

Sistem Keamanan Sarang Walet Berbasis *IoT*: Deteksi Gerakan *Real-Time* dan Notifikasi Otomatis Menggunakan *Esp32-Cam* dan *Sensor Pir*

Arbansyah^{1✉}, Gina Maulidina², Muhammad Fauzan Nur Ilham³, Pandu Wirayuda^{4✉}
¹⁻⁴Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia

✉Corresponding Author: 2111102441099@umkt.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem keamanan sarang walet berbasis *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan *ESP32-CAM* dan *Sensor PIR (Passive Infrared Sensor)*. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gerakan secara *real-time*, mengambil gambar, dan mengirim notifikasi otomatis melalui aplikasi *Telegram*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi gerakan dalam jarak 1-5 meter dengan berbagai sudut, serta mengirim gambar dalam waktu kurang dari 10 detik pada kondisi jaringan normal. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan penyimpanan gambar pada kartu *microSD* jika tidak terhubung ke *internet*. Kesimpulannya, sistem ini efektif dalam menjaga keamanan sarang walet dan dapat diaplikasikan secara luas dalam industri budidaya walet.

Kata Kunci: IoT, ESP32-CAM, sensor PIR, keamanan sarang walet.

A. Pendahuluan

Budidaya burung walet merupakan salah satu sektor ekonomi yang menjanjikan di Indonesia. Sarang burung walet memiliki nilai jual yang sangat tinggi, terutama di pasar ekspor, karena manfaatnya yang beragam dalam bidang kesehatan dan kuliner [1][6]. Namun, keberhasilan budidaya burung walet tidak lepas dari berbagai tantangan, seperti pengendalian suhu dan kelembapan di gedung walet, serta ancaman pencurian sarang walet [4][6].

Pengendalian suhu dan kelembapan merupakan aspek penting dalam menjaga produktivitas sarang walet. Sistem otomatis berbasis *IoT* telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini, menggunakan perangkat seperti *NodeMCU ESP8266* dan *microcontroller* berbasis *fuzzy* [5][9]. Pemanfaatan perangkat ini memungkinkan peternak untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan di gedung walet secara *real-time* melalui aplikasi berbasis web atau Android [9][13].

Selain itu, ancaman pencurian sarang walet juga menjadi perhatian utama. Sistem keamanan modern berbasis *IoT* menawarkan solusi yang efektif dengan menggunakan perangkat seperti *ESP32-CAM*, *Raspberry Pi*, dan berbagai *sensor*, termasuk *sensor* gerak (*PIR*) dan *sensor* getaran [2][7][8]. Sistem ini mampu mendeteksi gerakan mencurigakan, menangkap gambar pelaku kejahatan, dan mengirimkan notifikasi melalui platform seperti *Telegram* [10][15][16]. Misalnya, penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa *ESP32-CAM* sangat efisien dalam mengirimkan data gambar atau video langsung ke perangkat pengguna melalui aplikasi mobile [13][15].

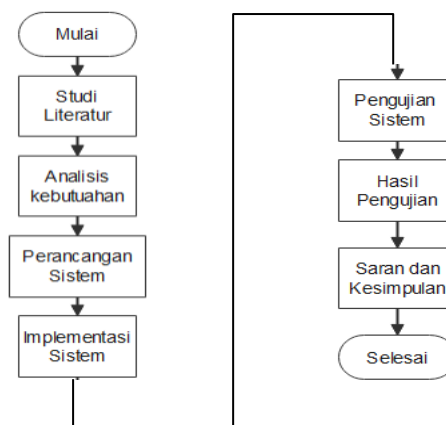
Selain itu, sistem keamanan ini tidak hanya diterapkan pada gedung walet tetapi juga di berbagai sektor lain, seperti rumah pribadi, brankas, dan bahkan peternakan ayam broiler, menunjukkan fleksibilitas teknologi ini [11][12][13]. Penerapan *IoT* memungkinkan pengawasan jarak jauh yang lebih mudah, efisien, dan dapat diakses kapan saja, memberikan rasa aman bagi pemilik sarang walet maupun aset lainnya [14][16].

