

Prototipe Sistem Keamanan Rumah Dinas Pegawai PLN ULP Grati Menggunakan Mikrocontroller ESP-32CAM Berbasis Grup Family Telegram

Aldo Noris¹, Oktariza Melfazen², Bambang Minto Basuki³

¹Mahasiswa Teknik Elektro

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

aldonoris599@email.com, oktariza.melfazen@unisma.ac.id,

bambang.minto@unisma.ac.id

Abstract

Home burglary cases are increasingly common, especially in PLN official residences often left unattended during working hours. To improve security and reduce theft risk, this study designs a home security system using the ESP32-CAM microcontroller integrated with Telegram. The system employs proximity and magnetic sensors to detect suspicious activities around the house. When movement is detected, the ESP32-CAM automatically captures an image and sends it to the user's Telegram account. The system also activates a buzzer and LED as alerts. Based on 30 test trials, the average response time from detection to message notification was 2.61 seconds, and the average time for image delivery was 9.61 seconds. The system was tested under various disturbance scenarios and performed reliably. This system provides an innovative, real-time home security solution that is practical and effective for remote monitoring.

Keywords— : *home security system, ESP32-CAM microcontroller, proximity sensor, Telegram notification*

Abstraksi

Kasus pencurian di lingkungan rumah semakin sering terjadi. Rumah yang seharusnya menjadi tempat yang aman, kini menjadi bagian dari ruang tindak kejahatan. Terlebih pada rumah dinas PLN yang sering ditinggal penghuninya untuk bekerja. Oleh karena itu, untuk meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko pencurian, penulis merancang sistem keamanan rumah berbasis mikrokontroler ESP32-CAM yang terintegrasi dengan Telegram. Sistem ini menggunakan sensor proximity dan sensor magnetik untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan di sekitar rumah. Saat sensor proximity mendeteksi pergerakan, ESP32-CAM secara otomatis mengambil gambar dan mengirimkannya pada Telegram. Dari hasil pengujian, responsivitas indikator sistem dapat melakukan proses deteksi terhadap pergerakan objek serta memunculkan suara dari modul buzzer dan menyalakan LED. Dari 30 kali pengujian, didapatkan rata-rata rentang waktu dari objek terdeteksi hingga notifikasi pesan terkirim pada Telegram yakni 2.61 detik. Sedangkan, rata-rata waktu gambar terkirim pada Telegram yakni 9.61 detik. Sistem teruji dapat bekerja sesuai fungsinya dalam berbagai skenario gangguan ekstrim. Sistem ini menjadi solusi inovatif dan efektif untuk perlindungan rumah secara real-time.

Kata Kunci— *sistem keamanan rumah, mikrokontroler ESP32-CAM, sensor proximity, notifikasi Telegram*

I. PENDAHULUAN

Tindak kejahatan atau kriminalitas merupakan permasalahan sosial yang sulit untuk dihindari sepenuhnya. Dalam beberapa waktu terakhir, kasus pencurian dan perampokan di lingkungan rumah tinggal semakin sering diberitakan, sehingga

menimbulkan kekhawatiran masyarakat terhadap aspek keamanan hunian. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia, Provinsi Jawa Timur menempati posisi kedua dengan jumlah kasus kriminalitas terbanyak di Indonesia pada tahun 2023 [1]. Fakta ini menegaskan pentingnya peningkatan

sistem

lingkungan rumah.

Seiring dengan perkembangan teknologi, diperlukan metode pengamanan yang lebih modern dan efisien untuk melindungi aset dan barang berharga dari ancaman kejahatan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) [2]. Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat sensor terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirim, dan memproses data secara real-time. Integrasi antara perangkat elektronik dengan koneksi internet memungkinkan pengguna

melakukan pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh melalui perangkat pintar seperti smartphone atau komputer.

