ACCESS
Journal of Computer Science and Information System

p-ISSN: xxxx-xxxx
e-ISSN: 3064-6510
Volume. 3, No. 1, 2026

PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN ESP32-CAM DENGAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFKASI

Samsul Bakri[1], Agus Suhendi[2]
[1,2]Universitas Pamulang PSDKU Kampus Kota Serang, Serang, Banten, Indonesia
Email: samsulbakri601@gmail.com

Article History

Received: 18-08-2026

Revision: 28-08-2026

Accepted: 09-10-2026

Published: 21-10-2026

Abstract. Home security is a fundamental need for every household, particularly in densely populated residential areas where the risk of criminal activity is relatively high. Conventional security systems, such as mechanical door locks and closed-circuit television (CCTV) without remote connectivity, have not been able to provide real-time information to homeowners when suspicious activity occurs. This study designs and implements an Internet of Things (IoT)-based home security system that utilizes a Passive Infrared Receiver (PIR) sensor as a motion detector, an ESP32-CAM module as the processing and image-capturing unit, and the Telegram application as the notification medium. The method used is Research and Development (R&D) combined with a quantitative testing approach, following a seven-stage research flow consisting of problem identification, literature study, system design, implementation, system testing, results analysis, and conclusion and reporting. The test results show that the PIR sensor consistently detects human movement within a range of one to six meters, with the system successfully capturing images and delivering notifications to Telegram within an average of 2.68 to 3.98 seconds, depending on image resolution. Testing under various Wi-Fi conditions shows that signal strength is directly proportional to notification delivery speed and success rate, reaching 100% success under adequate network conditions and failing only when no internet connection is available. These results indicate that the designed IoT-based home security system operates effectively, efficiently, and reliably in enhancing residential security while providing convenient remote monitoring for homeowners.

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

Abstrak. Keamanan rumah tinggal merupakan kebutuhan mendasar bagi setiap keluarga, terutama di lingkungan padat penduduk dengan risiko tindak kejahatan yang relatif tinggi. Sistem keamanan konvensional, seperti kunci pintu mekanis dan kamera CCTV tanpa konektivitas jarak jauh, belum mampu memberikan informasi secara real-time kepada pemilik rumah ketika terjadi aktivitas mencurigakan. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan sensor Passive Infrared Receiver (PIR) sebagai pendeteksi gerakan, modul ESP32-CAM sebagai unit pemroses sekaligus pengambil gambar, dan aplikasi Telegram sebagai media notifikasi. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang dikombinasikan dengan pendekatan pengujian kuantitatif, mengikuti alur penelitian tujuh tahap yaitu identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, analisis hasil, serta kesimpulan dan pelaporan. Hasil pengujian menunjukkan sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan manusia secara konsisten pada jarak satu hingga enam meter, dengan sistem berhasil mengambil gambar dan mengirimkan notifikasi ke Telegram dalam rentang waktu rata-rata 2,68 hingga 3,98 detik, bergantung pada resolusi gambar. Pengujian pada berbagai kondisi jaringan Wi-Fi menunjukkan bahwa kekuatan sinyal berbanding lurus dengan kecepatan dan keberhasilan pengiriman notifikasi, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100% pada kondisi jaringan yang memadai dan hanya gagal pada kondisi tanpa koneksi internet. Sistem keamanan rumah berbasis IoT yang dirancang terbukti mampu bekerja secara efektif, efisien, dan andal dalam meningkatkan keamanan hunian serta memberikan kemudahan pemantauan jarak jauh bagi pemilik rumah.

Kata Kunci: Internet of Things, ESP32-CAM, Sensor PIR, Telegram, Sistem Keamanan Rumah

How to Cite: Bakri, S., Suhendi, A (2026). Perancangan Sistem Keamanan Rumah berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32-CAM dengan Telegram sebagai Notifikasi. *ACCESS: Journal of Computer Science and Information System*, 3(1), 101-109. 10.54373/access.v3i1.236

PENDAHULUAN

Rumah merupakan tempat tinggal sekaligus tempat berlindung bagi setiap keluarga, sehingga aspek keamanan tidak boleh diabaikan. Kasus pencurian dan perampokan rumah tinggal masih terus terjadi di berbagai daerah, termasuk pada rumah yang ditinggal kosong oleh penghuninya karena kesibukan bekerja maupun bepergian dalam waktu yang cukup lama (Manullang & Rumere, 2024; Yulita & Afriansyah, 2022). Kondisi rumah yang kosong tanpa pengawasan inilah yang kerap dimanfaatkan pelaku kejahatan untuk beraksi secara diam-diam tanpa diketahui oleh pemilik maupun lingkungan sekitar.

