

## Alat Keamanan Menggunakan Sensor Gerak Dengan ESP32 Cam Berbasis Iot

Muhamad Puji Putra Pratama<sup>1</sup>, Martias<sup>2\*</sup>, Harna Adianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Bina Sarana Informatika

e-mail: <sup>1</sup>pratamapujie08@gmail.com, <sup>2</sup>martias.mts@bsi.ac.id, <sup>3</sup>harna.hho@bsi.ac.id

**Abstrak** - Maraknya aksi kejahatan ini perlu diperhatikan oleh karena itu banyak yang menggunakan kunci ganda atau konvensional untuk mengamankan rumah dan sebagainya, namun sampai saat ini dirasa masih belum cukup untuk keamanan, Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem keamanan yang dapat memberikan informasi yang tepat, akses yang mudah, dan tidak mengganggu aktivitas normal ketika terjadi upaya pencurian. Metode yang digunakan melibatkan pengumpulan referensi dan studi teori yang relevan dengan objek penelitian. Hal ini dilakukan sebagai dasar dalam penelitian untuk menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32-Cam akan menjalankan seluruh sistem, yang mana menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi setiap gerakan lalu menggunakan aplikasi Telegram sebagai pengirim notifikasi serta buzzer dan LED untuk indikator terdeteksinya gerakan. Oleh karena itu, ESP32-Cam berperan sebagai komponen penting untuk terhubungnya input dan output pada alat keamanan menggunakan sensor gerak ini. Selain itu, pengujian pada kamera ESP32-CAM yang dilakukan pada kondisi siang dan malam dengan bantuan lampu tambahan menunjukkan hasil yang jelas. Namun, diperlukan dua kali pengambilan gambar untuk melihat hasil yang sebenarnya dari depan kamera yang tepat. Oleh karena itu, sistem pemantauan keamanan pada perangkat ini memiliki keterbatasan dalam memantau dengan akurasi yang tinggi.

Kata Kunci: Pendeteksi Gerakan, Iot, ESP32-Cam

**Abstract**-The rise of this crime needs to be considered, because many use double or conventional locks to secure homes and so on, but until now this is still not enough for security. Therefore, we need a security system that can provide the right information, easily, and does not interfere with normal activities in the event of an attempted theft. The method used involves collecting references and studying theories that are relevant to the object of research. This is done as a basis for research to find solutions to the problems encountered. In this research using the ESP32-Cam microcontroller will run the entire system in this tool, which uses a PIR sensor to detect every movement and then the author uses the Telegram application as a notification sender as well as a buzzer and LED for movement detection indicators. Therefore, the ESP32-Cam acts as an important component for connecting input and output to security devices using this motion sensor. Apart from that, tests on the ESP32-CAM camera which were carried out in day and night conditions with the help of additional lights showed clear results. However, it takes two shots to see the actual result from the right camera. Therefore, the security monitoring system on this device has limitations in monitoring with high accuracy.

Keywords: Motion Detector, Iot, ESP32-Cam

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini telah mempengaruhi kehidupan manusia, seperti pengembangan rumah pintar (smarthome). Sistem kontrol dapat diterapkan di dalam rumah, terutama untuk keamanan. Namun, sistem keamanan yang ada saat ini jarang memberikan pemberitahuan langsung kepada pemilik dan penghuni rumah ketika ada kecurigaan terhadap orang asing yang berpotensi melakukan tindakan pencurian atau kejahatan lainnya. Mengingat pentingnya keamanan, diperlukan pengamanan yang sesuai dengan kemajuan teknologi agar dapat bekerja dengan efektif dan efisien untuk melindungi barang-barang di dalam rumah. Adanya inovasi yang sedang berkembang memungkinkan segala sesuatu yang dapat dijangkau

dapat dilakukan dengan efektif dan cepat, termasuk mengendalikan perangkat elektronik dari jarak jauh menggunakan koneksi web melalui Wi-Fi, yang juga dikenal sebagai Internet of Things (IoT).