Salah satu perangkat yang berpotensi besar dalam implementasi sistem keamanan berbasis IoT adalah ESP32-CAM, yaitu sebuah modul yang menggabungkan mikrokontroler ESP32 dengan kamera digital [3]. Modul ini mendukung pengolahan gambar dan pengiriman data secara nirkabel, serta dapat digunakan untuk pengenalan wajah (face recognition) sebagai bagian dari sistem keamanan rumah. Selain itu, ESP32-CAM dapat dikombinasikan dengan berbagai sensor seperti magnetic switch, buzzer, dan LED, yang menjadikannya solusi efektif untuk sistem monitoring dan notifikasi berbasis IoT.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji penerapan sistem keamanan rumah menggunakan beragam mikrokontroler, seperti Raspberry Pi, Arduino Mega 2560, Arduino Uno, maupun modul berbasis ESP8266

[4]–[6]. Namun, penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem keamanan rumah dinas PLN berbasis teknologi IoT yang terintegrasi dengan Bot Telegram menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM. Bot Telegram merupakan program otomatis yang dirancang untuk berinteraksi dengan pengguna melalui platform aplikasi pesan instan Telegram. Dalam penelitian ini, sistem dirancang menggunakan Arduino IDE sebagai perangkat lunak utama untuk menuliskan sketch atau kode program yang mengatur kerja mikrokontroler. Sketch ini kemudian diunggah ke perangkat keras sehingga sistem dapat beroperasi sesuai dengan rancangan [7]. Bot Telegram berfungsi dengan memanfaatkan Application Programming Interface (API) milik Telegram, yang memungkinkan komunikasi dua arah antara sistem dan pengguna melalui fitur percakapan (chat) [8].

Dalam sistem yang dirancang, digunakan dua jenis sensor, yaitu sensor proximity dan sensor magnetic switch. Sensor magnetic switch digunakan sebanyak dua unit, yang masing-masing ditempatkan pada pintu dan jendela. Sensor proximity berfungsi untuk mendeteksi keberadaan atau pergerakan objek di area tertentu. Ketika sistem mendeteksi adanya pelanggaran atau kondisi

mencurigakan, output berupa buzzer akan diaktifkan sebagai alarm, dan LED akan menyala sebagai indikator visual. Selain itu, ESP32-CAM secara otomatis akan mengambil gambar atau video dan mengirimkannya ke pengguna melalui Telegram [9]. Dengan sistem ini, pemilik rumah mendapatkan akses pengawasan real-time yang dapat meningkatkan efektivitas keamanan, sekaligus memudahkan pemantauan dari lokasi yang jauh. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung pengamanan rumah secara cerdas dan terintegrasi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat. Dalam konteks ini, variabel bebas adalah sistem deteksi gerak dan pelanggaran keamanan pada rumah dinas PLN Grati, sedangkan variabel terikatnya adalah respon sistem berbasis mikrokontroler ESP32-CAM dan integrasi dengan aplikasi Telegram. Eksperimen dilakukan melalui pembuatan prototipe sistem keamanan dan serangkaian pengujian untuk mengamati performa serta akurasi dalam mendeteksi aktivitas mencurigakan.

A. Model Perencanaan

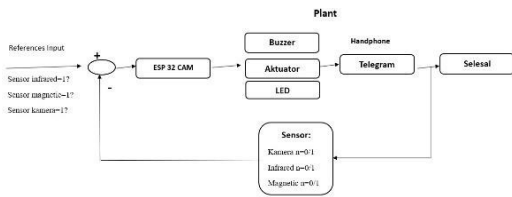
Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), yang terdiri atas lima tahap:

1. **Analysis (Analisis):** Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan sistem, perangkat keras dan lunak, serta observasi terhadap lokasi rumah dinas PLN untuk menentukan titik pemasangan alat.
2. **Design (Perancangan):** Penyusunan skematik rangkaian dan desain perangkat keras sistem keamanan berbasis ESP32-CAM yang terintegrasi dengan sensor magnetik dan sensor proximity.
3. **Development**
(Pengembangan): Proses pembuatan sistem serta pengembangan fitur tambahan seperti kemampuan streaming video melalui IP kamera dan notifikasi otomatis ke aplikasi Telegram.
4. **Implementation**
(Implementasi): Tahap uji coba sistem dalam bentuk prototipe untuk mengevaluasi fungsi dan

kompatibilitas antar komponen.