Dengan adanya sistem *monitoring* berbasis *IoT*, tidak hanya masalah pengendalian suhu dan kelembapan dapat teratasi, tetapi juga keamanan sarang walet dapat ditingkatkan secara

signifikan. Hal ini sejalan dengan perkembangan teknologi yang terus mendukung efisiensi dan efektivitas dalam budidaya burung walet, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor [3][6][9]. Berdasarkan hal tersebut, dapat dirumuskan untuk permasalahan yang dihadapi pada penelitian ini yaitu bagaimana merancang sistem keamanan berbasis *IoT* menggunakan *ESP32-CAM* dan *sensor PIR* untuk memantau sarang burung walet secara *real-time*, mengintegrasikan penyimpanan gambar melalui kartu *microSD* sebagai alternatif, dan melakukan pengujian untuk memastikan keandalan sistem?

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk mengembangkan sistem keamanan sarang walet berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan *ESP32-CAM* dan *sensor PIR*. Metode R&D digunakan untuk merancang, mengimplementasikan, serta menguji kinerja sistem yang dikembangkan. Tahapan penelitian ini dimulai dari studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkait teknologi yang relevan, diikuti oleh analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, hingga hasil pengujian dan akhirnya memberikan kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

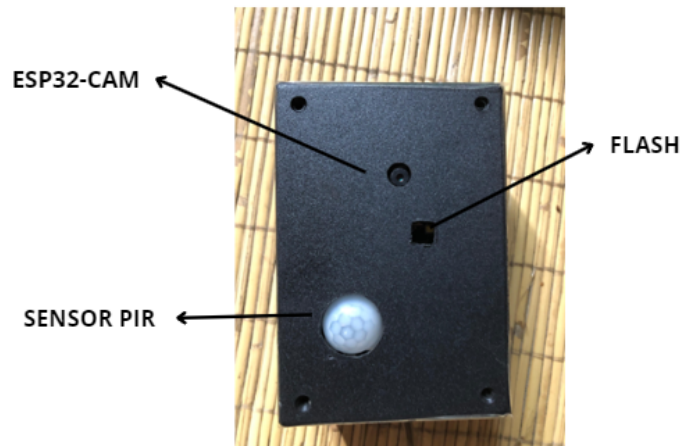
C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Implementasi Sistem

Pada bab ini, dibahas hasil implementasi sistem yang telah diterapkan pada sarang walet menggunakan teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)*. Tujuan dari sistem ini adalah untuk meningkatkan keamanan sarang walet dengan memanfaatkan perangkat-perangkat *IoT* yang dapat memberikan pengawasan jarak jauh tanpa perlu pengawasan langsung di lokasi.

2. Implementasi Sistem

Sistem yang dibangun terdiri dari *ESP32-CAM*, *sensor PIR (Passive Infrared Sensor)*, dan papan pengembangan *ESP32-CAM*. Rangkaian alat ini ditempatkan di lokasi penelitian dengan menggunakan kotak hitam untuk melindungi komponen dari debu dan kerusakan.



Gambar 2. Seluruh Rangkaian Menggunakan Cover Black Box

Setelah rangkaian selesai dibangun, implementasi sistem dilakukan dengan menempatkan alat di lokasi sarang walet.



Gambar 3. Sebelum Alat Dipasang di Lokasi Sarang Walet



Gambar 4. Implementasi di Lokasi Sarang Walet

3. Pengujian Sistem

Untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan, dilakukan beberapa pengujian terhadap komponen utama sistem, yaitu *ESP32-CAM*, *sensor PIR*, *menu bot Telegram*, dan penyimpanan gambar pada kartu *MicroSD*.

4. Pengujian *ESP32-CAM*

ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan kamera *ESP32-CAM* dalam mengambil gambar dan mengirimkan gambar tersebut ke *Telegram*.