Untuk meningkatkan kesadaran dalam menjaga keamanan rumah dari tindakan pencurian dengan menggunakan sensor C2165X yang umumnya dipakai untuk mendeteksi lokasi, yang diubah menjadi pendeteksi benda. Jika manusia melewati sensor, salah satu di antara IR LED atau sensor C2165X akan terhalangi, mengakibatkan material pyroelectric menghasilkan arus listrik karena tidak ada pancaran infrared yang diterima oleh sensor akibat terhalangi oleh badan manusia. (Ridwan, 2019). Penelitian lain terdapat penggunaan sensor Passive Infra Red (PIR) yang ditempatkan di dalam ruangan, serta penggunaan sidik jari sebagai metode

akses untuk memastikan keamanan barang-barang yang berada di dalam ruangan tersebut. Konsep ini bertujuan untuk membatasi pintu masuk ke ruangan tersebut dapat diakses menggunakan teknologi sidik jari sebagai metode kunci utama. (Mahfudh et al., 2021). ketika seseorang bergerak di depan sensor, sensor akan mendeteksi radiasi sinar infrared pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sekitarnya. Fenomena ini mengakibatkan respon pada materi pyroelectric yang terdapat pada sensor, yang menghasilkan arus listrik sebagai respons terhadap energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut. Arus tersebut kemudian diperkuat melalui sirkuit amplifier yang ada pada sensor, dan kemudian dibandingkan menggunakan komparator untuk menghasilkan output yang sesuai. (Desmira et al., 2020).

Pada penelitian lain juga menggunakan mikrokontroler akan menginstruksikan modem untuk mengirim pesan SMS ke HP user yang berisi teks "Ada Pergerakan di Ruang Tamu" dan "Ada Pergerakan di Ruang Kamar". Jumlah pesan SMS yang dikirimkan akan disesuaikan dengan jumlah pergerakan yang terdeteksi selama waktu jeda antara pengiriman SMS yang satu dengan yang berikutnya. (Ruuhwan et al., 2020). Sistem ini menggunakan modul sensor PIR HCSR-501 sebagai input, mikrokontroler ATmega8535 sebagai pemroses, dan dua pasang modul komunikasi TLP434MHz dan RLP434MHz. Namun, kelemahan dari penelitian ini adalah bahwa pemilik rumah tidak dapat memantau rumah ketika sedang meninggalkannya. Untuk mengatasi hal ini, dapat dikembangkan sebuah aplikasi Android yang memungkinkan pemilik rumah menerima informasi dan mengendalikan rumah saat berada jauh dari rumah dalam jangka waktu yang lama. (Wicaksono & Hindarto, 2021). Sensor PIR memiliki fungsi untuk mendeteksi gerakan objek di area dekatnya. Sensor ini menggunakan pyroelectric untuk mendeteksi radiasi sinar infrared. Prinsip kerja sensor ini yakni mengirimkan sinar infrared ke depan dan mendeteksi objek yang ada di depannya berdasarkan pantulannya (jika ada objek di depan sensor, objek tersebut akan memantulkan sinar infrared). (Lutfi & Sanwasih, 2020). Penelitian ini mengemukakan sesuatu teknologi dapat menjadi solusi supaya tercegahnya perbuatan negatif yakni kejahatan, terutama di dalam rumah, melalui penerapan sistem keamanan rumah yang memanfaatkan sensor PIR dan SMS Gateway. (Prasetio & Satria, 2022).

Sesuai penelitian yang dikemukakan penulis, ada beberapa pengembangan alat dilakukan dengan menambahkan komponen dan fitur dari penelitian-penelitian terdahulu. Dalam pengembangan ini, komponen tersebut dimodifikasi untuk meng-upgrade fungsi yang lebih efektif dengan tambahan fitur baru. Pada penelitian sebelumnya, memakai modul GSM serta SIM card terbukti kurang efektif karena

memerlukan pulsa. Namun, dengan menggunakan modul ESP32-CAM Wi-Fi, notifikasi bisa dikirim melalui aplikasi Telegram pada smartphone pengguna. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan kamera yang memungkinkan pengambilan gambar.

## METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan mencakup beberapa cara, yaitu:

### 1. Studi Literatur

Metode ini melibatkan pengumpulan referensi dan studi teori yang relevan dengan objek penelitian. Hal ini dilakukan sebagai dasar dalam penelitian untuk menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi.

### 2. Metode Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati langsung objek penelitian untuk memperoleh pemahaman langsung tentang bagaimana keadaan atau situasi pada siang hari maupun malam hari agar memperoleh data yang sesuai saat observasi ini.

### 3. Metode Perancangan

Ada dua bentuk perancangan, yakni perancangan hardware dan perancangan software. Perancangan hardware difokuskan pada merancang dan mengaplikasikan komponen fisik yang digunakan mikrokontroler. Di sisi lain, perancangan software menggambarkan bagaimana alur program, dan persyaratan input dan output dari alat tersebut dirancang

### 4. Metode Pengujian

Pengujian bertujuan untuk memastikan apakah alat yang dibuat beroperasi secara baik atau perlu dilakukan pemeriksaan tambahan ketika alat tersebut tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

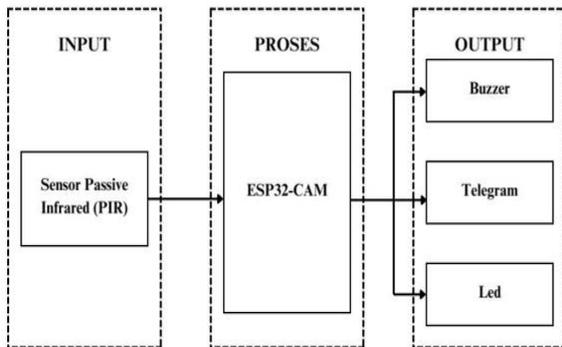
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada alat ini menggunakan mikrokontroler ESP32-Cam sebagai pengendali utama. ESP32-Cam diprogram menggunakan bahasa C dengan software Arduino IDE, sebelumnya siapkan program untuk dimasukkan pada ESP32-Cam dan compile lalu upload program tersebut menggunakan kabel USB. Mikrokontroler ESP32-Cam akan mengolah program tersebut sesuai dengan program tadi, Penelitian ini digunakan sebagai alat keamanan menggunakan sensor gerak (motion) yaitu sensor Passive Infrared (PIR) yang bisa diimplementasikan pada rumah, kos, toko dan sebagainya.

Mikrokontroler ESP32-Cam akan menjalankan seluruh sistem pada alat ini, yang mana menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi setiap gerakan lalu penulis menggunakan aplikasi Telegram sebagai pengirim notifikasi serta buzzer dan LED untuk indikator terdeteksinya gerakan. Oleh karena itu, ESP32-Cam berperan sebagai

komponen penting untuk terhubungnya input dan output pada alat keamanan menggunakan sensor gerak ini.

### Rancangan Alat



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Sesuai dengan blok diagram diatas, alat ini memiliki tiga bagian utama, tiga bagian itu meliputi Input, Proses dan Output. Berikut penjelasan mengenai ketiga bagian utama tersebut:

#### 1. Input

Komponen input ini merupakan komponen masukan yang akan diproses, dalam alat ini menggunakan catu daya 5V yang di alirkan ke dalam rangkaian alat dan sensor Passive Infrared sebagai pendeteksi gerakan (motion) yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler ESP32-Cam.