5. **Evaluation (Evaluasi):** Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas sistem dalam mendeteksi pergerakan atau pelanggaran serta respon otomatis yang dihasilkan (notifikasi, pengambilan gambar, dan alarm).

B. Perancangan Rangkaian Sistem
Pembuatan rangkaian dilakukan secara bertahap pada tiap-tiap blok untuk mempermudah pembuatan alat. Berikut blok diagram fungsional dari rangkaian yang direncanakan. Berikut blok diagram yang dirancang untuk sistem keamanan rumah ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

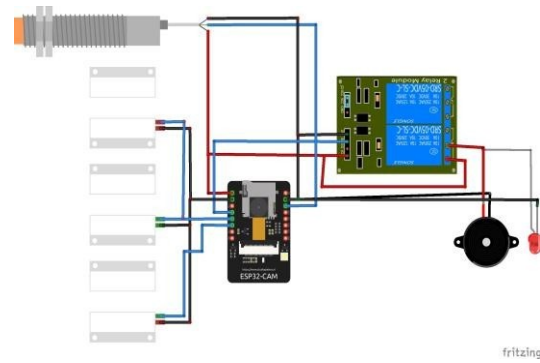
Gambar 1 blok diagram di atas menggambarkan arsitektur sistem keamanan rumah berbasis mikrokontroler ESP32-CAM yang dirancang untuk mendeteksi gangguan secara otomatis dan memberikan peringatan secara real-time melalui Telegram. Sistem keamanan rumah ini bekerja berdasarkan prinsip *closed-loop control* yang dimulai dari Reference Input, yaitu nilai acuan sistem yang menggambarkan kondisi ideal; seperti pintu tertutup atau tidak ada pergerakan. Nilai ini akan dibandingkan oleh Controller, yang dalam sistem ini diwakili oleh mikrokontroler ESP32-CAM. Controller menerima data dari berbagai sensor, seperti kamera, sensor proximity, dan sensor magnetik. Masing-masing sensor memberikan sinyal logika ($n = 0$ atau 1) yang menunjukkan ada atau tidaknya gangguan atau perubahan di lingkungan.

Jika terjadi perbedaan antara nilai sensor dengan Reference Input (misalnya pintu terbuka atau terdeteksi gerakan saat seharusnya tidak ada), maka controller akan memprosesnya dan mengaktifkan aktuator, yang terdiri dari buzzer, LED, dan komponen kontrol lainnya. Buzzer akan berbunyi sebagai peringatan dan LED menyala sebagai indikator visual. Selanjutnya, sistem akan memantau kembali hasil aksi tersebut melalui sensor dan mengirimkan umpan balik ke Reference Input untuk menjaga kestabilan sistem.

Siklus ini terus berlangsung secara otomatis, dan proses dinyatakan selesai ketika sistem berhasil menjalankan fungsinya, baik itu mendeteksi dan merespons gangguan atau hanya memastikan bahwa tidak ada ancaman. Dengan alur tertutup ini, sistem dapat bekerja secara mandiri, responsif, dan real-time dalam menjaga keamanan lingkungan rumah dinas.

- Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan alat merupakan



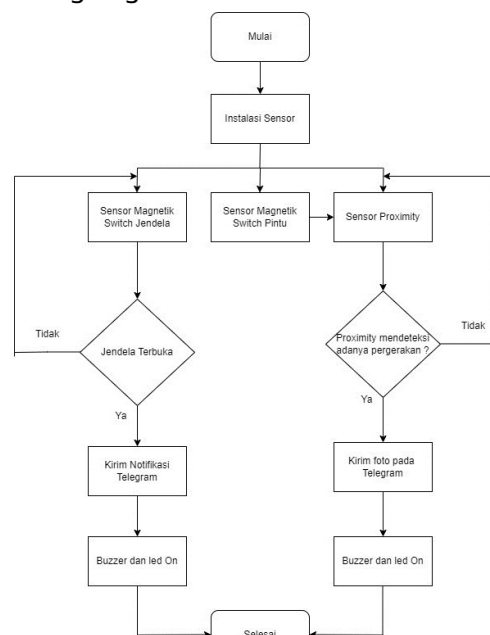
Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

ESP-32CAM berfungsi sebagai controller yang mengatur alur kerja dari alat dengan memasukkan perintah-perintah pada Ic nya. Sensor Magnetic Switch berfungsi sebagai inputan, jika terjadi perubahan nilai maka controller akan merespon untuk mengaktifkan atau menonaktifkan buzzer dan lampu lcd dengan perantara komponen relay.

