

Prototipe Sistem Keamanan Ruang Server Otomatis Menggunakan ESP32CAM dan Algoritma You Only Look Once (YOLO)

Ferdy Agus Saputra^{1*}, Joko Christian Chandra²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260

Email: ^{1*}1811511326@student.budiluhur.ac.id, ²joko.christian@budiluhur.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak- Pada kantor Sekretariat BPSDM ESDM tempat melakukan penelitian, ruang server belum dilengkapi dengan sistem monitoring keamanan berbasis IoT. Sistem monitoring Sekretariat BPSDM ESDM masih menggunakan perangkat CCTV sehingga pengawasan belum dilengkapi dengan sistem notifikasi atau peringatan ketika ada seseorang yang mencoba memasuki ruang server. Maka dari itu diperlukan suatu sistem pengawasan terhadap keamanan suatu tempat atau ruangan dengan menggunakan sebuah modul kamera yang tertanam pada mikrokontroler esp32cam. Sistem ini menggunakan dua metode deteksi yaitu pendeteksi objek menggunakan sensor *passive infrared* (PIR), algoritma *YOLO* dan library Open CV yang diprogram melalui aplikasi *python*. Pada metode pendeteksian yang menggunakan sensor PIR, sistem dilengkapi dengan modul kamera dan buzzer. Jika sensor PIR mendeteksi gerakan manusia maka buzzer akan berbunyi dan sistem *capture* objek di depannya untuk dikirimkan ke web server dan pada metode pendeteksian dengan algoritma *YOLO*, sistem akan *capture* gambar per *frame* untuk kemudian gambar diolah (*image processing*) untuk diidentifikasi nama objek yang terdeteksi. Berdasarkan hasil pengujian prototipe bekerja dengan baik ditandai dengan aktifnya buzzer dan teridentifikasinya objek pada aplikasi sistem yang dibuat menggunakan *python*.

Kata Kunci: ESP32Cam, algoritma YOLO, open CV, python, pendeteksi objek.

Abstract- At the Secretariat BPSDM ESDM office where the research is conducted, the server room is not yet equipped with an IoT-based security monitoring system. The monitoring system of the Secretariat BPSDM ESDM still uses CCTV devices so that surveillance is not yet equipped with a notification or warning system when someone tries to enter the server room. Therefore we need a surveillance system for the security of a place or room by using a camera module embedded in the esp32cam microcontroller. This system uses two detection methods, namely object detection using a passive infrared (PIR) sensor and using the YOLO algorithm and the Open library Open CV, programmed via python application. In the detection method using a PIR sensor, the system is equipped with a camera module and a buzzer if the PIR sensor detects human movement, the buzzer will trigger sound and the system captures the object in front of it to be sent to the web server. In the detection method with the YOLO algorithm, the system will capture images per frame for then the image is processed to identify the name of the object. Based on the results of testing the prototype, it is indicated by the active buzzer and the identification of objects in system applications made using python.

Keywords: ESP32Cam, YOLO algorithm, open CV, python, object detection

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi khususnya di bidang teknologi informasi dan juga komunikasi mendorong berkembangnya teknologi pengolahan citra (gambar) dan penelitian serta aplikasi *computer vision*. Beberapa kemajuan teknologi belakangan ini telah membuka peluang untuk kemajuan di bidang ini. Pemrosesan citra dan visi komputer kini memiliki peran yang penting dalam berbagai kegiatan, termasuk keamanan. Dalam hal keamanan, tentu saja bergandengan dengan tindakan kriminal. Tindak pidana yang banyak terjadi adalah pembobolan ruang kantor dan maraknya pencurian dalam kantor, khususnya ruang kantor dengan aset bernilai tinggi.

Polisi mencatat adanya peningkatan angka kriminalitas dari pekan ke-1 hingga pekan ke-2 tahun 2021. Jumlah kejahatan meningkat menjadi 236, menurut data polisi di Indonesia. Jumlah kejahatan yang ditangani polisi pada pekan pertama 2021 mencapai 4.650. Sedangkan pekan kedua, sementara itu, meningkat menjadi 4.886 acara. Kurangnya lapisan keamanan dan tingginya biaya keamanan tambahan telah membuat pencurian lebih sering terjadi [1].

Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN) memprediksikan bahwa pada tahun 2021 penggunaan untuk (IoT) Internet of Things akan lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah pengguna ponsel yang terhubung. Anton Setiyawan, Direktur Digital Economy Protection BSSN, mengatakan IoT akan berkembang lebih jauh pada 2021 [2].

Berdasarkan latar belakang di atas, diperlukan suatu sistem pengawasan terhadap keamanan suatu tempat atau ruangan dengan menggunakan sebuah modul kamera yang tertanam pada mikrokontroler, sistem ini menggunakan sensor PIR dan buzzer, serta dilengkapi dengan tambahan algoritma YOLO untuk dapat membedakan objek yang ditangkap oleh kamera. Rancangan sistem ini dijabarkan dalam bentuk Laporan Akhir yang berjudul "Prototipe Sistem Keamanan Ruang Server Otomatis Menggunakan ESP32Cam, Sensor PIR, Buzzer dan Monitoring Pendeteksi Objek Dengan Algoritma

You Only Look Once (YOLO)". Sistem bekerja menggunakan mikrokontroler esp32cam yang dilengkapi modul kamera *ov2640* serta modul wifi. Dengan menggunakan library opensource *OpenCV* terkait dengan pemrograman pengolahan citra dan menggunakan metode *YOLO* untuk algoritma pendeteksian objek [3].

Dalam membangun Prototype Sistem Keamanan Ruang Server Otomatis Menggunakan ESP32Cam, *Sensor PIR*, *Buzzer* dan Monitoring Pendeteksi Objek Dengan Algoritma *You Only Look Once (YOLO)* ini, terdiri dari beberapa komponen yaitu:

a. ESP32Cam

ESP32Cam adalah mikrokontroler yang mempunyai beberapa fitur tambahan seperti Wifi, Bluetooth, kamera dan MicroSD. ESP32Cam biasanya digunakan untuk project IoT yang membutuhkan tambahan kamera. Kekurangan dari ESP32Cam ini adalah sedikitnya pin yang terdapat dalam mikrokontroler ini dan tidak disediakan port usb uploader [4].

b. Passive Infrared (PIR)

Passive Infrared adalah sensor pasif yang tidak dapat memancarkan sinyal infrared. Melainkan hanya menerima pancaran sinar radiasi dari luar [5].

c. Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen elektronik yang dirancang untuk mengubah energi listrik dengan mengubahnya menjadi suara. Buzzer digunakan dalam proyek IoT untuk menghasilkan suara seperti speaker [6].

d. Kabel Jumper

Kabel Jumper merupakan komponen kabel yang berdiameter kecil yang biasanya digunakan untuk menghubungkan antara titik satu ke titik lainnya antara komponen elektronika. Terdapat 3 jenis kabel jumper. kabel jumper male to female, female to female dan male to male [7].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan memprogram sistem pendeteksi keamanan ruang server ketika mendeteksi manusia dan untuk merancang sistem monitoring berbasis website guna menyimpan data hasil monitoring sistem..

Adapun beberapa manfaat penelitian ini adalah untuk memudahkan dalam mengelola sistem keamanan ruang server dan juga dapat digunakan untuk menambah referensi dan penelitian lanjutan ke depannya.

II. METODE PENELITIAN

A. Data Penelitian

Data penelitian ini bersumber dari sensor yang digunakan yaitu sensor kamera yang terdapat pada ESP32Cam. Data dari kamera berupa data gambar yang akan diproses untuk membedakan antar objek yang satu dengan yang lainnya. Sumber data kedua diperoleh dari komputer atau laptop yang dijadikan server yaitu data waktu atau jam sesuai dengan settingan waktu pada komputer atau laptop.

B. Penerapan Metode

Prototype adalah merupakan versi awal dari tahapan sebuah sistem perangkat lunak yang digunakan untuk menguraikan gambaran dari ide, eksperimen dari sebuah

rancangan perangkat lunak, mencari sebanyak mungkin masalah dan memecahkan masalah tersebut[8]:

1. Pengumpulan Kebutuhan

Pada tahapan peneliti melakukan analisis kebutuhan dari alat yang akan dibuat. Dengan menginventarisir alat dan bahan yang dibutuhkan.