Tabel 1. Hasil Pengujian *ESP32-CAM*

No	Kondisi	Hasil Pengambilan Gambar	Keterangan
1	Pagi		Gambar Berhasil Diambil
2	Malam		Gambar Berhasil Diambil

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian pada kondisi pagi dan malam hari. Hasilnya, gambar berhasil diambil dan dikirimkan dalam waktu kurang dari 10 detik dengan kondisi jaringan normal. Namun, pengiriman gambar memerlukan waktu lebih lama (hingga tiga menit) saat kondisi jaringan tidak stabil.

5. Pengujian Sensor PIR

Pengujian *sensor PIR* dilakukan untuk menilai kepekaan *sensor* terhadap gerakan pada berbagai jarak dan sudut.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Sensor PIR*

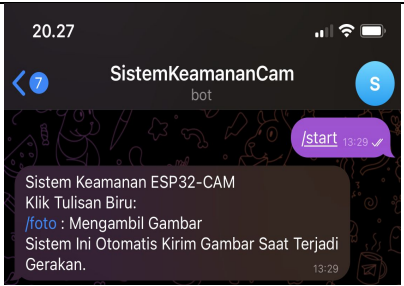


No	Objek	Jarak	Sudut 30°	Sudut 60°	Sudut 90°	Sudut 120°	Sudut 150°
1	Manusia	± 1-2 meter	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Manusia	± 3-4 meter	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Manusia	5 meter	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
4	Manusia	6 meter	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
5	Manusia	7 meter	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Sensor PIR mampu mendeteksi gerakan manusia pada jarak 1-4 meter dengan baik pada semua sudut. Namun, pada jarak yang lebih jauh, kepekaan *sensor* mulai menurun, terutama pada sudut yang lebih besar. *Sensor PIR* efektif untuk jarak deteksi hingga 4 meter.

6. Pengujian Menu Bot Telegram

Pada pengujian *menu bot Telegram*, sistem diuji untuk memastikan bahwa *bot* merespons perintah dengan benar.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Menu Bot Telegram*

Pesan	Hasil	Tampilan Telegram
/start	Tampilan <i>menu bot Telegram</i>	
/foto	Foto berhasil diambil dan di kirim ke <i>Telegram</i>	
Otomatis kirim notifikasi dan gambar jika ada gerakan	Berhasil mengirim notifikasi dan gambar ke <i>Telegram</i>	

Tabel 3 menunjukkan bahwa *menu bot Telegram* dapat diakses dengan baik, mengambil foto melalui perintah /foto, mengirim gambar, serta mengirimkan notifikasi otomatis ketika ada deteksi gerakan.

7. Pengujian Kartu *MicroSD*

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa gambar dapat disimpan di kartu *MicroSD* saat tidak ada koneksi *internet*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kartu *MicroSD*

Kondisi	Keterangan
Terhubung <i>internet</i>	Gambar tidak tersimpan di <i>MicroSD</i>
Tidak terhubung <i>internet</i>	Gambar berhasil disimpan di <i>MicroSD</i>

Berdasarkan Tabel 4, sistem berfungsi dengan baik dengan menyimpan gambar di kartu *MicroSD* ketika koneksi *internet* tidak tersedia. Sebaliknya, jika terhubung ke *internet*, gambar langsung dikirimkan ke *Telegram* tanpa disimpan di *MicroSD*.

8. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem ini berjalan dengan baik dan memenuhi harapan. Berikut adalah analisis hasil pengujian