C. Flowchart Sistem

Flowchart adalah suatu bagan dengan symbol-simbol tertentu yang

menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Dalam pembuatan sistem pada penelitian ini, berikut flowchart yang ditunjukkan dengan gambar 3.



bagian penting dalam perancangan sistem ini. Mikrokontroler pada sistem ini menggunakan

Arduino Uno dan NodeMCU dengan beberapa komponen diantaranya Sensor Magnetic Switch dan Sensor Proximity, serta dilengkapi dengan output berupa alarm buzzer dan lampu led. Adapun susunan komponen yang digunakan pada alat sistem keamanan rumah terdiri dari ditunjukkan dalam Gambar 2 rangkaian berikut

Gambar 3. Flowchart Sistem
Gambar flowchart 3 di atas

menjelaskan alur kerja sistem keamanan rumah yang menggunakan kombinasi sensor magnetik dan sensor proximity serta terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Sistem dimulai dengan proses instalasi sensor pada titik-titik penting, yaitu jendela, pintu, dan area tertentu yang diawasi oleh

sensor gerak (proximity). Setelah sensor terpasang dan sistem aktif, proses monitoring dimulai. Sensor magnetik yang dipasang pada jendela akan mendeteksi apakah jendela dalam keadaan terbuka. Jika jendela terdeteksi terbuka, maka sistem secara otomatis akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram, dan sebagai bentuk peringatan tambahan, buzzer serta LED akan menyala. Hal serupa juga berlaku untuk sensor proximity; jika sensor ini mendeteksi adanya pergerakan di area yang dipantau, sistem akan langsung mengambil gambar dan mengirimkannya ke Telegram, diikuti dengan aktivasi buzzer dan LED. Jadi, jika pintu terdeteksi terbuka, maka sistem secara otomatis akan mengirimkan notifikasi dan gambar pemberitahuan melalui aplikasi Telegram, serta sebagai peringatan tambahan, bentuk buzzer maupun LED akan menyala. Jika tidak ada aktivitas mencurigakan yang terdeteksi oleh sensor-sensor tersebut, maka sistem akan tetap dalam keadaan siaga dan tidak melakukan aksi apapun. Seluruh proses ini berakhir ketika semua status sensor aman dan tidak ada pelanggaran terdeteksi, lalu sistem kembali ke kondisi monitoring.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisikan pengujian dan pembahasan perangkat yang dilakukan setelah perangkat telah selesai dirancang dan dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui responsivitas indikator pada perangkat sistem berfungsi. Dari pengujian yang telah dilakukan, diharapkan mendapatkan hasil bahwa indikator pada sistem keamanan rumah dinas PLN dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

3.1 Pengujian Sensor Proximity

Pengujian ini dilakukan untuk melihat responsivitas sensor proximity berdasarkan parameter jarak yang telah dilakukan, serta pengujian untuk melihat jenis material yang dapat memengaruhi responsivitas sensor proximity. Berikut tabel 1 hasil uji sensor proximity terhadap jarak.

Tabel 1. Hasil Uji Sensor Proximity

No	Jarak Objek ke	Keadaan
----	----------------	---------

		gerak		
6	1.2 m	Sensor gerak	Proximit	mendeteks
7	1.4 m	n	Proximit	mendeteks
8	1.5 m	Sensor gerak	Proximit	mendeteks
9	1.6 m	n	Proximit	mendeteks
9	1.6 m	Sensor mendeteksi gerakan	Proximit	tidak mendeteksi gerakan
10	1.7 m	Sensor	Proximity	tidak dapat

Hasil simulasi sensor proximity secara manual yang ditunjukkan pada Tabel 4.6, diperoleh interval gerakan yang dibaca oleh sensor proximity sejauh kurang lebih 1,5 m.