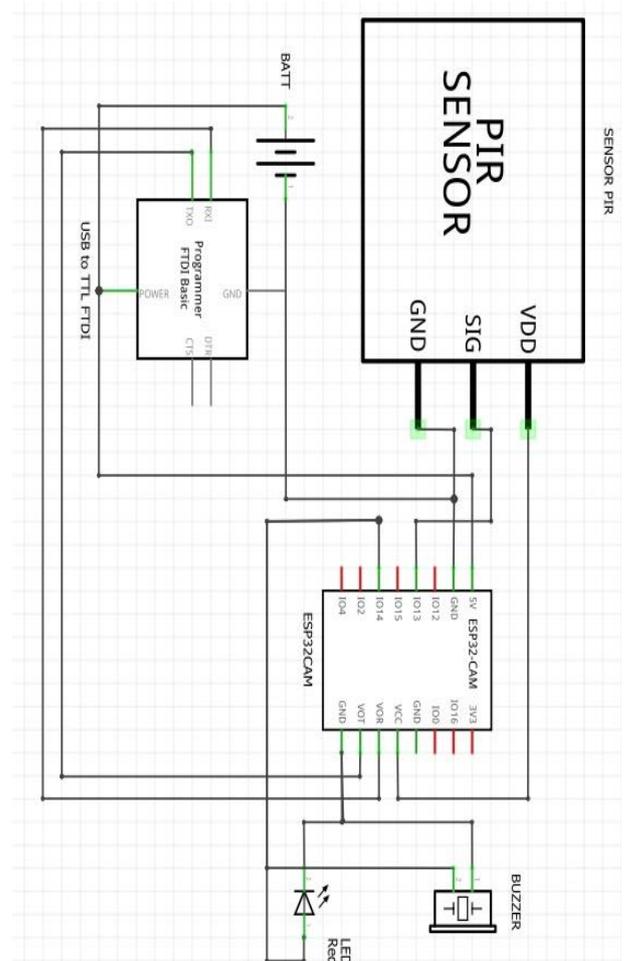
#### 2. Proses

Komponen proses menggunakan mikrokontroler ESP32-Cam digunakan sebagai pemroses data, di mana ia bertanggung jawab untuk mengelola data yang diterima dari masukan dan menghasilkan output yang sesuai..

#### 3. Output

Output merupakan pengeluaran dari semua proses yang telah dijalankan. Output yang dihasilkan yaitu:

- a. Telegram berfungsi untuk mengirimkan notifikasi berupa gambar yang ditangkap oleh ESP32-Cam kepada smartphone pengguna jika terdeteksi gerakan pada sensor PIR.
- b. Buzzer berfungsi sebagai alarm bahwa telah terdeteksi adanya gerakan oleh sensor PIR.
- c. LED berfungsi sebagai indikator apabila sensor PIR mendeteksi gerakan dan hidup bersamaan dengan buzzer.



Gambar 2. Skema Rangkaian

Rangkaian diatas merupakan skema rangkaian alat keamanan menggunakan sensor gerak dengan ESP32-Cam berbasis IoT. Pada skema diatas penulis menggunakan sensor passive infrared (PIR) sebagai sensor pendeteksi gerakan (motion), penulis menggunakan aplikasi Telegram sebagai pengirimkan pesan hasil dari sensor pendeteksi gerakan, kemudian penulis menggunakan ESP32-Cam sebagai kendali utama dalam pembuatan alat ini. Dari gambar skema rangkaian diatas penulis menggunakan USB to TTL FTDI sebagai modul konversi signal USB ke signal TTL untuk memprogram ESP32-Cam. Kaki pin yang digunakan adalah kaki pin RX sebagai penerima atau receive data yang dihubungkan ke kaki pin VOR (GPIO 3) pada ESP32-Cam, lalu kaki pin TX sebagai pengirim data yang dihubungkan ke kaki pin VOT (GPIO 1) pada ESP32-Cam, kemudian kaki pin VCC sebagai pin penghubung sumber daya yang dihubungkan ke kaki pin 5V pada ESP32-Cam, dan kaki pin GND (Ground) sebagai penghubung kutub negatif yang dihubungkan ke kaki pin GND pada ESP32-Cam.