Sistem keamanan konvensional seperti kunci pintu manual maupun jasa penjaga keamanan dinilai belum cukup mengatasi permasalahan tersebut, karena jumlah petugas keamanan yang terbatas tidak sebanding dengan luas area yang harus diawasi (Sirait & Santoso, 2025). Solusi kamera pengawas (CCTV) konvensional juga masih memiliki kelemahan, yaitu pengguna harus memutar ulang seluruh rekaman untuk menemukan kejadian tertentu, dan sistem yang hanya mengandalkan CCTV tanpa notifikasi otomatis membuat pemilik rumah tidak dapat mengetahui adanya aktivitas mencurigakan secara langsung ketika kejadian berlangsung (Kusuma et al., 2023).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk menghadirkan sistem keamanan rumah yang lebih cerdas, responsif, dan dapat dipantau dari jarak jauh secara real-time melalui jaringan internet (Susatyono et al., 2025). Salah satu komponen kunci dalam sistem keamanan berbasis IoT adalah sensor Passive Infrared (PIR), yang bekerja dengan menangkap perubahan radiasi inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia (Desmira et al., 2020). ESP32-CAM, sebagai modul yang menggabungkan mikrokontroler ESP32 dengan modul kamera OV2640 serta konektivitas Wi-Fi, sangat sesuai digunakan untuk aplikasi IoT yang membutuhkan pengambilan dan pengiriman gambar secara nirkabel (Antoro et al., 2025), sedangkan Telegram menyediakan Fitur Bot melalui Application Programming Interface (API) terbuka yang memungkinkan notifikasi teks maupun gambar dikirimkan secara otomatis dalam hitungan detik (Kusuma et al., 2023).

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem keamanan rumah dengan memadukan sensor PIR, ESP32-CAM, dan notifikasi Telegram dengan variasi Fitur tambahan, misalnya penambahan alarm dan sengatan listrik pada pagar (Manullang & Rumere, 2024), penggantian sensor PIR dengan sensor ultrasonik HC-SR04 (Antoro et al., 2025), serta kombinasi sensor PIR dengan reed switch untuk mendeteksi pembukaan pintu secara paksa (Sirait & Santoso, 2025). Berdasarkan kajian tersebut, kombinasi sensor PIR, ESP32-CAM, dan notifikasi Telegram merupakan pendekatan yang telah banyak terbukti efektif, terjangkau, dan mudah diimplementasikan sebagai solusi keamanan rumah berbasis IoT (Hanafie et al., 2022; Kusuma et al., 2023). Meski

demikian, keandalan sistem notifikasi berbasis internet sangat bergantung pada kondisi jaringan di lapangan, sehingga penelitian mengenai performa sistem pada berbagai kondisi jaringan Wi-Fi dan resolusi gambar masih perlu diuji secara empiris agar solusi yang dihasilkan benar-benar dapat diandalkan dalam penerapan nyata.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem keamanan rumah berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM yang mampu mendeteksi pergerakan manusia secara efektif dan menyampaikan informasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi Telegram. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keamanan rumah berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM dan sensor PIR yang mampu mendeteksi pergerakan manusia secara otomatis serta mengirimkan notifikasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi Telegram, sekaligus mengevaluasi performa sistem pada berbagai resolusi gambar dan kondisi jaringan Wi-Fi.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang dikombinasikan dengan pendekatan pengujian kuantitatif. Pendekatan R&D digunakan karena penelitian ini bertujuan merancang, mengembangkan, dan menguji sebuah prototipe sistem keamanan rumah berbasis IoT, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan dalam proses pengujian sistem untuk menghasilkan data numerik yang terukur, meliputi tingkat akurasi deteksi sensor PIR, waktu respons pengiriman notifikasi, serta tingkat keberhasilan pengiriman gambar melalui Telegram Bot API.