Berikutnya uji sensor proximity yang dibatasi oleh penghalang sebagaimana

Terhadap Jarak

Tabel 2. Hasil Uji Sensor Proximity
Apabila Ada Penghalang

No	Jenis materia	Tebal	Kondisi
1	Triplek mm	4	Sensor Proximity mendeteksi gerakan Sensor Proximity
3	Besi	1	mendeteksi gerakan Sensor Proximity
4	Daun	1	mendeteksi
5	Plastik	1	mendeteksi

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa material penghalang seperti triplek, kertas, besi, daun, dan plastik dengan ketebalan sebagaimana tercantum dalam tabel. tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja sensor proximity; sensor dapat mendeteksi kondisi buka-tutup meskipun terdapat material tersebut yang menghalangi.

3.2 Pengujian Kinerja Pada Perangkat

Pada pengujian ini dilakukan 30 kali pengambilan data secara otomatis dengan cara melihat respon dari perangkat di pintu maupun jendela saat mendeteksi objek hingga mampu mengirim notifikasi pesan dan gambar pada telegram. Berikut tabel 3 dan tabel 4 hasil uji kinerja pada perangkat.

Tabel 3. Hasil data rentang waktu
objek terdeteksi dan notifikasi
pesan terkirim ke Telegram (dalam
detik)

No	Objek Terdeteksi	Notifikasi pada Telegram	Selisih waktu
1	1.15	3.61	2.46
2	1.15	3.59	2.44
3	1.53	3.16	1.63
4	0.68	3.03	2.35
5	1.21	2.48	1.27
6	0.62	3.08	2.46
7	0.75	5.28	4.53
8	0.86	4.09	3.23
9	0.98	3.46	2.48
10	0.86	2.68	1.82
11	1.00	4.59	3.59
12	0.96	3.20	2.24
13	1.21	3.16	1.95
14	1.00	3.00	2.00
15	0.89	4.37	3.48
16	1.16	2.67	1.51
17	0.98	3.67	2.69
18	1.12	4.04	2.92
19	1.14	4.01	2.87
20	0.89	3.54	2.65
21	0.94	3.78	2.84
22	0.77	3.45	2.68
23	1.14	3.98	2.84
24	1.31	3.35	2.04
25	1.21	2.43	1.22
26	1.16	3.29	2.13
27	1.13	3.45	2.32
28	1.07	3.02	1.95
29	0.66	3.00	2.34
30	0.89	4.02	3.13
Rata-rata			2.47

Tabel 4. Hasil data rentang waktu objek terdeteksi dan gambar terkirim ke Telegram (dalam detik)

No	Objek Terdeteksi	Gambar Terkirim	Selisih waktu
1	1.69	11.58	9.89
2	1.57	10.53	8.96
3	6.60	13.26	6.66
4	1.88	11.47	9.59
5	6.24	12.10	5.86
6	3.10	10.96	7.86
7	1.94	11.41	9.47
8	3.67	9.46	5.79

No	Objek Terdeteksi	Gambar Terkirim	Selisih waktu
11	2.31	9.96	7.65
12	1.57	11.45	9.88
13	2.06	11.75	9.69
14	2.36	12.14	9.78
15	1.88	12.85	10.97
16	1.81	10.56	8.75
17	1.47	10.56	9.09
18	1.97	12.21	10.24
19	0.92	12.79	11.87
20	1.41	14.44	13.03
21	0.67	10.97	10.30
22	0.82	11.58	10.76
23	0.98	12.50	11.52
24	1.12	10.58	9.46
25	0.66	11.09	10.43
26	0.77	13.27	12.50
27	1.25	10.04	8.79
28	0.69	11.89	11.20
29	0.80	11.14	10.34
30	1.63	11.44	9.81
Rata-rata			9.61

Dari tabel 3 dan tabel 4, hasil pengujian waktu respon menunjukkan bahwa rata-rata waktu dari deteksi sensor hingga notifikasi pesan terkirim ke Telegram adalah 2.47 detik, sedangkan pengiriman gambar membutuhkan waktu rata-rata 9.61 detik.

