

Penerapan Sistem Pendeteksi Maling Berbasis Iot Yang Terintegrasi Dengan Pemilik Rumah Menggunakan Aplikasi Telegram

1st Alfarizy Octavian Rizky
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alfarizyor@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Periyadi
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

periyadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Lisdameisaroh
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

lisdameisaroh@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Sistem keamanan berbentuk CCTV yang ada saat ini tidak memiliki pemberitahuan kepada pemilik rumah jika ada yang mendekati halaman rumah, kebanyakan setelah adanya kejadian pencurian baru pemilik rumah memeriksa CCTV. Penelitian ini membuat sebuah sistem keamanan rumah menggunakan Sensor PIR yang dimana jika sensor PIR membaca suatu pergerakan maka ESP32-CAM akan menangkap gambar, dan dapat mengirimkan pesan melalui aplikasi Telegram yang berada di Smart Phone pemilik rumah, penelitian ini juga menggunakan Buzzer untuk mengetahui jika PIR membaca suatu pergerakan. Penggunaan Light Emitting Diode (LED) Juga diperlukan apabila sensor PIR tidak mendeteksi pergerakan maka LED berkedip setiap satu detik. keunggulan dari Proyek ini adalah pemilik dapat langsung mengetahui jika ada seseorang mendekati jarak 1 meter sampai 3 meter maka alat ini dapat mengirimkan pesan secara cepat jika menggunakan Wi-Fi dengan rata – rata waktu pengiriman 3 detik. Dengan hasil pengujian Sistem Pendeteksi Maling diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi untuk pendeteksi maling yang lebih efisien.

Kata Kunci: ESP32-CAM, Sensor PIR, Telegram Bot

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Latar belakang dari penelitian ini adalah keinginan dari lingkungan penulis yang menghendaki adanya alat untuk mendeteksi adanya kejahatan pada saat rumah dalam keadaan kosong atau malam hari. Alat yang dikehendaki harus dapat diintegrasikan dengan smartphone yang sudah dimiliki oleh pemilik rumah. Sedangkan hardware dan software yang dibutuhkan harus dapat diintegrasikan dengan perangkat internet atau Internet of Things (IoT).

Internet of Things, yang sering dikenal dengan istilah IoT adalah sistem embedded yang bertujuan untuk memperluas pemanfaatan dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata contohnya seperti bahan pangan,

elektronik, peralatan yang terhubung dengan sensor dan terhubung dengan jaringan[1]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat mendeteksi adanya kejahatan pada saat rumah dalam keadaan kosong atau malam hari berbasis internet. Perangkat yang dibutuhkan untuk mendeteksi adanya kejahatan adalah HC-SR602 passive infrared sensor (PIR). Keunggulan dari HC-SR602 Passive Infrared Receiver (PIR), diantaranya adalah memiliki induksi otomatis dengan jarak dari mulai 0 meter sampai 7 meter, kemudian kontrol foto sensitif yang dapat diatur sesuai kebutuhan, bekerja pada suhu rendah sampai suhu ideal yaitu 30 derajat sampai 32 derajat celsius, delay waktu untuk mendeteksi suhu sekitar 2.5 detik, bekerja pada arus DC antara 4.5V sampai 20V, dan konsumsi daya listrik yang rendah yaitu sekitar 50 microampers. Sedangkan ESP32-CAM adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi oleh kamera OV2640 yang dapat diprogram dengan Arduino IDE, digunakan untuk mengirimkan gambar atau video ketika sensor HC-SR602 Passive Infrared Receiver (PIR) aktif[2].

Gambar yang terkirim dapat terlihat melalui telegram yang terinstall di perangkat smartphone. yang membutuhkan banyak perangkat untuk tujuan penelitian yang sama. Kemudian ESP32 memiliki pin GPIO paling banyak yaitu 32 pin GPIO dibandingkan dengan ESP8266 yang memiliki pin GPIO sebanyak 17 buah pin, sehingga dapat diputuskan pin yang akan difungsikan sebagai UART, I2C, atau SPI yang dapat disesuaikan dengan kode program yang akan dibuat [3].