2. Merancang Prototype / *Prototyping*

Merancang prototyping merupakan bentuk sementara dari sistem atau alat, untuk kemudian dapat dianalisis kerja dan alur sistemnya sesuai dengan tujuan atau tidak.

3. Evaluasi *Prototyping*

Tahap ini merupakan hasil dari analisis prototype untuk kemudian dapat di evaluasi kekurangan yang terdapat pada sistem untuk perbaikan kerja dan alur sistem. Hasil dari evaluasi digunakan untuk perancangan prototipe selanjutnya.

4. Coding Sistem

Tahap Coding ini merupakan penerjemahan dari prototype dalam bentuk program yang dibuat dengan bahasa pemrograman agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan yang ditentukan di awal.

5. Menguji Sistem

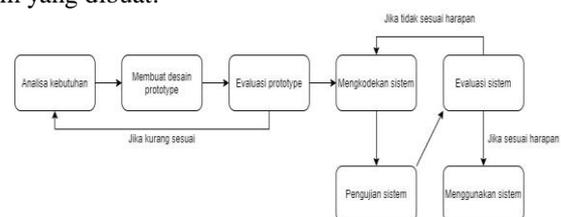
Tahap selanjutnya adalah menguji sistem untuk mengetahui sejauh mana sistem berjalan sesuai dengan tujuan awal. Pengujian sistem ini dapat dilakukan dengan metode *Black Box*.

6. Evaluasi Sistem

Tahapan ini merupakan tahapan mengevaluasi hasil pengujian sistem. Untuk memeriksa apakah sistem berfungsi seperti yang diharapkan. Pada tahap jika hasil evaluasi belum sesuai maka akan kembali lagi ke tahapan coding sistem untuk memperbaiki sistem.

7. Menggunakan Sistem

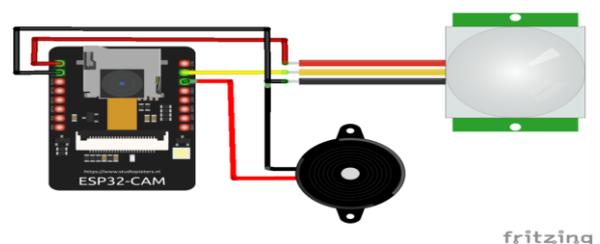
Tahapan akhir dari pembuatan sistem yaitu menggunakan sistem yang dibuat.



Gambar 1. Tahapan Metode Prototype

C. Perancangan Sistem

Pada tahapan ini dibuat suatu perancangan sistem yang akan mempermudah pembuatan perancangan prototipe alat. Gambar 2 merupakan perancangan desain prototipe dari sistem ini:



Gambar 2. Perancangan Desain Prototipe

1. Sensor *Pasive Infrared* (PIR) mendeteksi keberadaan benda di dalam ruangan.
2. Jika terjadi gerakan atau aktivitas yang dilakukan oleh manusia maka esp32cam akan memproses data input dari sensor PIR.
3. Esp32cam akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan.
4. Esp32cam akan mengirim gambar ke web server menggunakan protokol http melalui jaringan wireless.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

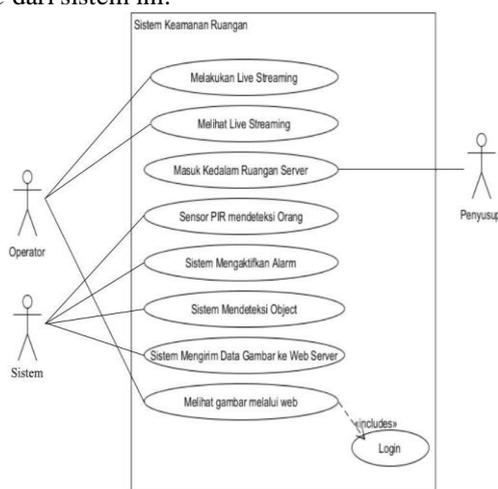
Bagian ini berisi analisis, implementasi, atau hasil pengujian dan pembahasan topik penelitian. Bagian ini juga berisi uraian berupa gambar, tabel, dll.