3.3 Pengujian Kinerja Perangkat Pada Skenario Ekstrim

Pengujian yang dilakukan berupa pengujian kinerja pada skenario ekstrim yang telah ditentukan. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Pengujian Perangkat Pada Skenario Ekstrim

No	Jenis Pengujian	Hasil Utama	Kesimpulan
1	Daya Tahan Sistem (24 jam)	Semua fungsi berjalan baik, tidak ada gangguan	Sistem stabil dan layak untuk penggunaan jangka panjang
2	Gangguan Internet	Delay saat koneksi terputus, bisa kirim ulang setelah	Sistem tahan gangguan, mampu melakukan retry kirim

9	3.79	11.68	7.89
10	2.22	12.48	10.26

No	Jenis Pengujian	Hasil Utama	Kesimpulan
3	Drop Tegangan Power Supply	Tidak stabil < 4.0V	Sistem hanya stabil pada 4.5–5.0V
4	Cahaya Rendah (5 lux)	Hanya warna terang (putih, kuning) terlihat jelas	Butuh pencahayaan tambahan untuk akurasi deteksi objek dalam gelap
5	Spam Input / Trigger Tinggi	Delay mulai terlihat di 20x/min (>15x/min)	Sistem tetap stabil hingga 15 trigger/menit
6	Ketahanan Operasional 72 Jam	Semua fungsi aktif dan stabil, tidak ada penurunan performa	Sistem sangat andal untuk pemakaian jangka panjang dan nonstop
7	Pengujian di Lingkungan Nyata	Notifikasi berhasil dikirim, meski sedikit delay di kondisi redup	Sistem terbukti berfungsi efektif di lokasi sebenarnya

penurunan tegangan di bawah 4.0V menyebabkan kegagalan fungsi total. Pengujian pada kondisi pencahayaan rendah mengungkapkan bahwa sistem hanya efektif mengenali objek dengan warna terang, sehingga diperlukan penambahan pencahayaan inframerah untuk optimasi performa malam hari. Dalam uji beban tinggi (spam input), sistem tetap responsif hingga 15 pemicu per menit, namun mulai mengalami delay pada 20 pemicu, yang mengindikasikan batas toleransi pemrosesan data real-time pada ESP32-CAM. Uji coba di lingkungan sebenarnya juga menunjukkan hasil positif, di mana seluruh fungsi dapat berjalan dengan baik meskipun ada

Berdasarkan hasil pada tabel 5 di atas dapat disimpulkan bahwa sistem keamanan rumah berbasis ESP32-CAM memiliki tingkat ketahanan dan keandalan yang tinggi untuk penggunaan jangka panjang. Sistem mampu beroperasi stabil selama lebih dari 72 jam tanpa gangguan performa, menunjukkan efisiensi desain baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak. Ketika terjadi gangguan koneksi internet, sistem tetap mempertahankan fungsi lokal seperti sensor dan buzzer, serta mampu mengirim ulang data secara otomatis setelah jaringan kembali aktif, yang menandakan adanya mekanisme pemulihan (fail-safe) yang efektif. Namun, performa sistem sangat bergantung pada kestabilan tegangan input, di mana

sedikit peningkatan waktu respon akibat variabel lingkungan seperti pencahayaan dan jarak objek. Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan performa yang solid dan adaptif dalam berbagai kondisi operasional dan layak diterapkan sebagai solusi keamanan rumah dinas berbasis IoT.

