Rancang Bangun Sistem Keamanan Kebun Karet Berbasis IoT Bagi Petani Di Desa Gajah Muda

Muhammad Nurung[1], Arsia Rini[2], Faris Humam[3]

[1],[2] Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

E-Mail: [1]nurunk8102@gmail.com, [2]arsia.rini@polsri.ac.id

Abstrak

Desa Gajah Muda merupakan salah satu desa di Kabupaten Musi Banyuasin yang mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani karet. Permasalahan yang sering terjadi adalah pencurian getah karet, terutama pada malam hari. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan perancangan sistem keamanan kebun berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM dan sensor PIR sebagai sistem deteksi gerakan. Sistem ini terhubung ke aplikasi Telegram untuk mengirimkan notifikasi gambar saat mendeteksi aktivitas mencurigakan. Selain itu, terdapat modul alarm menggunakan ESP32 yang dihubungkan melalui protokol MQTT, dilengkapi *buzzer, DFPlayer Mini*, dan LCD I2C sebagai indikator. Sistem mendapatkan sumber daya dari panel surya dan baterai 18650. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mendeteksi gerakan dengan baik dan mengirimkan gambar ke Telegram secara *real-time*, serta mengaktifkan alarm dalam hitungan detik. Sistem ini terbukti efektif meningkatkan keamanan kebun karet dan meminimalkan risiko pencurian.

Kata kunci:

Internet of Things, ESP32-CAM, PIR Sensor, MQTT, Sistem Keamanan

Abstract

Gajah Muda Village in Musi Banyuasin Regency is mostly inhabited by rubber farmers. Theft of rubber latex, especially at night, is a recurring issue. To address this problem, an Internet of Things (IoT)-based plantation security system was designed using an ESP32-CAM microcontroller and a PIR sensor for motion detection. The system connects to Telegram to send image notifications when suspicious activity is detected. Additionally, an alarm module utilizing ESP32 communicates through the MQTT protocol and is equipped with a buzzer, DFPlayer Mini, and I2C LCD for status display. The system is powered by solar panels and 18650 batteries. Test results show that the system successfully detects motion, sends images to Telegram in real time, and activates the alarm within seconds. This IoT-based system effectively enhances the security of rubber plantations and reduces theft risk.

Keywords:
Internet of Things, ESP32-CAM, PIR Sensor, MQTT, Security System

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi digital telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai bidang, termasuk pertanian. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan perangkat elektronik saling berkomunikasi melalui jaringan *internet*. Dalam konteks pertanian, penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta keamanan.

Desa Gajah Muda, Kecamatan Babat Supat, Kabupaten Musi Banyuasin, merupakan daerah dengan mayoritas penduduk berprofesi sebagai petani karet. Salah satu permasalahan utama di wilayah ini adalah maraknya pencurian getah karet pada malam hari. Kondisi tersebut menimbulkan kerugian ekonomi bagi petani, sementara metode pengawasan konvensional seperti ronda malam dinilai kurang efektif.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kasus pencurian getah karet di Desa Gajah Muda. IoT menjadi teknologi yang relevan diterapkan karena memungkinkan pemantauan jarak jauh dengan biaya efisien. Program ini berfokus pada implementasi sistem keamanan kebun karet berbasis IoT yang mudah diterapkan oleh masyarakat. Rumusan masalah pada kegiatan ini adalah minimnya sistem keamanan efektif yang dapat digunakan petani.

Tujuan kegiatan adalah memberikan solusi teknologi berupa sistem keamanan otomatis yang mengirimkan notifikasi real-time melalui Telegram serta mengaktifkan alarm secara mandiri.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan meliputi perancangan perangkat keras, perakitan sistem sensor PIR dan ESP32-CAM, konfigurasi komunikasi MQTT, serta pengujian lapangan. Pengukuran keberhasilan dilakukan berdasarkan respon deteksi gerakan, waktu pengiriman notifikasi, serta efisiensi penggunaan daya melalui panel surya. Sistem dinyatakan berhasil apabila dapat bekerja stabil dalam kondisi lapangan dan memenuhi parameter kinerja yang ditetapkan.

3. HASIL DAN KETERCAPAIAN

Pelaksanaan kegiatan perancangan sistem keamanan kebun berbasis *Internet of Things* (IoT) telah diuji melalui beberapa tahap, meliputi pengisian daya baterai melalui panel surya, konsumsi daya pada modul ESP32-CAM dan sensor PIR, serta pengujian integrasi sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang diharapkan.

Pada pengujian pengisian baterai melalui solar panel, diperoleh bahwa pada kondisi cuaca panas, tegangan baterai meningkat rata-rata sebesar 0,6 V (setara dengan kenaikan kapasitas 50%) dalam waktu dua jam. Dalam kondisi cuaca cerah, kenaikan tegangan rata-rata hanya 0,2 V (16,7%), sedangkan pada kondisi mendung tidak terdapat peningkatan tegangan sama sekali. Pengujian selama 12 jam pada kondisi cuaca normal menunjukkan bahwa baterai mampu terisi dari 3,0 V hingga 4,2 V (setara 100% kapasitas penuh). Hal ini membuktikan bahwa panel surya mampu menopang kebutuhan daya sistem secara berkelanjutan dalam kondisi cuaca optimal.

