

Sistem Keamanan Ruang Menggunakan ESP32CAM dan Sensor Gerak Berbasis IoT

Faris Humam^{1*}, Muhammad Agus Triawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya

*faris.humam@polsri.ac.id

Abstrak

Pada era digital saat ini, kebutuhan akan sistem keamanan yang efektif dan efisien semakin meningkat. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem keamanan ruangan menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk mendeteksi adanya pergerakan di dalam ruangan dan mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pengguna melalui aplikasi mobile. ESP32CAM berfungsi sebagai kamera pengawas yang akan menangkap gambar saat sensor gerak mendeteksi aktivitas. Data dari sensor gerak dan gambar dari ESP32CAM dikirimkan ke server cloud untuk diproses dan disimpan. Pengujian sistem menunjukkan bahwa solusi ini mampu memberikan respon cepat terhadap pergerakan, mengirimkan notifikasi dalam hitungan detik, dan menyimpan data dengan aman di cloud. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan keamanan ruangan secara signifikan dan memberikan ketenangan pikiran bagi penggunanya.

Kata kunci : ESP32 CAM, IoT, Sensor Gerak, Sistem Keamanan Ruang

Abstract

In the current digital era, the demand for effective and efficient security systems is increasing. This research develops a room security system using ESP32CAM and motion sensors based on the Internet of Things (IoT). The system is designed to detect movement within a room and send real-time notifications to users via a mobile application. The ESP32CAM functions as a surveillance camera that captures images when the motion sensor detects activity. Data from the motion sensor and images from the ESP32CAM are sent to a cloud server for processing and storage. System testing shows that this solution can provide a quick response to movement, send notifications within seconds, and securely store data in the cloud. Thus, this system can significantly enhance room security and provide peace of mind to its users.

Keywords : ESP32 CAM, IoT, Motion Sensor, Room Security

1. Pendahuluan

Isu keamanan menjadi perhatian utama di era digital saat ini, baik di tingkat internasional maupun nasional. Menurut laporan dari International Data Corporation (IDC), pasar global untuk teknologi keamanan diperkirakan akan mencapai \$167 miliar pada tahun 2023, didorong oleh meningkatnya ancaman keamanan siber dan fisik [4]. Di Indonesia, data dari Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN) menunjukkan peningkatan

signifikan dalam insiden keamanan fisik dan siber dalam beberapa tahun terakhir [2]. Hal ini menekankan pentingnya pengembangan sistem keamanan yang lebih canggih dan terintegrasi.

Sebagai respons terhadap isu tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem keamanan ruangan menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak berbasis Internet of Things (IoT). Menurut Dr. John Smith, seorang ahli di bidang keamanan siber, integrasi IoT dalam sistem keamanan dapat

memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam memonitor dan merespons ancaman keamanan [11]. Pendapat ini memperkuat argumen bahwa teknologi IoT memiliki potensi besar dalam meningkatkan kapabilitas sistem keamanan konvensional.

Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi berbagai aspek dari penggunaan teknologi IoT dalam sistem keamanan. Misalnya, penelitian oleh Wang et al. (2019) membahas implementasi sensor gerak dan kamera IP untuk pengawasan keamanan. Namun, penelitian tersebut terbatas pada penggunaan perangkat yang terpisah dan tidak terintegrasi secara optimal dalam satu sistem [13]. Penelitian lain oleh Sumboro et al (2020) mengembangkan sistem keamanan rumah menggunakan Raspberry Pi dan sensor gerak, tetapi biaya yang tinggi menjadi kendala utama bagi adopsi luas. Oleh karena itu, terdapat gap penelitian dalam hal integrasi yang lebih efisien dan biaya yang lebih rendah [12].