Bot Telegram adalah sebuah akun Telegram yang dioperasikan oleh perangkat lunak yang memiliki fitur AI. Bot Telegram dapat melakukan apa saja sesuai perintah (yang sudah tersedia). Bot telegram bisa digunakan untuk melakukan pencarian, sebagai penghubung, pengingat, pengajar, pengintegrasian, dan lainnya. Telegram bot berjalan tanpa perlu diinstal dan tanpa perlu nomor telepon. Mereka sudah berjalan di semua platform yang mendukung Telegram. Mereka berjalan tanpa terlihat, sehingga tidak mengganggu pengguna. Pengguna dapat berinteraksi dengan dengan bot Telegram dengan cara mengirimkan sebuah pesan atau baris perintah tertentu[4].

II. KAJIAN TEORI

A. Sensor PIR



PIR (Passive Infrared Receiver) adalah suatu sensor yang menggunakan infrared. Berbeda dari sensor infrared lainnya sensor PIR tidak memancarkan IR LED. Sensor PIR mampu mendeteksi radiasi dari berbagai objek sebab semua objek memancarkan energi radiasi, sebagai contoh saat terdeteksi suatu gerakan dari sumber infra merah dengan suhu tertentu yaitu manusia mencoba melewati sumber infra merah, maka sensor akan membandingkan pancaran infra merah yang diterima setup satuan waktu, sehingga apabila ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan pada sensor. Sensor PIR hanya dapat mendeteksi pancaran infra merah dengan Panjang gelombang 8-14 mikrometer, sedangkan manusia memiliki suhu badan yang dapat menghasilkan pancaran infra merah dengan panjang gelombang 9-10 mikrometer, panjang gelombang tersebut dapat terdeteksi oleh sensor PIR membuat sensor ini sangat efektif digunakan sebagai pendeteksi manusia[9].

B. ESP32 Cam

Modul Esp32-Cam memiliki 2 sisi dalam rangkaian modulnya. Di bagian atas terdapat modul kamera yang dapat dibongkar pasang dan ada microSD yang dapat diisi, serta flash sebagai lampu tambahan untuk kamera jika diperlukan. Di bagian belakang modul, terdapat antena internal, konektor untuk antena eksternal, pin male untuk I/O dan ESP32S sebagai otaknya. Lebih jelasnya, kita dapat melihat spesifikasinya sebagai berikut [10].

1. 802.11b/g/n Wi-Fi
2. Bluetooth 4.2 with BLE
3. UART, SPI, I2C and PWM interfaces
4. Clock speed up to 160 MHz
5. Computing power up to 600 DMIPS
6. 520 KB SRAM plus 4 MB PSRAM
7. Supports WiFi Image Upload
8. Multiple Sleep modes
9. Firmware Over the Air (FOTA) upgrades possible
10. 9 GPIO ports
11. Built-in Flash LED
12. Kamera

C. Smartphone



Smartphone adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan dengan penggunaan dan fungsi yang menyerupai komputer. Belum ada standar pabrik yang menentukan arti ponsel cerdas. Bagi beberapa orang, ponsel cerdas merupakan telepon yang bekerja menggunakan seluruh perangkat lunak sistem operasi yang menyediakan hubungan standar dan mendasar bagi pengembang aplikasi. Bagi yang lainnya, ponsel cerdas hanyalah merupakan sebuah telepon yang menyajikan fitur canggih seperti surel (surat elektronik), internet dan kemampuan membaca buku elektronik (e- book) atau terdapat papan ketik (baik sebagaimana jadi maupun terhubung keluar) dan penyambung VGA. Dengan kata lain, ponsel cerdas merupakan komputer kecil yang mempunyai kemampuan sebuah telepon[11].

D. LED

Light-Emitting Diode (LED) adalah suatu perangkat semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. LED merupakan keluarga dari dioda (family of diodes) yang terbuat dari material semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju dari Anoda menuju ke Katoda [12].



E. Telegram

Aplikasi Telegram adalah aplikasi *messenger* berbasis cloud untuk smartphone dan laptop serta fokus pada keamanan dan kecepatan. Fitur yang dapat di gunakan untuk membuat suatu *IOT* (*internet of things*) adalah Fitur Bot dimana akun yang dijalankan oleh aplikasi(bukan orang), biasanya memiliki fitur *AI* (*Artificial Intelligence*) kecerdasan buatan). Bot dapat melakukan apa saja: mengajar, bermain game, melakukan pencarian, melakukan penyiaran, mengingatkan, menghubungkan, integrasi dengan layanan lain, dan segalamacam hal internet yang dapat dibayangkan[13].