Selanjutnya, pada pengujian konsumsi daya, hasil menunjukkan bahwa semakin sering sensor PIR aktif, maka penurunan tegangan baterai semakin besar. Dalam penggunaan aktif selama dua jam dengan frekuensi deteksi 30 kali, penurunan tegangan tercatat sebesar 0,3 V, sedangkan dalam kondisi siaga hanya 0,1 V. Hal ini menunjukkan efisiensi konsumsi daya sistem yang cukup baik, karena tetap stabil dalam durasi pengoperasian panjang.

Pada pengujian kinerja sistem ESP32-CAM, sensor PIR, dan alarm, diperoleh rata-rata waktu respon sebesar 3,24 detik pada jarak 5 cm dan meningkat menjadi sekitar 13,47 detik pada jarak 50 cm. Artinya, semakin jauh jarak objek dari sensor, waktu respon sistem menjadi lebih lama, namun sistem tetap stabil dan mampu mengirimkan notifikasi serta mengaktifkan alarm secara otomatis. Secara keseluruhan, alat ini terbukti mampu mendeteksi gerakan, mengambil gambar, dan mengirimkan notifikasi ke Telegram dengan waktu rata-rata di bawah 5 detik.

Keunggulan sistem ini adalah kemampuannya bekerja secara otomatis tanpa pengawasan langsung dan tetap hemat energi berkat penggunaan panel surya. Namun, kelemahannya terletak pada ketergantungan terhadap intensitas sinar matahari dan kualitas jaringan internet di lokasi kebun.

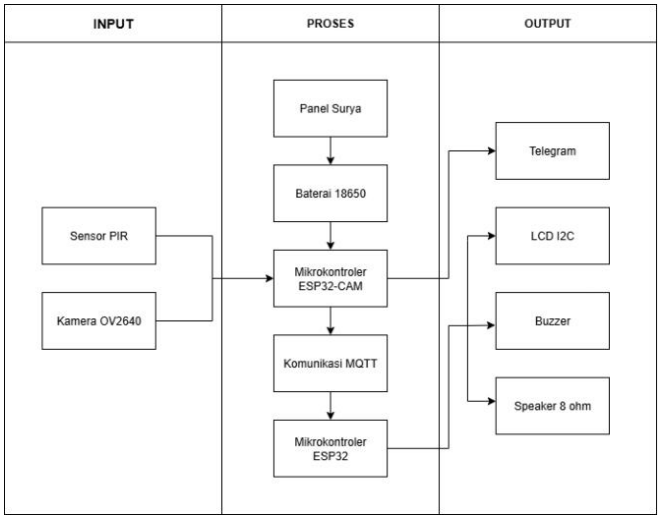
3.1 Tabel dan Gambar

Tabel dan gambar merupakan bagian dari naskah dan tidak dipisah dari badan naskah. Letakkanlah tabel dan gambar di tempat yang sesuai dengan narasi sehingga mereka melengkapi narasi. Tabel dan gambar diberi nomor urut berdasarkan urutan kemunculannya pada naskah. Tabel dan gambar harus diberi judul. Nomor-nomor tersebut diikuti dengan judul tabel dan gambarnya. Tampilan tabel dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Hasil Pengujian Sistem Keamanan Kebun Berbasis IoT

No	Jenis Pengujian	Kondisi	Hasil Utama	Keterangan
1	Pengisian baterai	Cuaca panas	ΔV = 0,6 V (50%)	Efektif
2	Pengisian baterai	Cuaca cerah	ΔV = 0,2 V (16,7%)	Kurang optimal
3	Pengisian baterai	Cuaca mendung	ΔV = 0 V	Tidak efektif
4	Pengisian 12 jam	Cuaca normal	ΔV = 1,1 V (≈ 91,7–100%)	Optimal
5	Konsumsi daya aktif	30 kali deteksi	Penurunan 0,3 V	Stabil
6	Konsumsi daya siaga	Tidak aktif	Penurunan 0,1 V	Efisien
7	Waktu respon PIR → Alarm	Jarak 5-50 cm	3–13 detik	Sesuai harapan

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1, sistem mampu beroperasi stabil pada berbagai kondisi pengujian, baik pada pengisian daya, konsumsi energi, maupun respon terhadap deteksi gerakan. Untuk memperjelas rancangan dan hubungan antar komponen sistem, ditampilkan blok diagram sistem secara keseluruhan pada Gambar 1.