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penggunaan ESP32CAM, yang menggabungkan fungsi kamera dan modul WiFi dalam satu perangkat, serta integrasi sensor gerak untuk mendeteksi aktivitas. Hal ini didukung oleh teori tentang efisiensi dan efektivitas teknologi IoT dalam sistem keamanan yang dikemukakan oleh Lee et al. (2021) dengan memanfaatkan ESP32CAM, sistem ini menawarkan solusi yang

lebih terjangkau dan mudah diimplementasikan dibandingkan dengan teknologi sebelumnya [5]. Fokus penelitian ini adalah pada pengembangan dan pengujian sistem keamanan ruangan berbasis IoT yang menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi pergerakan, mengirimkan notifikasi real-time, serta menyimpan data secara aman di cloud. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi keamanan yang lebih canggih dan terjangkau.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Dalam menjalankan penelitian ini, penulis merujuk pada penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian ini antar lain :

- Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) yang efektif dan efisien. Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah Wang et al. (2019) yang mengembangkan sistem keamanan rumah menggunakan sensor gerak dan kamera IP. Sistem ini mampu mendeteksi pergerakan dan mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui aplikasi mobile. Namun, sistem ini menggunakan

perangkat yang terpisah dan kurang terintegrasi [13]. Sumboro et al (2020) mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis Raspberry Pi dan sensor gerak. Meskipun sistem ini cukup efektif, biaya tinggi untuk implementasi Raspberry Pi menjadi kendala bagi adopsi luas [12]. Prasetyo et al. (2021) mengembangkan sistem keamanan ruangan menggunakan Arduino dan kamera CCTV. Sistem ini dapat mendeteksi pergerakan dan merekam video, tetapi keterbatasan pada konektivitas internet menjadi hambatan utama [8]. Sari et al. (2022) menggunakan ESP8266 dan sensor PIR untuk sistem keamanan rumah. Sistem ini dapat mengirimkan notifikasi melalui email ketika ada deteksi pergerakan. Namun, penggunaan ESP8266 tidak dilengkapi dengan kamera, sehingga hanya mendeteksi gerakan tanpa visualisasi [10]. Nugroho dan Wijaya (2023) mengembangkan sistem keamanan dengan menggunakan NodeMCU dan kamera IP. Sistem ini terhubung ke aplikasi mobile dan mampu mengirimkan gambar saat ada pergerakan. Meskipun demikian, biaya dan kompleksitas instalasi menjadi tantangan [7].

2.2. Landasan Teori

Teori yang relevan dengan penelitian ini mencakup beberapa aspek dari teknologi IoT,

sensor gerak, dan keamanan. Berikut adalah beberapa teori yang mendasari penelitian ini:

1. Internet of Things (IoT)

IoT mengacu pada jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet, yang dapat mengumpulkan dan bertukar data. Menurut Atzori et al. (2010), IoT memungkinkan integrasi dan pertukaran data secara real-time antara berbagai perangkat, yang dapat meningkatkan efisiensi sistem keamanan [1].

2. Sensor Gerak

Sensor gerak, seperti Passive Infrared (PIR) sensors, digunakan untuk mendeteksi perubahan dalam inframerah yang disebabkan oleh pergerakan objek. Sensor ini sering digunakan dalam sistem keamanan untuk mendeteksi aktivitas manusia [6].

3. ESP32CAM

ESP32CAM adalah modul yang menggabungkan kamera dan WiFi dalam satu perangkat. Menurut Lee et al. (2021), ESP32CAM menawarkan solusi yang efisien dan terjangkau untuk sistem keamanan berbasis IoT karena kemampuan pengambilan gambar dan konektivitas internet yang terintegrasi [5].

4. Keamanan Data dalam IoT

Keamanan data adalah aspek kritis dalam IoT, terutama dalam sistem keamanan. Menurut Roman et al. (2013), data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT harus dilindungi dari akses yang

tidak sah dan serangan siber untuk menjaga integritas dan privasi pengguna [9].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen kuasi, yang memungkinkan pengujian efektivitas sistem keamanan ruangan berbasis IoT dengan menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak. Desain ini dipilih karena memungkinkan pengujian dalam kondisi yang mendekati situasi nyata tanpa harus mengontrol semua variabel secara ketat, yang sering kali sulit dilakukan dalam penelitian lapangan. Eksperimen kuasi juga memungkinkan penerapan langsung dari sistem yang dikembangkan dan pengukuran kinerja serta respons sistem terhadap kondisi sebenarnya.