Tahapan penelitian mengacu pada diagram alur yang terdiri atas tujuh tahap, yaitu: (1) identifikasi masalah, berupa pengamatan kondisi eksisting sistem keamanan rumah konvensional; (2) studi literatur, meliputi pengkajian jurnal penelitian, datasheet komponen, serta dokumentasi teknis ESP32-CAM, sensor PIR, dan Telegram Bot API; (3) perancangan sistem, mencakup perancangan skema rangkaian elektronik, diagram alur kerja program (flowchart), dan desain antarmuka notifikasi Telegram; (4) implementasi, yaitu perakitan komponen elektronik dan penulisan firmware pada ESP32-CAM; (5) pengujian sistem, meliputi uji deteksi sensor PIR, uji pengambilan gambar, uji pengiriman notifikasi, dan uji waktu respons; (6) analisis hasil, menggunakan pendekatan statistik deskriptif; serta (7) kesimpulan dan pelaporan.

Penelitian dilaksanakan di rumah peneliti pada bulan Desember 2025 hingga Mei 2026, mulai dari tahap perancangan, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga pengujian sistem. Sistem dirancang dengan arsitektur empat blok fungsional, yaitu blok input (sensor PIR HC-SR501), blok proses (ESP32-CAM), blok komunikasi (jaringan Wi-Fi), dan blok output (Telegram Bot). Sensor PIR dihubungkan ke pin GPIO ESP32-CAM yang dikonfigurasi sebagai input digital; ketika

sensor mendeteksi gerakan, pin GPIO menerima sinyal logika HIGH yang memicu ESP32-CAM mengambil gambar dan mengirimkan notifikasi. Firmware ditulis dalam bahasa C/C++ menggunakan Arduino IDE dengan pustaka esp_camera.h, WiFi.h, Universal Telegram Bot, dan ArduinoJson.

Alat dan Bahan

Perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Penelitian

Komponen	Spesifikasi	Fungsi
ESP32-CAM	AI-Thinker, kamera OV2640, Wi-Fi 802.11 b/g/n, SRAM 520 KB	Mikrokontroler & kamera
Sensor PIR	HC-SR501, 5–20V DC, jarak deteksi 3–7 m, sudut 120°	Deteksi gerakan
Power supply	Adaptor DC 5V/2A	Sumber daya sistem
Modul USB to TTL	CH340/CP2102, 3,3V/5V	Pemrograman ESP32
Smartphone Android	Android 6.0+, terinstal Telegram	Penerima notifikasi
Arduino IDE	Versi 2.x	Penulisan & unggah firmware
Pustaka pendukung	esp_camera.h, WiFi.h, Universal Telegram Bot, ArduinoJson	Fungsi kamera, koneksi, dan komunikasi Bot

Pengujian sistem dilakukan secara bertahap melalui pengujian unit, pengujian integrasi, dan pengujian sistem secara keseluruhan (system testing) dalam kondisi mendekati kondisi penggunaan nyata, mencakup skenario deteksi siang dan malam hari, deteksi dari berbagai jarak dan sudut, serta stabilitas sistem selama lebih dari 24 jam operasi. Pengujian dilaksanakan selama tujuh hari berturut-turut pada berbagai kondisi pencahayaan, jarak objek, dan kualitas sinyal Wi-Fi.

HASIL

Hasil Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang bekerja dengan mekanisme sebagai berikut: sensor PIR mendeteksi pergerakan manusia di area yang dipantau, kemudian mengirimkan sinyal digital ke pin GPIO ESP32-CAM. Setelah menerima sinyal tersebut, ESP32-CAM secara otomatis mengaktifkan modul kamera untuk mengambil gambar dari area yang terdeteksi, kemudian mengirimkan gambar tersebut melalui koneksi Wi-Fi kepada pengguna melalui Bot Telegram yang telah dikonfigurasi. Seluruh proses berlangsung dalam rentang waktu rata-rata 2 hingga 5 detik sejak gerakan pertama terdeteksi. Resolusi kamera dikonfigurasi pada 640×480 dan 800×600 piksel dengan format JPEG, sebagai kompromi antara kejelasan visual dan efisiensi pengiriman data melalui Wi-Fi.