Tabel 5. Analisis Hasil Pengujian Sistem Keamanan

No	Pengujian	Proses	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Pengujian <i>ESP32-CAM</i>	Mengambil gambar menggunakan <i>ESP32-CAM</i> dan mengirimkan ke <i>Telegram</i> .	<i>ESP32-CAM</i> mengambil gambar baik di pagi maupun di malam hari, gambar dapat dikirim ke <i>Telegram</i> dalam waktu kurang dari 10 detik dalam kondisi jaringan normal.	Gambar berhasil diambil dan dikirim ke <i>Telegram</i> dalam waktu yang sesuai dengan kondisi jaringan (kurang dari 10 detik pada kondisi normal), dan pengiriman gambar berhasil dilakukan baik di pagi hari maupun di malam hari.
2	Pengujian <i>Sensor PIR</i>	Menguji sensitivitas dan jangkauan deteksi sudut pada <i>sensor PIR</i>	<i>Sensor PIR</i> mampu mendeteksi gerakan manusia pada jarak 1-5 meter dengan berbagai sudut.	<i>Sensor PIR</i> memiliki sensitivitas yang baik untuk mendeteksi gerakan manusia pada jarak 1-4 meter pada semua sudut, pada jarak 5 meter <i>sensor</i> mulai menurun sensitivitas pada sudut 150°, jarak 6 meter hanya mendeteksi gerakan pada sudut 60°, 90°, dan 120° lalu pada jarak 7 meter hanya dapat mendeteksi gerakan dengan sudut 90°.
3	Pengujian Menu <i>Bot Telegram</i>	Memastikan <i>bot Telegram</i> merespons perintah dengan benar dan mengirim notifikasi saat ada gerakan.	Menu <i>bot Telegram</i> berfungsi dengan baik: <i>/start</i> menampilkan menu, <i>/foto</i> mengambil, mengirim gambar ke <i>Telegram</i> , dan otomatis mengirim notifikasi serta gambar saat ada gerakan.	Menu <i>bot Telegram</i> merespons dengan benar terhadap perintah <i>/start</i> , <i>/foto</i> , dan mengirim notifikasi serta gambar sesuai saat ada gerakan terdeteksi.
4	Pengujian Kartu <i>MicroSD</i>	Memastikan gambar dapat disimpan di Kartu <i>microSD</i> saat tidak ada koneksi <i>internet</i> .	Gambar berhasil disimpan di Kartu <i>microSD</i> tidak terhubung pada <i>internet</i> . Tidak ada penyimpanan gambar di Kartu <i>microSD</i> jika terhubung dengan <i>internet</i> .	Sistem mengirimkan gambar ke <i>Telegram</i> saat terhubung ke <i>internet</i> tanpa menyimpannya di Kartu <i>microSD</i> . Jika tidak terhubung ke <i>internet</i> , gambar berhasil disimpan di Kartu <i>MicroSD</i> .

Dari hasil analisis pengujian, sistem keamanan sarang walet berbasis *IoT* dengan *ESP32-CAM* dan *sensor PIR* terbukti dapat mengambil gambar dengan baik, mendeteksi gerakan,

mengirimkan data melalui *Telegram*, serta menyimpan gambar saat koneksi *internet* tidak tersedia. Sistem ini sangat efektif dalam memantau dan mengamankan sarang walet tanpa perlu pengawasan langsung di lokasi, serta memberikan kemudahan bagi pengguna melalui platform *Telegram*.

D. Simpulan

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem keamanan sarang walet berbasis *IoT* yang menggunakan *ESP32-CAM* dan *sensor PIR* menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi gerakan, mengambil gambar, mengirimkan gambar melalui *Telegram*, serta menyimpan gambar pada kartu *microSD* saat koneksi *internet* terganggu.

Pengujian *sensor PIR* menunjukkan bahwa sistem ini dapat mendeteksi gerakan manusia dengan baik pada jarak 1-4 meter dan berbagai sudut, meskipun terdapat penurunan sensitivitas pada jarak lebih jauh. Pengujian *ESP32-CAM* membuktikan bahwa gambar dapat diambil dengan baik pada kondisi pagi dan malam hari, dengan pengiriman gambar yang cepat dalam kondisi jaringan yang stabil. Selain itu, sistem mampu menyimpan gambar pada kartu *microSD* jika tidak ada koneksi *internet*, yang memastikan keberlanjutan fungsionalitas sistem.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berhasil mengatasi masalah keamanan sarang walet yang terletak di lokasi terpencil, dan teknologi ini dapat diterapkan secara efektif untuk pengawasan jarak jauh dengan menggunakan perangkat *IoT* yang terjangkau dan mudah dioperasikan.