D. Lingkungan Percobaan Sistem

Saat membuat prototipe sistem pendeteksi manusia untuk keamanan ruang server menggunakan metode *sensor PIR* dan algoritma *YOLO*, diperlukan perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware) untuk mendukung kinerja dari sistem ini. Diantaranya ada PC/Laptop, esp32cam, dll untuk perangkat keras dan untuk perangkat lunak menggunakan aplikasi antara lain Arduino IDE, Sublime text dll.

E. Use Case Diagram

Use case diagram adalah salah satu dari jenis diagram *Unified Modeling Language (UML)* yang menjelaskan hubungan dari suatu sistem dan pengguna nya. Sebuah use case menggambarkan jenis interaksi antara pengguna sistem dan sistem. Diagram use case adalah deskripsi hubungan antara pengguna dan sistem. Use case diagram dapat menggambarkan interaksi satu atau lebih pengguna dengan sistem yang akan dibuat dan juga dapat digunakan untuk mengetahui fungsionalitas apa saja yang ada pada suatu sistem. Oleh karena itu, dapat disajikan dalam urutan yang sederhana sehingga mudah dipahami oleh pelanggan [9]. Gambar 3 adalah diagram *use case* dari sistem ini:



Gambar 3. Use Case Diagram

F. Implementasi Metode

Pada sistem ini, penulis menggunakan metode yang disebut prototyping. Dimana metode yang digunakan ini memiliki sejumlah tahapan. Penggunaan metode prototyping bertujuan memudahkan pengguna dalam menghasilkan rancangan alat sesuai dengan yang diharapkan. Berikut implementasi Metode:

- a. Merancang seluruh rangkaian perangkat keras dengan baik dan benar sesuai dengan rencana perancangan.
- b. Menghubungkan esp32cam ke laptop untuk upload program menggunakan kabel USB.
- c. Memastikan terdapat koneksi wifi melalui *access point* atau *tethering* dari smartphone dengan SSID dan juga password yang sesuai dengan pengaturan esp32cam saat menulis listing program.
- d. Jika program sudah diupload maka langkah yang harus dilakukan selanjutnya yaitu melakukan tes kinerja pada modul pendukung dan pada sensitifitas *sensor PIR* agar menghasilkan kinerja yang baik.
- e. Melakukan pengecekan pada web server, apakah proses pengiriman data sensor berhasil ke dalam database dan data foto ke web server berlangsung dengan baik.
- f. Membuka Aplikasi dilanjutkan login dengan memasukan username dan juga password user yang sesuai dan terdaftar pada database.
- g. Jika user berhasil melakukan login, maka user akan diarahkan masuk ke halaman utama. Pada halaman utama user bisa memilih menu log aktifitas untuk memonitor jika sensor mendeteksi adanya manusia.
- h. Membuka aplikasi python untuk memastikan objek yang terdeteksi manusia menggunakan algoritma pendeteksi objek berbasis *YOLO*.

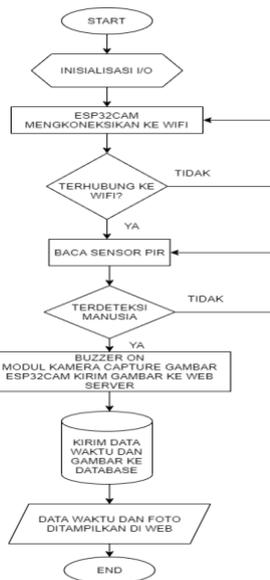
G. Flowchart

Flowchart atau biasa disebut diagram alir digunakan untuk menyajikan sistematis tentang suatu proses logis muncul dari aktivitas pemrosesan informasi atau representasi grafis dari aliran prosedural suatu program. Sistem pada flowchart adalah urutan proses dalam sistem yang menunjukkan cara kerja alat[10].

1) Flowchart Keseluruhan Alat

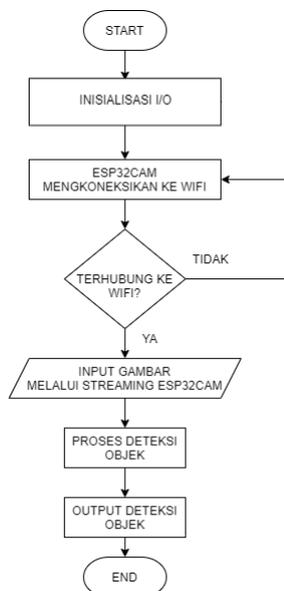
Pada penelitian terdapat dua buah blok flowchart secara keseluruhan, yang pertama blok pada alat pendeteksi manusia menggunakan *sensor PIR* dan esp32cam yang kedua flowchart object detection pada esp32cam menggunakan aplikasi yang dibuat menggunakan python.