Sensor PIR yang digunakan dengan spesifikasi HC-SR501 dengan kaki pin VCC yang dihubungkan ke kaki pin VCC (3V3/5V) pada ESP32-Cam untuk menghidupkan sensor tersebut, lalu kaki

pin GND (Ground) yang dihubungkan ke kaki pin GND pada ESP32-Cam sebagai penghubung kutub negatif sensor, dan kaki pin SIG (OUT) yang dihubungkan ke kaki pin IO13 (GPIO 13) pada ESP32-Cam sebagai output digital sensor. Kemudian penulis menggunakan LED dan buzzer sebagai indikator apabila sensor PIR mendeteksi gerakan dan menghidupkan kedua komponen tersebut. Kaki pin Anode LED dan buzzer dihubungkan ke kaki pin IO14 (GPIO 14) pada ESP32-Cam, lalu kaki pin Cathode LED dan buzzer dihubungkan ke kaki pin GND pada ESP32-Cam.

### Hasil Percobaan

#### Hasil Percobaan Input

Percobaan yang dilakukan pada sensor PIR bertujuan untuk mengukur jarak deteksi gerakan yang dapat dihasilkan oleh sensor pada perangkat yang dipasang penjelasan tersebut dapat diterima secara ilmiah.

Tabel 1. Pengujian Sensor Passive Infrared

No.	Range (Meter)	Penjelasan
1.	0,5	Mendeteksi Gerakan
2.	0,5	Mendeteksi Gerakan
3.	0,5	Mendeteksi Gerakan
4.	0,5	Mendeteksi Gerakan
5.	0,5	Mendeteksi Gerakan
6.	1	Mendeteksi Gerakan
7.	1	Mendeteksi Gerakan
8.	1	Mendeteksi Gerakan
9.	1	Mendeteksi Gerakan
10.	1	Mendeteksi Gerakan
11.	2	Mendeteksi Gerakan
12.	2	Mendeteksi Gerakan
13.	2	Mendeteksi Gerakan
14.	2	Tidak Mendeteksi Gerakan
15.	2	Mendeteksi Gerakan
16.	3	Mendeteksi Gerakan
17.	3	Tidak Mendeteksi Gerakan
18.	3	Tidak Mendeteksi

		Gerakan
19.	3	Tidak Mendeteksi Gerakan
20.	3	Mendeteksi Gerakan

Pada tabel . memuat hasil pengujian sensor PIR HC-SR501 yang dilakukan dengan mendeteksi pergerakan sejumlah 20 kali pada jarak 0,5 - 3 meter dari posisi sensor PIR, dengan 5 kali pengujian untuk setiap jarak. Dari tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa dalam 20 uji yang dilakukan, sensor PIR berhasil mendeteksi pergerakan.sejumlah 16 kali serta gagal mendeteksi pergerakan 4 kali. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh sensitivitas sensor terhadap kegagalan mendeteksi gerakan. Dalam pengujian ini, penulis juga menghitung.tingkat akurasi dan juga persentase deteksi untuk setiap jaraknya. Perhitungan tingkat akurasi menggunakan rumus:

$$Akurasi = 100\% - error$$

Proses perhitungan akurasi dilakukan dengan mengurangi nilai error dari 100%.

$$Persentase terdeteksi (\%)$$

$$= \frac{Jumlah\ terdeteksi}{Jumlah\ pengujian} \times 100\%$$

Pada setiap jarak yang diuji, penulis melakukan perhitungan persentase deteksi yakni membagi jumlah hasil.pengujian yang terdeteksi dengan jumlah total.pengujian yang.dilakukan. Berikut adalah hasil tingkat akurasi yang diperoleh penulis pada setiap jarak.yang.diuji:

- a. Hasil pengujian pada jarak 0,5 meter menunjukkan bahwa sensor PIR HC-SR501 memiliki tingkat akurasi dan persentase deteksi 100%. didapatkan dari:

$$Persentase\ terdeteksi\ (\%) = \frac{Jumlah\ terdeteksi}{Jumlah\ pengujian} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{5} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$Akurasi = 100\% - 0\%$$

$$= 100\%$$

- b. Hasil pengujian pada jarak 1 meter menunjukkan bahwa sensor PIR HC-SR501 memiliki tingkat akurasi dan persentase deteksi 100%. didapatkan dari:

$$Persentase\ terdeteksi\ (\%)$$

$$= \frac{Jumlah\ terdeteksi}{Jumlah\ pengujian} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{5} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$Akurasi = 100\% - 0\%$$