E. Arduino IDE



Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng- upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah[14].

III. METODE

A. Gambaran Sistem Saat Ini

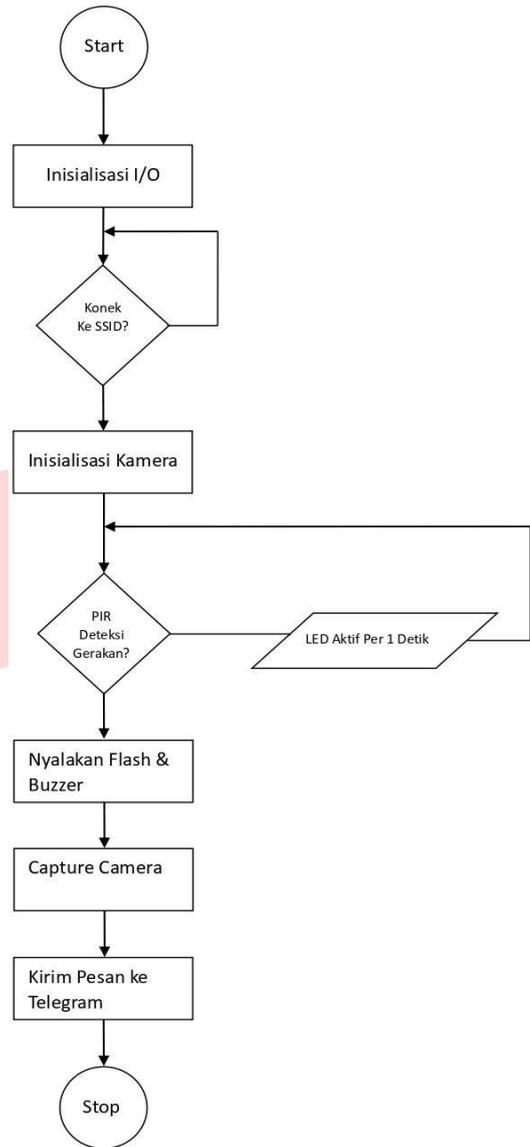
Gambaran sistem saat ini adalah Internet Of Things untuk keamanan rumah menggunakan NODEMCU ESP8266, dimana alat ini tidak dapat mengambil gambar untuk membuktikan apakah benar adanya maling, dan terlalu banyak menggunakan kabel untuk modul kamera OV7670. Maka penulis membuat alat yang dapat mengambil gambar dan tidak membutuhkan kabel yang banyak, serta waktu yang dibutuhkan untuk mengirim gambar relatif cepat[15].

B. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Dalam perancangan sistem pendeteksi maling ini dibutuhkan ESP32-CAM, sensor PIR untuk mendeteksi tubuh manusia. Sistem ini mengirim informasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi telegram, modul ini dapat menginformasikan berupa pesan singkat dan gambar yang ditujukan kepada pemilik rumah.

Kebutuhan Fungsional		
No.	Nama Komponen	Fungsi
1	ESP32-CAM	Berfungsi sebagai pengolah data dan untuk memberi perintah kepada komponen lainnya.
2	Sensor PIR MH SR602	Berfungsi untuk mendeteksi suatu gerakan
3	LED	Berfungsi sebagai pemberi informasi jika sensor PIR mendeteksi suatu gerakan
4	Buzzer	Berfungsi sebagai pemberi informasi jika ada

C. Perancangan Sistem



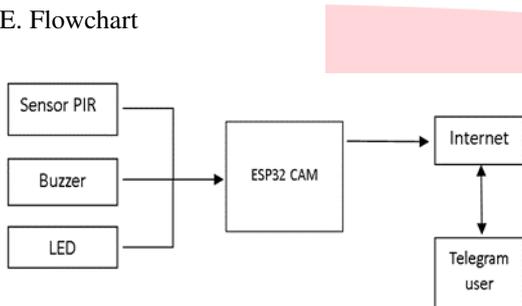
Perancangan sistem pada alat proyek akhir ini terdapat sistem sebagai berikut.