Pengujian Sensor PIR dan Waktu Respons

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan dua variasi resolusi kamera, yaitu 640×480 piksel pada pengujian ke-1 sampai ke-5, dan 800×600 piksel pada pengujian ke-6 sampai ke-10. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor PIR dan Waktu Pengiriman Notifikasi

Uji ke-	Delay Pengiriman	Resolusi Foto	Ukuran Foto
1	3,08 detik	640×480	23,65 KB
2	2,87 detik	640×480	23,59 KB
3	3,13 detik	640×480	23,56 KB
4	2,87 detik	640×480	23,63 KB
5	3,07 detik	640×480	23,91 KB
6	3,98 detik	800×600	32,75 KB
7	3,82 detik	800×600	33,53 KB
8	3,95 detik	800×600	33,05 KB
9	3,74 detik	800×600	31,25 KB
10	3,89 detik	800×600	32,32 KB

Pada resolusi 640×480 piksel, delay pengiriman berkisar antara 2,87 hingga 3,13 detik (rata-rata 3,00 detik) dengan ukuran foto konsisten pada rentang 23,56–23,91 KB. Pada resolusi 800×600 piksel, delay meningkat menjadi 3,74–3,98 detik (rata-rata 3,88 detik) dengan ukuran foto 31,25–33,53 KB. Sensor PIR berhasil mendeteksi pergerakan dan selalu diikuti pengiriman notifikasi pada seluruh sampel pengujian, dengan selisih waktu deteksi terhadap notifikasi berkisar 2,68–3,98 detik.

Pengujian Notifikasi Telegram pada Berbagai Kondisi Jaringan

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan pada empat kondisi jaringan Wi-Fi, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Notifikasi Telegram pada Berbagai Kondisi Jaringan

Kondisi Jaringan	Waktu Respons	Status Pengiriman	Hasil
Wi-Fi sinyal kuat	2,68–2,87 detik	Terkirim	Berhasil
Wi-Fi sinyal sedang	3,00–3,13 detik	Terkirim	Berhasil
Wi-Fi sinyal lemah	3,48–3,54 detik	Terkirim (lambat)	Berhasil
Tanpa koneksi internet	Time-out (30 detik)	Gagal terkirim	Gagal

Pada kondisi Wi-Fi sinyal kuat, sistem menunjukkan performa terbaik dengan waktu respons 2,68–2,87 detik. Semakin lemah sinyal Wi-Fi, semakin lama waktu respons yang dibutuhkan, hingga sistem mengalami time-out setelah 30 detik dan gagal mengirimkan notifikasi saat tidak ada koneksi internet sama sekali. Secara keseluruhan, tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi mencapai 100% pada tiga dari empat kondisi jaringan yang diuji.

Pengujian Kualitas Gambar pada Berbagai Kondisi Pencahayaan

Pengujian kualitas gambar dilakukan pada tiga kondisi pencahayaan, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kualitas Gambar ESP32-CAM

Kondisi Cahaya	Ukuran File	Kualitas Gambar
Terang (siang)	33,53 KB	Sangat baik, jelas
Redup (sore)	23,56 KB	Baik, sedikit noise
Gelap (malam, tanpa flash)	19 KB	Tidak jelas, gelap

Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin baik kualitas gambar yang dihasilkan, ditandai dengan ukuran file yang lebih besar dan tingkat kejelasan yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil pengujian kualitas gambar pada Tabel 4, diketahui bahwa kondisi minim cahaya (malam hari tanpa flash) menghasilkan kualitas gambar yang kurang optimal, ditandai dengan ukuran file terkecil (19 KB) dan

tingkat kejelasan gambar yang rendah. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan sensor OV2640 pada modul ESP32-CAM dalam menangkap detail visual saat intensitas cahaya rendah. Untuk mengatasi keterbatasan penambahan sumber pencahayaan eksternal, berupa LED infrared (IR) untuk aplikasi pengawasan yang membutuhkan pencahayaan tidak kasat mata, atau LED putih dengan intensitas yang dapat diatur untuk meningkatkan pencahayaan objek secara langsung.