Flowchart pendeteksi gerakan manusia menggunakan PIR. Pada flowchart ini terdapat komponen sensor PIR dan komponen output *buzzer*. Dapat dilihat pada gambar 4 Flowchart Keseluruhan *flowchart* alat pendeteksi gerakan manusia menggunakan *sensor PIR* :



Gambar 4. Flowchart Keseluruhan Alat pendeteksi gerakan manusia menggunakan PIR

Flowchart pendeteksi gerakan manusia menggunakan algoritma YOLO, pada flowchart ini terdapat komponen ESP32Cam dan komponen uploader ESP32. Dapat dilihat pada gambar 5 Flowchart Keseluruhan Alat pendeteksi objek menggunakan algoritma YOLO :



Gambar 5. Flowchart Keseluruhan Alat pendeteksi gerakan manusia menggunakan PIR

H. Algoritma

Algoritma adalah kumpulan instruksi untuk memecahkan masalah dengan cara yang sistematis, terstruktur dan logis [11].

1) Algoritma Sensor PIR

Berikut ini adalah proses algoritma untuk sensor PIR yang digunakan pada esp32cam saat prototype alat dihidupkan. Seperti gambar 6 berikut:

1. Start
2. ESP32Cam Aktif
3. Inisialisasi PIR
4. Inisialisasi Buzzer
5. Baca Sensor PIR
6. If ada gerakan manusia ? then
7. Buzzer berbunyi
8. Modul kamera esp32cam meng-capture gambar
9. Esp32cam kirim data foto ke web server
10. else
11. Kembali ke baris 6 dan 7
12. End If
13. End

Gambar 6. Algoritma Sensor PIR

2) Algoritma YOLO

Gambar 7 berikut ini merupakan algoritma dari YOLO :

1. Start
2. Load Library OpenCV
3. Load Yolo.cfg
4. Load Pre Traine Objek Coco.names
5. Akses Gambar Melalui ESP32Cam
6. Resize gambar 480x480
7. If (terdeteksi objek) then
8. Memprediksi Class Objek
9. Memberikan Bounding Box
10. Menampilkan Final Frame
11. Else
12. Kembali mengakses gambar
13. End

Gambar 7. Algoritma YOLO

I. Hasil Rancangan Alat

Hasil rancangan alat yang terdiri dari 2 buah ESP32Cam, Sensor PIR, dan Buzzer yang tercantum pada gambar 8 dibawah ini:



Gambar 8. Hasil Rancangan Alat Prototipe

J. Tampilan Layar

1) Tampilan Layar Login

Tampilan layar login dimana tampilan pertama saat user membuka aplikasi sistem monitoring dan pemberian pakan

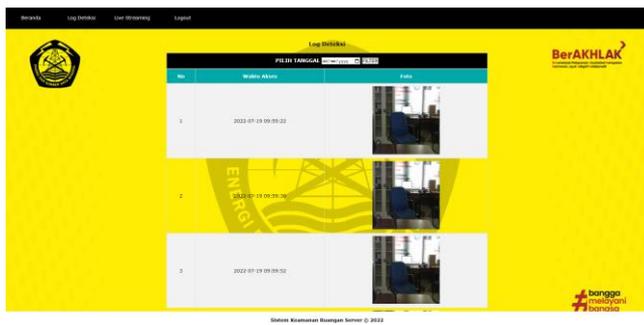
otomatis. User harus mengisi username dan juga password, apabila user salah memasukan username atau salah dalam memasukan password akan mendapat alert “Username dan Password anda salah!” dan apabila benar user langsung menuju ke halaman utama. Yang terlihat pada gambar 9 dibawah ini:



Gambar 9. Tampilan Layar Login

2) Tampilan Layar Log Deteksi

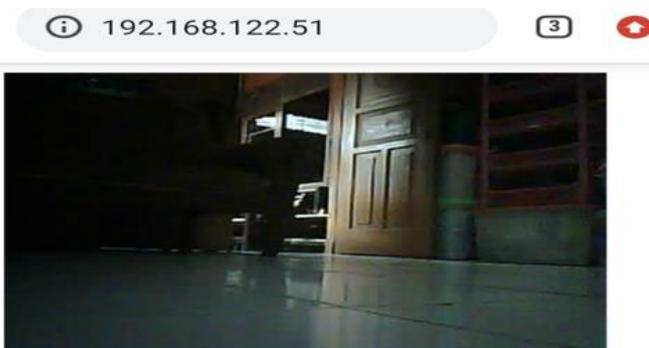
Tampilan layar halaman log deteksi merupakan halaman untuk melihat hasil deteksi dari sensor PIR. berikut adalah gambar 10 yang menampilkan log Deteksi:



Gambar 10. Tampilan Layar Log Deteksi

3) Tampilan Layar Streaming

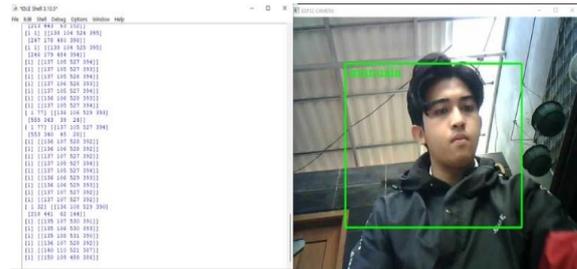
Tampilan layar streaming merupakan halaman untuk memonitoring server. Gambar 11 berikut adalah gambar tampilan layar streaming :



Gambar 11. Tampilan Layar Streaming

4) Tampilan Layar YOLO

Tampilan layar YOLO merupakan halaman untuk memonitoring dengan dilengkapi algoritma YOLO untuk deteksi objek. Gambar 12 berikut adalah tampilan layar YOLO :



Gambar 12. Tampilan Layar YOLO

K. Hasil Pengujian

1) Hasil Pengujian Sensor Alat dan Sistem Website

Pengujian ini dilakukan agar mengetahui prototype alat sistem pendeteksi manusia untuk keamanan ruangan server dapat berjalan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Ekspetasi	Hasil	
			Bisa/ Tidak	Ket
1	ESP32Cam	Dapat terhubung dengan wifi	Bisa	Berhasil
		Dapat terhubung dengan komputer	Bisa	berhasil
		Dapat terhubung dengan serial port	Bisa	Berhasil
		Dapat terhubung dengan sensor sensor PIR	Bisa	Berhasil
		Dapat terhubung dengan buzzer	Bisa	Berhasil
		Dapat terhubung dengan Xampp Server	Bisa	Berhasil
2	Sensor PIR	Menampilkan Data Proses Program di Serial Monitor	Bisa	Berhasil
		Mendeteksi Keberadaan Manusia	Bisa	Berhasil
3	Xampp Server	Terhubung dengan program aplikasi web	Bisa	Berhasil
		Dapat menyimpan data	Bisa	Berhasil
		Dapat menampilkan data	Bisa	Berhasil
4	Esp3Ccam	Terkoneksi dengan database	Bisa	Berhasil
		Dapat mengirimkan gambar foto	Bisa	Berhasil
5	Aplikasi python (algoritma yolo)	Dapat mendeteksi objek	Bisa	berhasil

L. Laporan

1) Hasil Pengujian Sistem menggunakan Pengujian Blackbox

Sistem Pengujian pada aplikasi ini menggunakan metode black box. Pengujian black box sendiri adalah suatu pengujian yang lebih memfokuskan pada persyaratan fungsi pada perangkat sistem (hardware dan software).

Tabel 2. Pengujian Blackbox

Aktivitas Pengujian	Realisasi yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Berdiri di depan Alat / Sistem	Sistem dapat mendeteksi keberadaan manusia dan buzzer berbunyi dan Sistem mengirimkan gambar ke web server	Buzzer berbunyi Gambar terkirim ke web server	Sistem bekerja dengan baik
Masuk Aplikasi Web	Sistem dapat meng-query data dari mysql server	Sistem dapat menampilkan data ke halaman web	Sistem bekerja dengan baik
Melakukan streaming di halaman streaming	Sistem menampilkan video streaming	Sistem menampilkan video streaming	Sistem bekerja dengan baik
Melihat data log deteksi	Sistem menampilkan data log deteksi	Sistem menampilkan data log deteksi dengan baik	Sistem bekerja dengan baik
Aplikasi dapat mendeteksi objek	Aplikasi dapat membedakan objek dengan memberikan frame berwarna dan nama objek	Aplikasi Mampu membedakan objek dengan memberikan frame berwarna dan nama objek	Sistem bekerja dengan baik