Daftar Pustaka

- [1] B. Baharuddin and A. Fadil, "Prototype sistem *monitoring* suhu dan kelembaban pada gedung sarang walet berbasis web," *Jurnal Sintaks Logika*, vol. 1, no. 3, pp. 191-196, 2021, doi: 10.31850/jsilog.v1i3.1023.
- [2] A. Hanafie, A. Kamal, and R. Ramadhan, "Perancangan alat pendeteksi gerak sebagai sistem keamanan menggunakan *ESP32 CAM* berbasis *IoT*," *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK)*, vol. 2, no. 02, pp. 142-148, 2022, doi: 10.56923/jtek.v2i02.101.
- [3] H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, and D. Nusyirwan, "Sistem keamanan rumah berbasis *ESP32-CAM* dan *Telegram* sebagai notifikasi," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, vol. 8, no. 1, p. 30, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.1.2291.
- [4] M. Muliati and B. Dawiya, "Studi usaha sarang burung walet dalam meningkatkan pendapatan desa," *Jurnal Mirai Management*, vol. 7, no. 1, pp. 182-199, 2022.
- [5] D. Praseba, A. Zubaidi, and A. Zafrullah M., "Burung walet menggunakan *NodeMCU ESP8266* (Temperature, humidity and light *monitoring* system in swallow bird houses using *NodeMCU ESP8266*)," 1987.
- [6] R. Rakhmadi and At. All, "Potensi ekspor sarang burung walet Provinsi Lampung," *Jurnal Hubungan Internasional Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 91-100, 2022.
- [7] R. Rifandi, "*Raspberry Pi* dengan aplikasi *Telegram* berbasis," *Jurnal PROSISKO*, vol. 8, no. 1, pp. 19-20, 2021.
- [8] B. Sokhi and E. A. Kadir, "Sistem keamanan rumah walet menggunakan *sensor* cahaya dan *sensor* getaran diintegrasikan dengan SMS notifikasi," *IT Journal Research and Development (ITJRD)*, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, 2019.
- [9] A. Syarif, K. Kusrini, and E. Pramono, "Sistem pengendalian suhu serta kelembaban ruang sarang walet menggunakan *fuzzy* berbasis *microcontroller*," *Creative Information Technology Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 132, 2021, doi: 10.24076/citec.2019v6i2.240.

- [10] W. Bagye, I. Purwata, M. Ashari, and S. Saikin, "Perancangan alat penangkap gambar pelaku kejahatan berbasis Node MCU ESP32 CAM," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 36-40, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16871.
- [11] Y. Hermawan, "Rancang bangun kamera portabel pemantau ruang brankas berbasis *IoT* menggunakan ESP-32 camera," *Teknika*, vol. 1, no. 1, pp. 32-42, 2023.
- [12] S. T. Setianto, "Rancang bangun sistem keamanan rumah menggunakan *sensor PIR* dan SMS GSM berbasis Arduino," *Jurnal Fisika Otomatis*, vol. 1, no. 1, pp. 30-36, 2022.
- [13] F. Aryunita, N. Rasjid, and M. F. Mansyur, "Rancang bangun sistem *monitoring* keamanan kandang ayam broiler menggunakan *ESP32-CAM* berbasis *IoT* dengan aplikasi Android," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3699.
- [14] H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, and D. Nusyirwan, "Sistem keamanan rumah berbasis *ESP32-CAM* dan *Telegram* sebagai notifikasi," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, vol. 8, no. 1, p. 30, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.1.2291.
- [15] A. M. Ardiansyah, Et al, "Rancang bangun sistem keamanan rumah berbasis *Telegram* menggunakan ESP 32 CAM," *Vertex Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 64-71, 2023..
- [16] N. A. Tuti Hartati, Et al, "Sistem image capturing menggunakan *ESP32-CAM* untuk memonitoring objek melalui *Telegram*," *KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika Dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 49-53, 2022, doi: 10.32485/kopertip.v6i2.141.