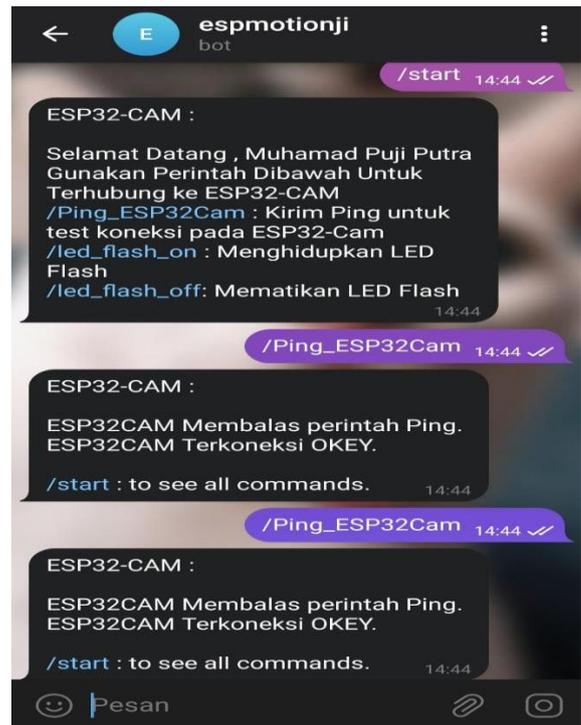
$$= 100\%$$

- c. Hasil pengujian pada jarak 2 meter menunjukkan bahwa sensor PIR HC-SR501 memiliki tingkat akurasi dan persentase deteksi 80%. didapatkan dari:

$$\begin{aligned} \text{Persentase terdeteksi (\%)} &= \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{4}{5} \times 100\% \\ &= 80\% \\ \text{Akurasi} &= 100\% - 20\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

- d. Hasil pengujian pada jarak 3 meter menunjukkan bahwa sensor PIR HC-SR501 memiliki tingkat akurasi dan persentase deteksi 60%. didapatkan dari:

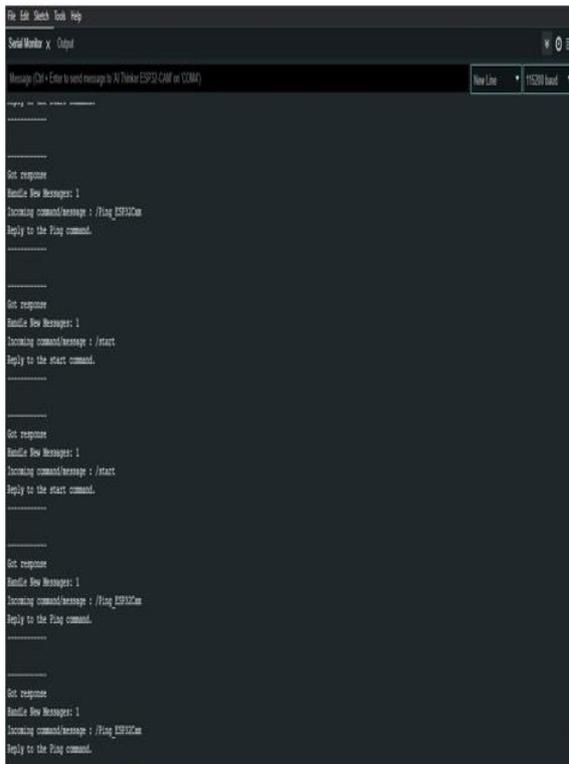
$$\begin{aligned} \text{Persentase terdeteksi (\%)} &= \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{3}{5} \times 100\% \\ &= 60\% \\ \text{Akurasi} &= 100\% - 40\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$



Gambar 4. Tampilan pada aplikasi Telegram

**Hasil Percobaan Output**

Tujuan dari percobaan aplikasi Telegram ini adalah untuk mengecek apakah pesan atau instruksi yang dikirim melalui aplikasi Telegram dapat ditampilkan pada serial monitor di software Arduino IDE dan didalam aplikasi Telegram.