- a. Alat proyek akhir ini menggunakan ESP32-CAM sebagai otak dari alat ini yang akan memberi perintah kepada komponen lainnya seperti sensor PIR, Buzzer, LED.
- b. PIR merupakan sebuah sensor untuk membaca gerak manusia yang akan di proses oleh ESP32-CAM.
- c. Power Suply merupakan perangkat keras untuk memberi tegangan tenaga listrik untuk menjalankan alat ini.

D. Blok Diagram

Alat ini menggunakan sensor PIR agar lebih mudah mendeteksi tubuh manusia, dan Alat ini di bantu oleh LED untuk mengetahui jika sensor membaca sebuah pergerakan, sedangkan Buzzer di pergunakan sebagai informasi dini yang dapat di dengar oleh pemilik rumah, untuk mengambil gambar setelah Sensor PIR membaca pergerakan adalah ESP32-CAM yang sudah terhubung dengan wifi dan sekaligus akan mengirimkan informasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi telegram yang ada di smart phone pemilik rumah.

E. Flowchart

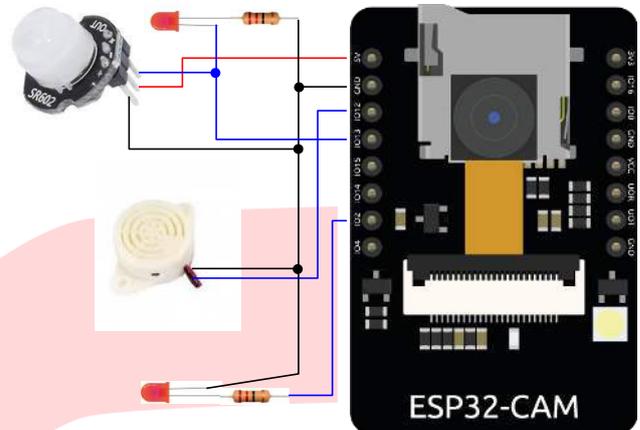


Penjelasan gambar Flowchart sistem usulan sebagai berikut.

1. Start menandakan sistem sudah dimulai.
2. Inisialisasi I/O menandakan sedang mengatur fungsi awal port sebagai masukan atau keluaran.
3. ESP32-CAM melakukan konektivitas terhadap Wi-Fi, jika tidak dapat terkoneksi maka akan diulangi terus menerus.
4. Inisialisasi kamera menandakan menyiapkan kamera agar dapat berjalan di sistem.
5. Sensor PIR melakukan deteksi gerakan, jika tidak mendeteksi gerakan maka LED akan berkedip per 1 detik.
6. Flash dan buzzer akan aktif jika sensor PIR mendeteksi suatu pergerakan
7. Capture Camera menandakan telah mengambil gambar.
8. Setelah mengambil gambar sistem akan mengirim pesan singkat ke telegram beserta hasil pengambilan gambarnya.
9. Proses Selesai

F. Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam tahapan perancangan perangkat keras elektronik ini, digunakan beberapa komponen elektronika yaitu: ESP32-CAM, Sensor PIR, LED dan Buzzer sehingga membentuk suatu rangkaian sistem. Adapun skema rangkaian dapat dilihat pada Gambar 3.3



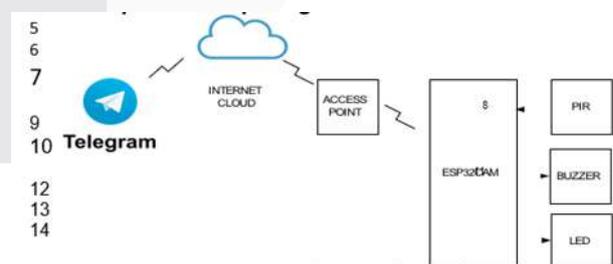
Berikut dibawah ini merupakan tabel blok elektronik yang bertujuan untuk mendeskripsikan hubungan antara pin pada ESP32CAM dengan komponen elektronika lainnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.2