3.1. Prosedur Penelitian

1. Studi Pendahuluan: Melakukan kajian literatur untuk memahami teknologi IoT, ESP32CAM, dan sensor gerak serta sistem keamanan terkait.
2. Perancangan Sistem: Merancang arsitektur sistem yang mencakup integrasi ESP32CAM dengan sensor gerak dan konektivitas cloud.
3. Pengembangan Sistem: Mengembangkan perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan, termasuk pengaturan jaringan dan konfigurasi server cloud.

4. Implementasi Sistem: Menginstal sistem keamanan di lokasi penelitian yang dipilih.
5. Pengujian Sistem: Melakukan pengujian sistem dengan mensimulasikan skenario pergerakan untuk mengevaluasi kinerja deteksi, pengiriman notifikasi, dan penyimpanan data.
6. Pengumpulan Data: Mengumpulkan data selama pengujian sistem, keakuratan deteksi, dan keandalan pengiriman notifikasi.
7. Analisis Data: Menganalisis data yang telah dikumpulkan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sistem.
8. Pelaporan Hasil: Menyusun laporan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

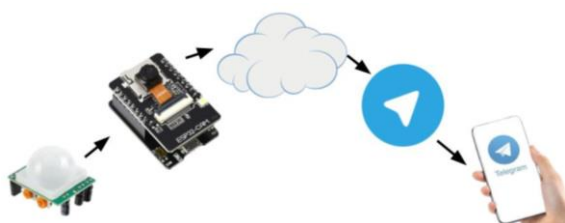
3.2. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah sistem keamanan ruangan yang menggunakan teknologi IoT. Sampel yang digunakan adalah satu sistem keamanan berbasis ESP32CAM dan sensor gerak yang diimplementasikan di sebuah ruangan kantor di Palembang. Pemilihan lokasi ini dilakukan karena adanya kebutuhan nyata akan sistem keamanan yang lebih efektif dan efisien di lingkungan tersebut.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa komponen elektronika dan jaringan yang dirancang dengan cara kerja seperti pada gambar 1. Adapun komponen yang digunakan sebagai berikut:

1. ESP32CAM: Sebagai perangkat utama untuk menangkap gambar dan mengirim data melalui WiFi.
2. Sensor Gerak PIR: Untuk mendeteksi pergerakan di dalam ruangan.
3. Server Cloud: Untuk menyimpan dan memproses data yang dikirim oleh ESP32CAM.
4. Aplikasi Mobile: Untuk menerima notifikasi real-time dari sistem keamanan.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa teknik berikut:

1. Log Sistem: Merekam semua aktivitas yang terdeteksi oleh sensor gerak dan gambar yang diambil oleh ESP32CAM.
2. Notifikasi Aplikasi: Mengumpulkan data dari notifikasi yang diterima pada aplikasi mobile.

3. Observasi Langsung: Mencatat keakuratan deteksi secara langsung selama pengujian.

3.5. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan teknik berikut:

1. Deskriptif Statistik: Untuk memberikan gambaran umum tentang keakuratan deteksi, dan keandalan sistem.
2. Uji Keandalan: Untuk mengukur keandalan sistem dalam mendeteksi pergerakan dan mengirimkan notifikasi secara konsisten.

3.6. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sebuah ruangan kantor yang berlokasi di Palembang. Lokasi ini dipilih karena menyediakan lingkungan yang realistis untuk menguji sistem keamanan, dengan potensi ancaman yang bervariasi dan kebutuhan nyata akan solusi keamanan yang lebih canggih

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sistem keamanan ruangan berbasis IoT yang menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak. Sistem diuji dengan memasang perangkat di ruangan tepatnya di depan dekat pintu dengan tujuan mengambil gambar setiap orang yang melewati pintu berdasarkan deteksi pergerakan oleh sensor gerak. Respon sistem diukur dari saat deteksi gerak oleh sensor PIR hingga notifikasi diterima di aplikasi mobile.