Penelitian ini merupakan pengembangan terhadap penelitian terdahulu. Penelitian sistem keamanan rumah dinas PLN ULP Grati menguji efektivitas sensor proximity dan sensor magnet yang terintegrasi dengan ESP32-CAM dan bot Telegram untuk mendeteksi gerakan serta membuka pintu secara real-time. Sistem ini mampu mengirimkan notifikasi dan gambar langsung ke Telegram dengan waktu respon rata-rata di bawah sepuluh detik. Dengan demikian menjadikan sistem keamanan lebih lengkap dan responsif dibandingkan beberapa penelitian terdahulu.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem keamanan rumah berbasis ESP32-CAM menunjukkan performa yang responsif, stabil, dan adaptif terhadap berbagai kondisi operasional. Sistem berhasil mendeteksi pergerakan objek dengan cepat, memicu buzzer dan LED sebagai alarm lokal, serta mengirimkan notifikasi pesan dan gambar secara otomatis ke aplikasi Telegram dengan rata-rata waktu pengiriman pesan 2,61 detik dan gambar 9,61 detik. Sensor proximity mampu mendeteksi objek hingga jarak 1,5 meter dan tetap berfungsi meskipun terhalang berbagai material ringan, menunjukkan sensitivitas dan keandalan yang baik. Pengujian ketahanan selama 72 jam membuktikan bahwa sistem mampu bekerja secara terus-menerus tanpa gangguan signifikan, dengan tingkat keberhasilan pengiriman data yang sangat tinggi. Pada skenario ekstrem,

sistem tetap responsif pada tegangan 5.0–

4.5V dan mampu memulihkan pengiriman saat koneksi internet kembali aktif, meskipun gagal mengirim saat jaringan terputus total. Sementara itu, kondisi pencahayaan rendah hanya berdampak pada kualitas gambar, dan spam input tidak mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, sistem ini layak diimplementasikan sebagai solusi keamanan rumah yang efisien, real-time, dan berbasis IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Ahyadi, A. Amiennudin, E. Prasetyo, S. Saifullah, and I. Noor,

- “Sistem IoT Untuk Monitoring Penggunaan Energi Listrik Dengan Protokol MQTT,” Poros Tek., vol. 13, no. 1, pp. 52–58, 2021. DOI:10.32897/infotronik.2023.8.1.229 1.
- [2] M. Martani and J. Fisika, “Perancangan Dan Pembuatan Sensor Level Untuk Sistem Kontrol Pada Proses Pengendapan CaCO_3 Dalam Air Dengan Metode Medan Magnet,” vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2020.
- [3] W. Kurniasih, A. Rakhman, and I. Salamah, “Sistem Keamanan Pintu dan Jendela Rumah Berbasis IoT,” Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.), vol. 5, no. 2, p. 266, 2020, doi:10.30645/jurasik. v5i2.212.
- [4] E. Surya Jaya, “Sistem Keamanan Rumah Berbasis Bot Telegram Menggunakan Mikrokontroler Esp8266,” 2021.
- [5] A. D. Achmad, Z. Zainuddin, J. Toding, and R. Kalau, “Sistem Keamanan Perumahan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” J. Ilm. Techno Entrep. Acta, vol. 1, no. 1, pp.1– 8, 2020.
- [6] Siswanto, W. Gata, and R. Tanjung, “Kendali Ruang Server Menggunakan Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi Email”, Pros. Semin. Nas. Sist. Inf. Dan Teknol. Inf., vol. 3584, pp. 134–142, 2020.
- [7] BHAKTI, Yusril Wira; BASUKI, Bambang Minto; HABIBI, Anang. Rancang Bangun Prototype Box Kontainer untuk Logistik Pengiriman Kucing Antar Pulau dengan Sistem Otomatis Berbasis IoT. *SCIENCE ELECTRO*, 2023, 16.2.
- [8] Ali Ramschie, Johan Makal, Ronny Katuuk, Veny Ponggawa, “Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT”, Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 2021.
- [9] Wayan Raditya, dkk., “Penerapan Sistem Keamanan Gerbang Rumah Berbasis Telegram Menggunakan Esp8266”, Jurnal Teknik dan Sistem Komputer 3(2):93-103, 2022, DOI:10.33365/jtikom.v3i2.2353.
- [10] Ardiansyah, M, Aldi Febryan, Adriani Adriani, dan Rahmania Rahmania. “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Telegram Menggunakan ESP 32 CAM”, Jurnal Teknik Elektro UNISMUH 15(1): 64–71, 2023.
- [11] Hollanda Arief Kusuma, Setia Budi Wijaya, dan Deny Nusyirwan, “Sistem Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam Dan Telegram Sebagai Notifikasi”, Infotronik Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika 8(1):30, 2023,