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

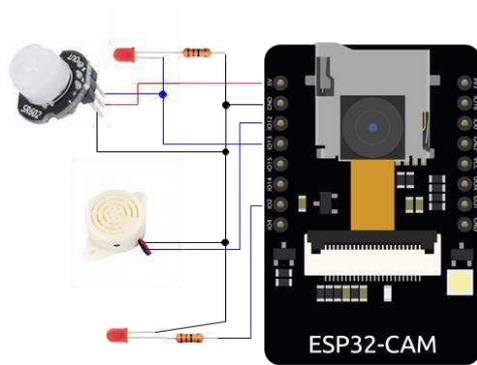
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dihasilkan alat pendeteksi gerakan berbasis mikrokontroler ESP32CAM yang dapat mengirimkan notifikasi dan photo ke aplikasi Telegram. Bahan elektronika terdiri dari Esp32CAM, Sensor PIR, LED dan Buzzer. Semua komponen tersebut disusun sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.1

B. Implementasi Perangkat Keras



Gambar 4.1 Implementasi

Dalam tahapan perancangan perangkat keras elektronik ini, digunakan beberapa komponen elektronika yaitu: Esp32CAM, Sensor PIR, LED dan Buzzer sehingga membentuk suatu rangkaian sistem. Adapun skema rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4.2



Berikut dibawah ini merupakan tabel blok elektronik yang bertujuan untuk mendeskripsikan hubungan antara pin pada ESP32CAM dengan komponen elektronika lainnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1

C. Prototipe

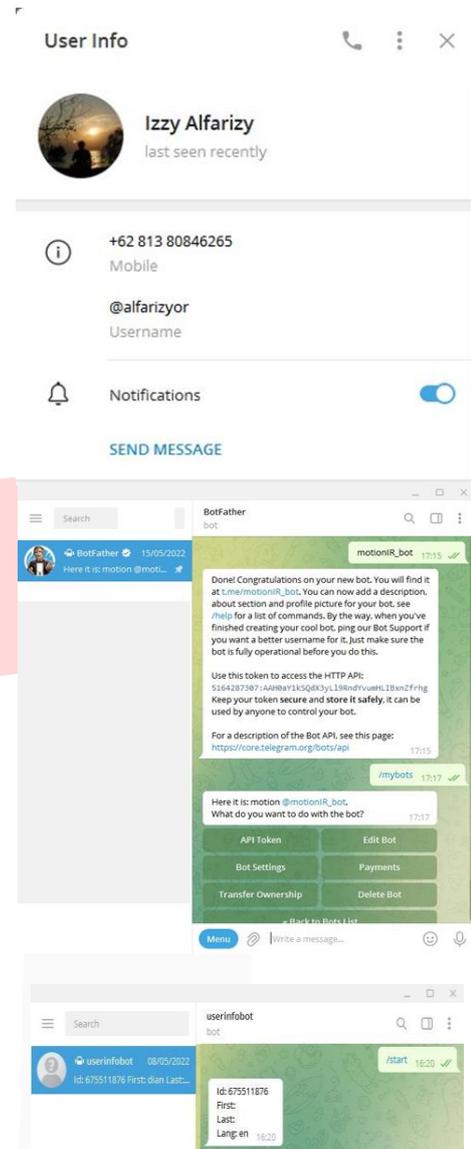
Pada proses ini menjelaskan bagaimana perancangan yang akan dibangun sehingga system akan berjalan seperti yang di inginkan:

1. Pemasangan casing dummy camera
casing ini berguna untuk melindungi komponen-komponen.
2. Pemasangan perangkat keras
Perangkat keras seperti ESP32-CAM, Buzzer, LED, dan Project Board berada dibagian dalam casing dummy camera.
3. Pemasangan sensor PIR
Perangkat keras sensor PIR dipasang pada bagian luar, agar kegunaannya dalam mendeteksi pergerakan dapat maksimal.
4. Pengecekan
Pengecekan ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya perangkat keras yang belum terhubung kepada ESP32-CAM.