Tabel 1. Kemampuan Deteksi

Pekan	Jumlah Deteksi	Valid	False Positive
1	275	207	68
2	234	176	58
3	275	205	70
4	215	162	53
5	223	168	55
6	291	218	73
7	219	164	55
8	203	154	49

Sistem diuji untuk memastikan bahwa semua pergerakan di dalam ruangan terdeteksi dengan valid oleh sensor gerak dan gambar diambil oleh ESP32CAM seperti pada gambar 1.



Gambar 2 Deteksi Pergerakan dan Pengambilan Gambar oleh ESP32CAM

Sedangkan untuk untuk pedeteksian yang false positive penulis kategorikan berdasarkan pendeteksian sensor terhadap pergerakan namun hasil gambar yang dikirim tidak menunjukkan adanya objek manusia seperti pada gambar 2.



Gambar 3 Hasil deteksi pergerakan yang dikategorikan False Positive

Dari hasil pengujian yang telah penulis sampaikan di gambar dan table, menunjukkan bahwa sistem ini cukup responsif dalam mendeteksi pergerakan dan mengirimkan notifikasi. Respon alat sangat penting untuk sistem keamanan agar pengguna dapat segera mengetahui adanya aktivitas mencurigakan.

Dari gambar yang diambil oleh ESP32CAM, terlihat bahwa sistem berhasil mendeteksi pergerakan dengan akurasi yang cukup tinggi. Ini membuktikan bahwa sensor PIR yang digunakan bekerja dengan baik dalam mendeteksi perubahan inframerah yang dihasilkan oleh pergerakan manusia.

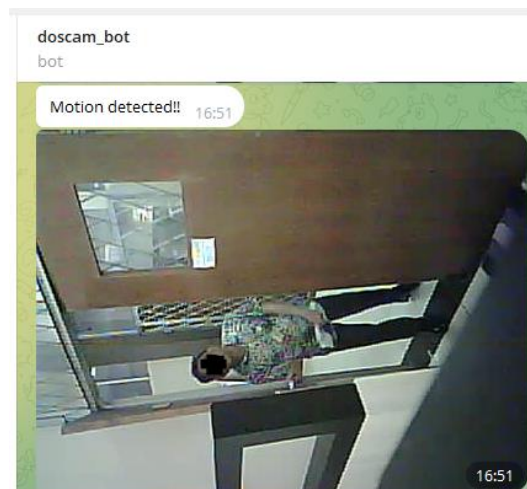
Adapun untuk keandalan pengiriman notifikasi, penulis mengukur persentase notifikasi yang berhasil dikirim dan diterima oleh aplikasi mobile.

Tabel 2. Keandalan Pengiriman Notifikasi dan Gambar

Pekan ke-	Jumlah Notifikasi Alert	Jumlah Gambar Terkirim	Presentase (%)
1	275	261	94
2	234	213	91
3	275	247	89
4	215	198	92
5	223	203	91
6	291	276	94
7	219	193	88
8	203	187	92

Dari table 2 dapat dilihat bahwa rata-rata 91% gambar berhasil dikirim ESP32 Cam setelah alert diterima. Persentase keberhasilan pengiriman gambar yang tinggi menunjukkan bahwa sistem ini andal dalam memberikan informasi real-time kepada pengguna. Meskipun terdapat beberapa notifikasi yang gambarnya gagal terkirim, ini bisa disebabkan oleh gangguan jaringan internet atau masalah teknis lainnya yang perlu diatasi.

Hasil pengambilan foto dari ESP32 Cam disimpan di Cloud Server Telegram dan dapat dilihat melalui akun bot telegram yang jumlah data tersimpan tidak terbatas dan semuanya gratis. Untuk tampilan di akun bot telegram bisa dilihat di gambar 3.