Berdasarkan hasil pengujian *black box* di atas sistem bekerja dengan baik sesuai dengan realisasi yang diharapkan. Berikut kelebihan dan kekurangan program :

- a. Kelebihan dari sistem proses deteksi objek manusia dilakukan dengan dua proses berbeda, yaitu dengan *sensor PIR* dan dengan aplikasi menggunakan algoritma *YOLO*. Sistem ini juga dilengkapi monitoring harian yang terintegrasi ke website
- b. Kekurangan sistem ini adanya delay pendeteksi objek manusia oleh *sensor PIR* dan penamaan objek pada aplikasi tidak selalu akurat 100 %, Monitoring algoritma *yolo* yang tidak terintegrasi ke website dan kedua sistem ini *PIR* dan Monitoring *YOLO* tidak terintegrasi satu sama lain.

IV. KESIMPULAN

Perancangan Prototype Sistem Keamanan Ruang Server Otomatis Menggunakan ESP32Cam, Sensor PIR , Buzzer, Dan Monitoring Pendeteksi Objek Dengan Algoritma *You Only Look Once (YOLO)* telah berhasil diimplementasikan. Terdapatnya Log Aktifitas memudahkan monitoring siapa saja yang memasuki ruang server dan data foto beserta informasi waktu tersimpan pada log aplikasi. Sistem ini juga berguna untuk mempermudah pembuatan laporan pengelola IT.

REFERENSI

- [1] S.Y. Hukmana, "Angka Kriminalitas Naik pada Awal 2021," 2021, [Online]. Available: <https://www.medcom.id/nasional/hukum/VNnlwyak-angka-kriminalitas-naik-pada-awal-2021>
- [2] M.G. Ayu, "Perkembangan dan Penggunaan IoT di Indonesia Tahun 2021 Diprediksi Meningkat," 2021, [Online]. Available: <https://www.cloudcomputing.id/berita/perkembangan-dan-penggunaan-iot-di-indonesia>
- [3] W. Swastika, A.W. Nur, O.H. Kelana, "Monitoring Ruangan untuk Deteksi Manusia Berbasis CNN dengan Fitur Push Notification", *TEKNIKA* vol. 8, pp 93-96, Nov. 2019.
- [4] M.F. Wicaksono, M.D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home", *JATI* pp 41-42, Mar. 2020.
- [5] Desmira, D. Aribowo, W.D. Nugroho, Sutarti "Penerapan Sensor Passive Infrared (PIR) pada Pintu Otomatis di PT LG Electronic Indonesia", *PROSISKO* pp 2-3, Mar. 2020.
- [6] H.A. Fani, Sumarno, Jallaludin, D. Hartama, I. Gunawan "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruangan Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer", *Jurnal Media Informatika Budidarma* vol. 4, pp 145, Jan. 2020.
- [7] S. R. U. . S. Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 183-188, 2018.
- [8] Yoko, P. Adwiya, R. Nugraha, W. "Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Aplikasi SIPINJAM berbasis Website pada Credit Union Canaga Antutn", *Jurnal Ilmiah Merpati*, vol 7, no 3, Des. 2019.
- [9] F.D. Silalahi, J. Dian, N.D. Setiawan "Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Arduino Berbasis Web", *Jurnal Jupiter*, Vol. 13, pp 66, Okt. 2021.
- [10] S.N. Rahman, L. Jafnihirda, T.A. Putra "Arduino Sebagai Pengontrol Smart Vivarium Dengan Notifikasi Menggunakan Android", *Jurnal Komtekinfo* vol. 7, pp 266, Des 2020.
- [11] A.M. Retta, A. Isroqmi, T.D. Nopriyanti "Penerapan Algoritma Recursive Backtracking sebagai Maze Generator Pada Game Labirin Aksara Sunda", *Media Jurnal Informatika*, vol. 14, no 1, pp 33, Jun 2022.