D. Pembuatan Akun Telegram

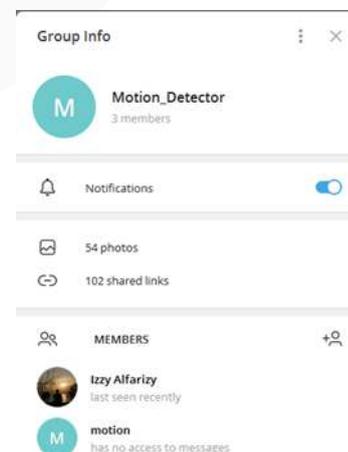
Agar alat dapat mengirimkan pesan pada aplikasi telegram maka perlu dipersiapkan beberapa hal. Diantaranya:

1. Pembuatan Akun
Pembuatan akun diawali dengan unduh aplikasi telegram baik di Smartphone, atau desktop maupun di web. Melakukan registrasi menggunakan nama atau nomor handphone.
2. Pembuatan Bot Telegram
Bot telegram adalah akun yang akan digunakan oleh alat untuk mengirimkan pesan. Cara pembuatan bot telegram dilakukan melalui bantuan akun botfather dengan mengirimkan perintah /newbot dan memberikan nama bot. Jika berhasil maka akan mendapatkan token yang perlu kita copy dan paste pada kodingan Arduino IDE.
3. Memeriksa User ID
Pesan dari bot telegram dapat dikirimkan kepada suatu akun berdasarkan user id akun tersebut. Oleh karena itu perlu diketahui user id untuk akun yang dituju. Untuk mengetahui user id dilakukan dengan bantuan userinfobot dan ketik /start sampai tampil id. Copy dan paste ID tersebut pada kodingan Arduino IDE jika diinginkan pesan alat dikirim ke satu akun.



D. Pembuatan Group

Jika pesan ingin diterima oleh banyak akun, maka sebaiknya dibuatkan Group. Serta diperiksa group id nya sebagai pengganti user id. Pembuatan group dilakukan dengan cara: Masuk ke menu seting -> new group -> beri nama group.



E. Menambahkan Member Group

Jika group telah dibuat maka selanjutnya adalah menambahkan aku bot serta beberapa member lainnya yang akan bergabung ke group agar dapat menerima pesan dari alat. Menambahkan member dilakukan dengan cara: Pilih Group > pilih menu group disebelah kanan > pilih Members > Add Member

F. Implementasi Perangkat Keras

Pada tahap implementasi perangkat keras elektronik semua modul masukkan dan keluaran akan disambungkan ke ESP32-CAM kemudian dipasangkan pada casing dummy camera. Berikut dibawah ini merupakan gambar pengimplementasian perangkat keras elektronik yang telah dikerjakan, seperti yang ditunjukkan gambar 4.7



G. Pengujian

Pengujian dilakukan pada beberapa aspek diantaranya adalah kinerja PIR, buzzer, nyala led dan lama penerimaan pesan foto. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perancangan alat yang dibuat apakah sesuai dengan yang diharapkan. Peralatan yang digunakan meliputi alat pendeteksi gerakan yang telah dibuat, power supply dan acces point dengan akses internet serta aplikasi telegram. Adapun prosedur pengujiannya yaitu sebagai berikut.

1. Aktifkan access point yang akan digunakan alat dan pastikan memiliki koneksi internet.
2. Hubungkan power supply 5V Alat dengan sumber tegangan 220/240V PLN sampai alat menyala dan siap digunakan.
3. Jika alat telah mengirimkan pesan awal pada aplikasi Telegram maka alat siap beroperasi.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan terhadap PENERAPAN SISTEM PENDETEKSI MALING BERBASIS IoT YANG TERINTEGRASI DENGAN PEMILIK RUMAH MENGGUNAKAN APLIKASI TELEGRAM dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat yang dibangun sesuai fungsi dan tujuannya yaitu, sebagai Pendeteksi Maling yang terintegrasi dengan pemilik rumah menggunakan aplikasi telegram.
2. Alat yang dibangun berhasil mendeteksi pergerakan dengan diikuti pengambilan gambar dan secara otomatis mengirim gambar ke aplikasi telegram.
3. Alat yang dibangun dapat mengirimkan pesan ketelegram setiap satu jam untuk mengetahui alat selalu aktif.
4. Penggunaan HC-SR602 Passive Infrared Receiver (PIR) dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia dengan jarak 1 meter sampai 3 meter.
5. Kecepatan alat mengirim gambar ke telegram dengan menggunakan Wifi Bali Fiber rata-rata pengiriman 3 detik, sedangkan menggunakan kartu perdana XL rata-rata pengiriman 14 detik.