Gambar 3. Tampilan pada serial monitor

**Hasil Percobaan Keseluruhan**

Percobaan keseluruhan alat yakni dengan menggabungkan input, proses, dan output. Hal ini dilakukan dengan maksud mengetahui apakah keseluruhan alat tersebut berfungsi dengan baik.

Tabel 2. Pengujian Keseluruhan

N o.	Jarak (Meter)	Hasil Tangkapan ESP32-Cam	Tampilan pada Telegram
1.	0,5	 <p>Gambar dari jarak 0,5 meter sensor PIR mendeteksi gerakan</p>	 <p>Gambar ketika gerakan terdeteksi</p>

2.	1	 <p>Gambar dari jarak 1 meter sensor PIR mendeteksi gerakan</p>	 <p>Gambar ketika gerakan terdeteksi</p>
3.	2	 <p>Gambar dari jarak 2 meter sensor PIR mendeteksi gerakan</p>	 <p>Gambar ketika gerakan terdeteksi</p>
4.	3	 <p>Gambar dari jarak 3 meter sensor PIR mendeteksi gerakan</p>	 <p>Gambar ketika gerakan terdeteksi</p>
5.	4	 <p>Gambar dari jarak 4 meter sensor PIR mendeteksi gerakan</p>	 <p>Gambar ketika gerakan terdeteksi</p>

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2 dapat dilihat kualitas dari hasil tangkapan gambar yang dihasilkan oleh ESP32-Cam kurang baik, Adapun beberapa faktor yang mengakibatkan hasil tangkapan menjadi kurang baik:

1. Mikrokontroler ESP32-Cam menggunakan modul kamera OV2640 dengan spesifikasi 1600x1200 (UXGA)
2. ESP32-Cam menggunakan koneksi Wi-Fi untuk terhubung ke Telegram dan mengirim gambar sehingga sangat berpengaruh apabila koneksi Wi-Fi lemah ataupun tidak stabil dan juga akan terjadi delay saat mengirim notifikasi
3. Pencahayaan juga mempengaruhi hasil gambar, semakin redup atau kurang pencahayaan akan semakin buruk gambar, dan begitu pun sebaliknya apabila pencahayaan cukup akan terlihat jelas objek dalam gambar.

## KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan implementasi IoT (Internet of Things) pada sistem keamanan rumah dengan menggunakan aplikasi berbasis Android. Fokus utama penelitian ini adalah mengatasi kekhawatiran masyarakat terkait keamanan rumah ketika ditinggalkan dalam kondisi kosong. Penelitian ini berhasil mencapai tujuannya dengan menciptakan sebuah prototipe IoT yang dapat membantu masyarakat dalam menjaga keamanan rumah. Prototipe tersebut dapat dikendalikan melalui aplikasi yang terhubung melalui WiFi dan jaringan internet.

Pada percobaan yang dilakukan, Sensor PIR HC-SR501 digunakan dalam sebuah perangkat untuk mendeteksi gerakan di depannya dengan jarak antara 0.5 hingga 3 meter dari posisi sensor. Dalam setiap percobaan sebanyak 20 kali pada setiap jarak, hasilnya menunjukkan bahwa jarak antara 0.5 hingga 1 meter memiliki tingkat keakuratan 100%. Pada jarak 2 meter, tingkat keakurannya mencapai 80%. Sedangkan untuk jarak 3 meter, tingkat keakurannya menurun menjadi 60%. Selain itu, pengujian pada kamera ESP32-CAM yang dilakukan pada kondisi siang dan malam dengan bantuan lampu tambahan menunjukkan hasil yang jelas. Namun, diperlukan dua kali pengambilan gambar untuk melihat hasil yang sebenarnya dari depan kamera yang tepat. Oleh karena itu, sistem pemantauan keamanan pada perangkat ini memiliki keterbatasan dalam memantau dengan akurasi yang tinggi.

Pada penelitian ini, alat dan sistem yang telah dibuat telah diimplementasikan dengan baik dan mampu beroperasi sesuai dengan perancangan yang telah direncanakan.