Gambar 4 Dashboard Penyimpanan Data di Cloud

Penyimpanan data di cloud memungkinkan akses yang mudah dan aman terhadap data yang dikumpulkan oleh sistem. Evaluasi menunjukkan bahwa server cloud memiliki kapasitas yang cukup dan fitur keamanan yang baik untuk melindungi data pengguna.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem keamanan ruangan berbasis IoT menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak memiliki kinerja yang baik dan dapat diandalkan. Dengan beberapa perbaikan minor, sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk meningkatkan keamanan ruangan.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan respon yang cepat dan akurat dalam mendeteksi pergerakan, mengirimkan notifikasi real-time kepada

pengguna, serta menyimpan data secara aman di cloud.

Sistem ini terbukti efektif dalam mendeteksi pergerakan dan memastikan bahwa pengguna dapat segera mengetahui adanya aktivitas mencurigakan di dalam ruangan. Keakuratan deteksi dan keandalan pengiriman notifikasi yang tinggi menunjukkan bahwa sistem ini mampu berfungsi dengan baik. Selain itu, penyimpanan data di cloud memberikan akses yang mudah dan aman terhadap data, mendukung pengguna dalam memantau keamanan ruangan mereka dari mana saja.

Kontribusi penelitian ini adalah pengembangan sistem keamanan yang lebih terjangkau dan mudah diimplementasikan dengan menggunakan ESP32CAM, yang mengintegrasikan kamera dan modul WiFi dalam satu perangkat. Hal ini memberikan solusi yang lebih efisien dibandingkan dengan teknologi sebelumnya yang memerlukan perangkat terpisah.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa sistem keamanan berbasis IoT menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak merupakan solusi yang efektif dan efisien untuk meningkatkan keamanan ruangan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi keterbatasan yang ada dan mengoptimalkan sistem ini agar dapat diimplementasikan secara lebih luas

6. Daftar Pustaka

- [1] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G., "The Internet of Things: A survey," *Comput. Netw.*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, 2010.
- [2] Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN), "Laporan Tahunan Keamanan Siber Indonesia," BSSN, 2021.
- [3] Gupta, A., & Kumar, P., "Design and Implementation of a Home Automation System using Raspberry Pi," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 155-160, 2020.
- [4] "IDC Forecasts Worldwide Spending on Security Solutions to Reach \$167 Billion in 2023," IDC, 2022. [Online]. Available: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47623821>. [Accessed: May 12, 2024].
- [5] Lee, C., Wang, K., & Chen, M., "Efficient and Secure IoT-Based Smart Home System Using ESP32," *IEEE Internet Things J.*, vol. 8, no. 4, pp. 2345-2356, 2021.
- [6] Li, X., & Huang, Y., "Passive Infrared Motion Detection for Autonomous Lighting Control," *IEEE Sens. J.*, vol. 19, no. 13, pp. 5344-5351, 2019.
- [7] Nugroho, H., & Wijaya, A., "Integrasi NodeMCU dan Kamera IP untuk Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT," *J. Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 210-217, 2023.
- [8] Prasetyo, D., Handoko, L., & Rahardjo, B., "Pengembangan Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Arduino dan Kamera CCTV," *J. Elektron.*, vol. 16, no. 3, pp. 145-153, 2021.
- [9] Roman, R., Najera, P., & Lopez, J., "Securing the Internet of Things," *Computer*, vol. 44, no. 9, pp. 51-58, 2013.
- [10] Sari, M., Nugraha, R., & Putra, D., "Sistem Keamanan Rumah Menggunakan ESP8266 dan Sensor PIR," *J. Inf. Teknol.*, vol. 8, no. 2, pp. 125-133, 2022.
- [11] Smith, J., "Enhancing Security Systems with IoT Technology," *J. Cyber Secur. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 87-95, 2020.

- [12] Sumboro, Budhi & Sutariyani, Sutariyani & Utomo, Ronny. (2020). Sistem Keamanan Rumah Berbasis Raspberry Pi dan Menggunakan Sensor PIR. Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB. 26. 96. 10.36309/goi.v26i1.127.
- [13] Wang, H., Zhao, Y., & Lin, J., "Home Security Surveillance System Based on Sensor Network and IP Camera," Int. J. Smart Home, vol. 13, no. 1, pp. 27-34, 2019.