B. Saran

Dalam proyek akhir ini didapatkan kekurangan sebagai berikut.

1. Tidak terfokus pada manusia saja untuk pendeteksiannya, disarankan menggunakan alat pendeteksi yang jauh lebih baik.
2. Jika alat ini dilengkapi suara seperti CCTV dengan tipe yang terbaru maka alat ini akan lebih baik.

REFERENSI

- [1] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari," *J. Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.
- [2] R. Saleha, "Klasifikasi Data Time Series Pola Pergerakan Manusia Di Depan Rumah Menggunakan Sensor Passive Infrared Dan Camera Ov2640 Dengan Metode SVM," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–65, 2020.
- [3] A. Setiawan and A. Irma Purnamasari, "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 Semin. Nas. SISFOTEK (Sistem Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 148–154, 2019, [Online]. Available: <http://seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/118>
- [4] H. Syahputra, I. Zulfa, I. Qusyairi, G. Putih, J. J. Simpang, and K.-L. B.-B. Bebangka, "ANALISIS KINERJA SISTEM KAMERA PEMANTAU MENGGUNAKAN SENSOR GERAK DAN BOT TELEGRAM BERBASIS IOT (INTERNET OF THING) (Study Kasus : Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang)," *J. Ilm. Elektron. Dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 152–160, 2021, [Online].

- Available:
<http://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom/page152>
- [5] M. D. Payana and N. Husna, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pada Pintu Rumah Dengan Menggunakan Sensor PIR dan Peringatan Dini Melalui SMS Berbasis Mikrokontroler," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.uui.ac.id/index.php/jics/article/view/421>
- [6] D. Maulana, I. Gusti Agung Putu Raka Agung, and I. Putu Elba Duta Nugraha, "Sistem Monitor Budi Daya Sarang Burung Walet Berbasis Esp32-Cam Dilengkapi Aplikasi Telegram," *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, pp. 143–150, 2022.
- [7] K. Berbasis, N. Mcu, E. S. P. Cam, and I. Purwata, "Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku," vol. 5, pp. 36–40, 2023.
- [8] H. Tempong buka, E. Kendek Allo, and S. R. U A Sompie, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared) Dan SMS Sebagai Notifikasi," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 6, pp. 10–15, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/9992>
- [9] S. Ahadiyah, Muharnis, and Agustiawan, "Implementasi Sensor Pir Pada Peralatan," *Inovtek Polbeng*, vol. 07, no. 1, pp. 29–34, 2017.
- [10] M. Ardiansyah and A. Febryan, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS TELEGRAM MENGGUNAKAN ESP 32 CAM," vol. 15, pp. 64–71, 2023.
- [11] Nur Azis, Muhammad Syarif Hartawan, and Syifa Nur Amelia, "Rancang Bangun Otomatisasi Penyiraman dan Monitoring Tanaman Kangkung Berbasis Android," *J. IKRA-ITH Inform.*, vol. 4, no. 3, pp. 95–102, 2020, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/864>
- [12] J. W. Simatupang et al., "Lampu Led Sebagai Pilihan Yang Lebih Efisien Untuk Lampu Utama Sepeda Motor," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 20–26, 2022, doi: 10.52447/jkte.v6i1.4434.
- [13] I. Maulidiyah, "Efektivitas Aplikasi Telegram Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Indonesia," *Kwangsan J. Teknol. Pendidik.*, vol. 10, no. 1, p. 75, 2022, doi: 10.31800/jtp.kw.v10n1.p75--88.
- [14] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," E-book. www.tobuku.com, pp. 1–24, 2011, [Online]. Available: <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>
- [15] F. Eka Prasetyo and D. S. Setiyadi, "Sistem Pendeteksi Ancaman Keamanan Rumah Dengan Menggunakan Telegram Berbasis Internet Of Things," *J. ICT Inf. Commun. Technol.*, vol. 20, no. 1, pp. 127–132, 2021, doi: 10.36054/jict-ikmi.v20i1.340.