## REFERENSI

- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- Aryanto, U. (2018). Bab III - Metode Penelitian Metode Penelitian. *Metode Penelitian*, 32–41.
- 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>
- Han, J., & Kamber, M. (2006). Data Mining: Concepts and Techniques. In *Soft Computing* (Vol. 54, Nomor Second Edition).  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-19721-5>
- 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>
- Handoyo, M. A. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía ecuatoriana y turismo local.*, 1(69), 5–24.
- Hendrik Kurniawan. (2022). *Penerapan Internet of Things Pada Sistem Keamanan*.
- Liza, Y., & Yupinti. (2012). Sistem Informasi persediaan barang pada PT.Surya Nusa Bhaktindo Bengkulu. *Media Infotama*, 8(1), 90–117.
- Lutfi, F., & Sanwasih, M. (2020). *Perancangan Alat Pendeteksi Garis Gawang Lapangan Futsal Dengan Sensor Passive Infrared Receiver (Pir) Berbasis Arduino (Studi Kasus Lapangan Futsal Komplek Polri Pengadegan)*. 7(1), 73–81.
- M, A., Febryan, A., Andriani, & Rahmania. (2023). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Telegram Menggunakan Esp 32 Cam. *VERTEX ELEKTRO-Jurnal Teknik Elektro UNIMUH*, 15(1), 64–71.  
<https://journal.unismuh.ac.id/index.php/vertex/article/view/10246/5624>
- Mahfudh, A. A., Ramadhani, S., & Fathoni, M. A. R. (2021). Sistem Keamanan Ruang Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor PIR dan Fingerprint. *Walisongo Journal of Information Technology*, 3(2), 95–106.  
<https://doi.org/10.21580/wjit.2021.3.2.9616>
- Marcoulides, G. a. (2005). *Discovering Knowledge in Data: an Introduction to Data Mining: Discovering Knowledge in Data: An*

- Introduction to Data Mining. In *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 100, Nomor 472).  
<https://doi.org/10.1198/jasa.2005.s61>
- Muhammad Yunus. (2021). *PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER DENGAN ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI (Studi Kasus : Kos Sianturi Air Dingin)*. 10–11.
- Nur Atikah, Tuti Hartati, Agus Bahtiar, Kaslani, & Odi Nurdiawan. (2022). Sistem Image Capturing Menggunakan ESP32-Cam Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram. *KOPERTIP : Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, 6(2), 49–53.  
<https://doi.org/10.32485/kopertip.v6i2.141>
- Prasetyo, Y. R., & Satria, B. (2022). *Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Passive Infrared Receiver dan SMS*. 11(1), 1028–1036.  
<http://ijcs.stmikindonesia.ac.id/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3113/81>
- Putra, R. D., & Mukhaiyar, R. (2022). Perancangan Sistem Pemantau Keamanan Rumah dengan Sensor PIR dan Kamera Berbasis Mikrokontroler dan Internet of Things (IoT). *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(3), 8–9.
- Ridwan, M. A. (2019). *Rancang Bangun Alarm Anti Pencuri Dengan Notifikasi Inframerah Pada Rumah*. 01(3), 1–9.  
<https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/Zetroleum/article/view/308/197>
- Ruhwan, R., Rizal, R., & Kurniawan, R. (2020). Pendeteksi Gerakan Menggunakan Sensor PIR untuk Sistem Keamanan di Ruang Kamar Berbasis SMS. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(3), 281.  
<https://doi.org/10.32493/informatika.v5i3.5706>
- Septian, R., & Mufti Prasetyo, S. (2022). Sistem Keamanan Menggunakan Kamera dan Sensor Gerak Berbasis Internet of Things (IoT). *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, 1(9), 1330–1339.  
<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>
- Setiawan, A., & Irma Purnamasari, A. (2019). Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan. *Prosiding Seminar Nasional SISFOTEK (Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, 3(1), 148–154.  
<http://seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/118>
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *JurnalImagine*, 2(1), 35–40