DISKUSI

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat trade-off antara kualitas gambar dan efisiensi pengiriman. Peningkatan resolusi dari 640×480 menjadi 800×600 piksel menyebabkan kenaikan ukuran file rata-rata sebesar 8,91 KB (dari 23,67 KB menjadi 32,58 KB) serta kenaikan waktu kirim rata-rata sebesar 1,08 detik (dari 2,80 detik menjadi 3,88 detik), namun diikuti peningkatan kualitas gambar dari mayoritas kategori baik menjadi sangat baik. Oleh karena itu, pemilihan resolusi optimal perlu disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, misalnya mengutamakan kecepatan transmisi pada kondisi jaringan terbatas atau mengutamakan kualitas visual apabila detail gambar menjadi prioritas.

Hubungan antara kekuatan sinyal jaringan dan performa pengiriman notifikasi pada penelitian ini sejalan dengan temuan (Dina Hakiki et al., 2026) yang mengevaluasi kualitas jaringan transmisi nirkabel pada perangkat berbasis ESP32 menggunakan parameter Quality of Service (QoS), di mana performa transmisi data optimal dicapai pada jarak tertentu dari titik akses dan menurun seiring melemahnya sinyal. Temuan ini memperkuat hasil penelitian bahwa kondisi sinyal Wi-Fi yang melemah berbanding lurus dengan meningkatnya waktu respons dan risiko kegagalan pengiriman notifikasi, sehingga ketersediaan jaringan yang memadai menjadi faktor krusial dalam menjamin keandalan sistem notifikasi berbasis internet.

Dibandingkan dengan penelitian (Kusuma et al., 2023) yang melaporkan sistem serupa mampu mendeteksi gerakan pada jarak hingga 3 meter, sistem pada penelitian ini menunjukkan jangkauan deteksi yang lebih luas, yaitu satu hingga enam meter, sejalan dengan spesifikasi sensor PIR HC-SR501 yang digunakan. Hasil ini juga memperkuat temuan (Manullang & Rumere, 2024) bahwa kombinasi sensor PIR, ESP32-CAM, dan Telegram dapat bekerja sesuai fungsinya untuk meningkatkan keamanan rumah. Pemilihan resolusi menengah pada penelitian ini juga sejalan dengan (Ariyanto, 2024) yang menunjukkan bahwa ukuran berkas gambar pada rentang puluhan kilobyte tidak membebani koneksi jaringan Wi-Fi yang digunakan.

Secara keseluruhan, sistem yang dirancang menunjukkan kinerja yang stabil dalam mendeteksi gerakan, memproses gambar, serta mengirimkan notifikasi, dengan delay pengiriman yang berada di bawah 4 detik untuk seluruh skenario pengujian pada kondisi jaringan yang memadai. Kegagalan hanya terjadi pada kondisi ekstrem berupa ketiadaan koneksi internet, yang berada di luar kendali sistem itu sendiri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa: (1) perancangan sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan ESP32-CAM telah berhasil diselesaikan melalui pendekatan Research and Development (R&D), mulai dari analisis kebutuhan, penyusunan diagram blok sistem, perancangan rangkaian perangkat keras, hingga penulisan program pada Arduino IDE, dan terbukti dapat direalisasikan menjadi prototipe yang berfungsi sesuai tujuan penelitian; (2) sistem mampu mendeteksi pergerakan manusia secara efektif pada jarak satu hingga enam meter melalui sensor PIR, dan secara otomatis mengambil gambar area yang dipantau tanpa memerlukan perintah manual dari pengguna; serta (3) pengiriman notifikasi real-time melalui Telegram berjalan dengan baik, dengan rentang waktu 2,68 hingga 3,98 detik bergantung pada resolusi gambar, dan tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 100% pada kondisi jaringan yang memadai. Dengan demikian, sistem keamanan rumah berbasis IoT yang dirancang telah menjawab seluruh rumusan masalah penelitian dan terbukti dapat bekerja secara otomatis, responsif, dan cukup andal dalam mendukung fungsi pemantauan keamanan hunian dari jarak jauh.