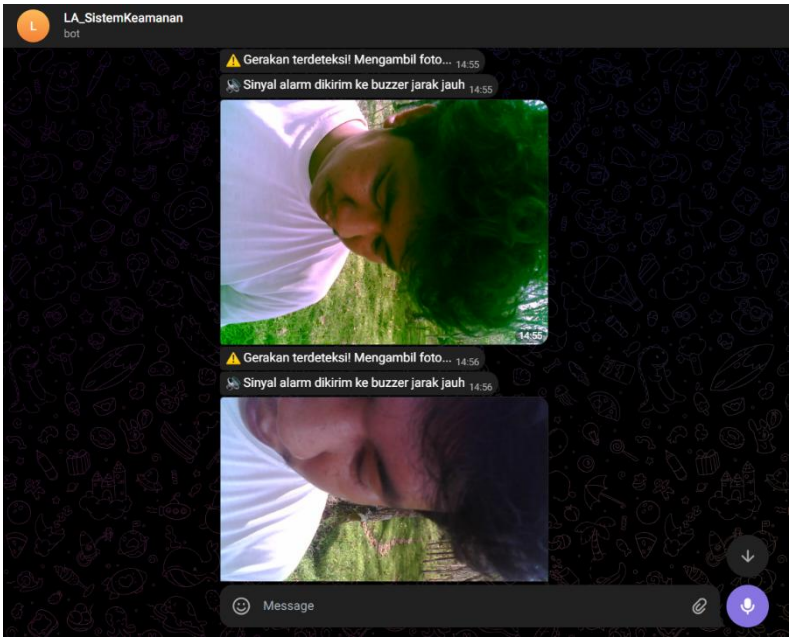
Gambar 1. Blok Diagram Sistem Keamanan Kebun Karet Berbasis IoT

Setelah mengetahui alur kerja sistem melalui blok diagram, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan performa sistem di lapangan. Dokumentasi kegiatan pengujian panel surya dan baterai ditunjukkan pada Gambar 2.



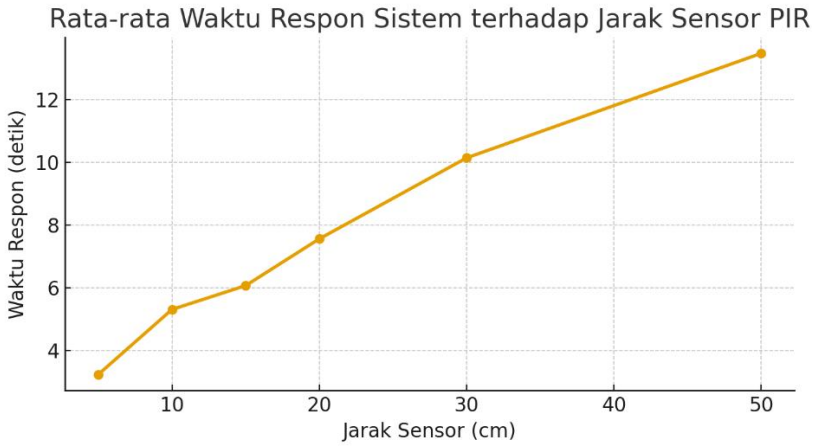
Gambar 2. Pengujian Panel Surya dan Modul Baterai di Lapangan

Dari hasil pengujian daya, diketahui bahwa performa panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Sementara itu, pengujian sistem utama menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32-CAM dan alarm melalui MQTT serta Telegram berjalan dengan baik. Tampilan notifikasi otomatis dari sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Notifikasi Telegram Saat Sensor PIR Mendeteksi Gerakan

Untuk menggambarkan hasil pengujian waktu respon sistem pada berbagai jarak, Gambar 4 berikut menampilkan grafik rata-rata waktu respon dari deteksi gerakan hingga aktivasi alarm.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Waktu Respon Sistem terhadap Jarak Sensor PIR

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem IoT yang dirancang berfungsi baik dalam berbagai kondisi pengujian. Panel surya terbukti mampu mengisi baterai secara optimal pada kondisi cuaca cerah. Sistem mampu mengirimkan notifikasi dalam waktu kurang dari 5 detik dan mengaktifkan alarm secara otomatis. Dokumentasi hasil pengujian menunjukkan stabilitas sistem dalam durasi operasional yang panjang.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini menghasilkan sistem keamanan kebun karet berbasis IoT yang efektif dan efisien. Integrasi ESP32-CAM, PIR, Telegram, dan panel surya memungkinkan sistem bekerja secara otomatis tanpa pengawasan langsung. Program ini memberi manfaat langsung bagi petani berupa peningkatan keamanan kebun. Sistem ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi keamanan mandiri untuk masyarakat rural.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Espressif Systems, *ESP32-CAM Technical Reference Manual*, Espressif Systems, 2023.

[2] HiveMQ, *MQTT Essentials – A Lightweight IoT Protocol*, HiveMQ GmbH, 2023.

[3] Telegram, *Telegram Bot API Documentation*, Telegram Messenger LLP, 2024.

[4] Gordostuff, “Battery Voltage vs Capacity Relationship,” 2024. [Online]. Available: https://www.gordostuff.com

[5] Czerniak, J., et al., “Battery Performance Analysis in Small-Scale Solar Systems,” *Journal of Renewable Energy Systems*, 2025.

[6] Hanafie, M. R., et al., “Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 dan Telegram,” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 12, no. 2, 2022.

[7] Yusuf, A., & Adinda, S., “Implementasi Sensor PIR pada Sistem Deteksi Gerakan Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Elektro dan Komputer Indonesia*, vol. 8, no. 1, 2022.