Retrieved October 13, 2025, from <https://circuitpython.org/board/ai-thinker-esp32-cam/>
- [2] Bayu, R. B. S., & Astutik, R. P. (2021). Rancang bangun smarthome berbasis qr code dengan mikrokontroler module esp32. *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 2(01), 47-60.
- [3] Hakiki, M. I., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Konfigurasi *Arduino IDE* Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11. *METODE*, 7, 8.
- [4] Juliansyah, A., & Nadiani, D. (2021). Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi (Motion Detection System Using PIR Sensors and Raspberry Pi). 2(4), 199–205.
- [5] Lutviansyah, A., Pratama, K. A., Raafi, S. H., Panyol, A. P. S., & Buana, P. A. (2025). Edukasi Infrastruktur *Internet of Things (IoT)* Untuk Meningkatkan Keamanan Rumah dan Lingkungan di Era Society 5.0. *KOMTEKS*, 4(1).

- [6] Nasution, F. A., Muthmainnah, M., Nanda, S. A., Fadliani, F., Ridwan, T. M., & ZA, N. (2024). Peran Internet Of Thing (Iot) Dalam Perkembangan Teknologi Untuk Petani Garam Tambak Ujung Pusong Jaya. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, 3(2), 410-420.
- [7] Novianti, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Esp32-Cam Berbasis Iot (Software) (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [8] Nurhapsari, N., Paembonan, S., & Suppa, R. (2025). RANCANG Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis *IoT*. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5594>
- [9] Pasaribu, B., & Susanti, W. (2021). Sistem Informasi Pengajuan Rancangan Usulan Penelitian Menggunakan PHP Native dan Bot Telegram. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, 3(1), 29-38.
- [10] Prastyo, E. A. (2022, November 1). Penjelasan tentang sensor PIR (Passive Infrared Receiver). *Arduino Indonesia*. Retrieved from <https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/penjelasan-tentang-sensor-pir.html>
- [11] Prastyo, E. A. (2025, May 1). Apa itu NodeMCU dan bagaimana bedanya dengan ESP32? *Arduino Indonesia*. Retrieved [your access date], from <https://www.arduinoindonesia.id/2025/05/apa-itu-nodemcu-dan-bagaimana-bedanya-dengan-esp32.html>
- [12] Prastyo, E. A. (2025, April 23). Fungsi dan cara kerja *buzzer* dalam proyek elektronika. *Arduino.Biz.ID*. Retrieved [your access date], from <https://www.arduino.biz.id/2025/04/fungsi-dan-cara-kerja-buzzer-dalam-proyek-elektronika.html>
- [13] Rudi, K. (2020). Perancangan Dan Implementasi Alat Pendeteksi Hewan Pengganggu Tanaman Kebun Pertanian Menggunakan Sensor Pir Dan Sms Gateway Berbasis Mikrokontroler (Doctoral Dissertation, Universitas Pasir Pengaraian).
- [14] Salsabila, N. F. Y. (2024, August 6). 30 Bot Telegram terbaik untuk meningkatkan produktivitas sehari-hari Anda. *Tekingame Indozone*. Retrieved [your access date], from <https://tekingame.indozone.id/tips/924945455/30-bot-telegram-terbaik-untuk-meningkatkan-produktivitas-sehari-hari-anda>
- [15] Selay, A., Andigha, G. D., Alfarizi, A., Bintang Wahyudi, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). Internet Of Things. *Karimah Tauhid*, 1(6), 860–868. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v1i6.7633>
- [16] Setiadi, D., & Abdul Muhaemin, M. N. (2018). Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 3(2), 95–102. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2018.3.2.108>
- [17] Visayas, V., Cakra, C., & Supit, Y. (2024). Sistem Kontrol Alat Elektronik Dalam Rumah Berbasis Internet Of Things (Iot). *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, 9(2), 249-261.
- [18] Prince. (n.d.). How to download Arduino software IDE using Arduino official website. *Oku Electronics*. Retrieved [date you accessed it], from https://www.okuelectronics.com/featured_item/how-to-download-arduino-software-ide-using-arduino-official-website