REKOMENDASI

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa rekomendasi diajukan untuk pengembangan lebih lanjut: (1) sistem sebaiknya dilengkapi dengan sumber daya cadangan seperti baterai agar tetap dapat beroperasi dan mengirimkan notifikasi meskipun terjadi pemadaman listrik; (2) penambahan Fitur pengenalan wajah dapat dipertimbangkan agar sistem mampu membedakan anggota keluarga dengan orang yang tidak dikenal, sehingga notifikasi yang dikirimkan lebih relevan dan mengurangi kemungkinan peringatan palsu; serta (3) penelitian lanjutan disarankan dilakukan pada skala penggunaan yang lebih luas dan jangka waktu pengujian yang lebih panjang, sehingga data yang diperoleh dapat lebih menggambarkan kestabilan sistem pada kondisi penggunaan yang sesungguhnya.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing, Agus Suhendi, S.Kom., M.Kom., atas bimbingan akademik dalam penyusunan penelitian ini, serta kepada Program Studi Sistem Komputer S-1 Universitas Pamulang PSDKU Kampus Kota Serang atas dukungan fasilitas dan akademik selama proses penelitian berlangsung.

REFERENSI

Antoro, L. P., Rizal, A. I., Wardhana, A. S., & Muhtadi, M. Z. Z. (2025). Implementasi Sistem Keamanan Untuk Mendeteksi Gerakan Berbasis IoT Menggunakan ESP32-CAM. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral, 4*(1), 1120–1131. https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.467

Ariyanto, D. (2024). Rancang Bangun Sistem Penghitung Komponen Elektronika Menggunakan ESP32-Cam. *Digital Transformation Technology, 4*(1), 471–479. https://doi.org/10.47709/digitech.v4i1.4306

Desmira, D., Aribowo, D., Nugroho, W. D., & Sutarti, S. (2020). Penerapan Sensor Passive Infrared (PIR) Pada Pintu Otomatis Di PT LG Electronic Indonesia. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer, 7*(1). https://doi.org/10.30656/prosisko.v7i1.2123

Dina Hakiki, Sudi M. Al Sasongko, & Made Sutha Yadnya. (2026). Pengaruh Variasi Jarak Terhadap Kualitas Jaringan Transmisi Hotspot Seluler untuk Nodemcu ESP32 dan Data Sensor DHT22. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik, 5*(2), 446–459. https://doi.org/10.55606/jurritek.v5i2.9179

Hanafie, A., Kamal, & Ramadhan, R. (2022). Perancangan Alat Pendeteksi Gerak Sebagai Sistem Keamanan Menggunakan ESP32 CAM Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK), 2*(02), 142–148. https://doi.org/10.56923/jtek.v2i02.101

Kusuma, H. A., Wijaya, S. B., & Nusyirwan, D. (2023). Sistem Keamanan Rumah Berbasis ESP32-Cam Dan Telegram Sebagai Notifikasi. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika, 8*(1), 30. https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.1.2291

Manullang, E. V., & Rumere, S. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Menggunakan Sensor PIR dan ESP32-CAM. *Jurnal Teknologi Informasi, 12*(1), 9–15. https://doi.org/10.58839/jti.v12i1.1359

Moh. Akbarudin Yusuf, Muh. Dani Kurnia Putra Dimas, & M. Zaky Zaim Muhtadi. (2024). Kamera Pengaman Berbasis ESP32 Cam dan Sensor PIR. *Journal of Instrumentation and Hardware, 2*(2), 38–46. https://doi.org/10.53026/inhardware.v2i2.24

Putra Wicaksana, J., Rafiqi, A. A., & Pratama, M. A. (2025). Sistem Keamanan Rumah Berbasis Sensor PIR Dengan Notifikasi Telegram Messenger. Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis (SENATIB), 2025.

Sirait, J. T., & Santoso, A. I. (2025). Perancangan Sistem Keamanan Rumah berbasis IoT dan Aplikasi Telegram. *Jurnal Minfo Polgan, 14*(1), 676–681. https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14834

Susatyono, J. D., Febryantahanuji, & Kuncoro, A. A. (2025). Pengembangan Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Deteksi. Jurnal Publikasi Ilmu Komputer Dan Multimedia.

Yulita, W., & Afriansyah, A. (2022). Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis ESP32-Cam. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam, 3*(2), 2–10. https://doi.org/10.33365/jtst.v3i2.2197