

Rancang Bangun Sistem CCTV Dengan Sensor Gerak Menggunakan Arduino Dan Telegram

Firman Rany Muid¹

¹Universitas PGRI Madiun Firman_1805101001@mhs.unipma.ac.id

Abstract: *An office or warehouse security system is an important and mandatory thing that every office or warehouse owner needs to pay attention to. Therefore, one solution that is widely used is to use CCTV to monitor the state of the office environment, but currently circulating CCTV data stored is in the form of video which usually requires a large enough storage space. Of course, it is less efficient in using storage space. The solution is to build CCTV with a system that uses image files as the data format. Besides being more efficient in storing image data formats, it also makes the system work easier so that it is lower in power than video formats. Besides that, it can also be viewed directly without moving it back to a laptop or cellphone. Therefore, in this study, a CCTV system based on Wireless Sensor Network was created with a movement detection system for security. When the PIR sensor detects movement, the system will send a notification to the owner of the office or warehouse by taking pictures automatically and then sending them to telegram. Office and warehouse owners will receive images that can directly access the image files. This system communicates using a WiFi network and consists of several components, namely: ESP32 microcontroller and camera, PIR (Passive InfraRed) sensor and USB TTL. Based on the test results on this system, it was found that the system can detect movement effectively within a distance of 5 cm to 100 cm from a moving object. The system is able to send notifications and images to office and warehouse owners and the system can provide image files that can be accessed remotely.*

Keywords: *CCTV, Wireless Sensor Network, Office Security, Motion Detection, ESP32cam.*

Abstrak: Sistem keamanan kantor maupun gudang adalah hal penting dan wajib yang perlu diperhatikan oleh setiap pemilik kantor atau gudang. Oleh karena itu salah satu solusi yang banyak digunakan adalah menggunakan CCTV untuk memantau keadaan lingkungan kantor akan tetapi CCTV yang beredar saat ini data yang disimpan adalah berupa video yang biasanya membutuhkan ruang penyimpanan yang cukup besar tentu hal tersebut kurang efisien dalam penggunaan ruang penyimpanan. Solusinya adalah dengan membangun CCTV dengan sistem yang menggunakan file gambar sebagai format datanya, selain lebih efisien penyimpanan format data gambar juga lebih meringankan kerja sistem sehingga lebih *low power* dari pada format video selain itu juga dapat dilihat langsung tanpa memindahkan kembali pada laptop ataupun *handphone*. Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat sistem CCTV berbasis *Wireless Sensor Network* dengan sistem deteksi pergerakan untuk keamanan. Saat sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan sistem akan mengirimkan notifikasi pada pemilik kantor atau gudang dengan melakukan pengambilan gambar secara otomatis kemudian mengirimkannya pada telegram. Pemilik kantor dan gudang akan menerima gambar yang dapat langsung mengakses file gambar tersebut. Sistem ini berkomunikasi menggunakan jaringan WiFi dan terdiri dari beberapa komponen yaitu: mikrokontroler ESP32 dan kamera, sensor PIR (*Passive InfraRed*) dan USB TTL. Berdasarkan hasil uji coba pada sistem ini didapatkan bahwa sistem dapat mendeteksi pergerakan secara efektif dalam rentang jarak 5 cm hingga 100 cm dari objek yang bergerak. Sistem mampu mengirimkan notifikasi serta gambar ke pemilik kantor dan gudang serta sistem dapat memberikan file gambar yang dapat diakses dari jarak jauh.

Kata kunci: *CCTV, Wireless Sensor Network, Keamanan Kantor, Deteksi Pergerakan, ESP32cam.*

Pendahuluan

Sistem keamanan lingkungan di zaman sekarang sangatlah pesat berkembang dan canggih yang di dukung dalam bentuk visual gambar maupun suara. Sistem keamanan yang canggih memberikan perlindungan pada lingkungan di lingkungan rumah maupun di dalam rumah dengan pemantauan yang otomatis. Salah satu sistem keamanan saat ini yang sedang di minati dan populer dikalangan masyarakat adalah sistem kamera CCTV dimana perangkat pemantau yang memberikan keamanan terhadap pencurian, perusakan maupun tindak kriminal yang dapat membantu mengidentifikasi saat penyelidikan. CCTV (*Closed Circuit Television*) yaitu perangkat perekam menggunakan satu atau lebih *camcorder* digunakan untuk menghasilkan file data berupa video atau audio. CCTV adalah penggunaan kamera video yang mengirimkan sinyal atau siaran ke seperangkat peralatan tertentu, sejumlah monitor tertentu(Doni, 2020).

Mikrokontroler adalah sistem otonom yang telah tertanam dengan memori, prosesor, dan lainnya perifer. Saat ini, smartphone, peralatan rumah tangga, mobil, komputer, dan jam tangan pintar dilengkapi dengan mikrokontroler yang dapat diprogram kontemporer, alasan mengapa mikrokontroler dikenal sebagai "pengontrol tertanam" (Bature et al., 2021). mikrokontroler Arduino melakukan kalibrasi pada sensor pendeteksi, kemudian perangkat akan terhubung ke server melalui jaringan WIFI yang telah mendaftarkan SSID-nya, jika koneksi berhasil maka mikrokontroler akan terhubung ke sistem server siap digunakan *online* (Bature et al., 2021). Keamanan rumah merupakan kebutuhan dasar manusia, tempat untuk beristirahat, beristirahat dan memulihkan diri dari kelelahan fisik setelah melakukan perjalanan dan aktivitas sehari-hari, maka keselamatan merupakan aspek yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Kehadiran mikrokontroler, memberi ruang untuk penambahan fitur lain di masa depan(Joshua et al., 2019). Alat yang dapat digunakan untuk kemandirian tersebut yaitu kamera CCTV (*closed circuit television*). CCTV atau *Closed Circuit TeleVision* merupakan *televise* jalur yang tertutup hanya bisa di akses oleh pemasang. Proses sistem ini yaitu mengirimkan data berupa gambar video serta suara pada monitor atau video *recorder* (Cahyadi, 2014).

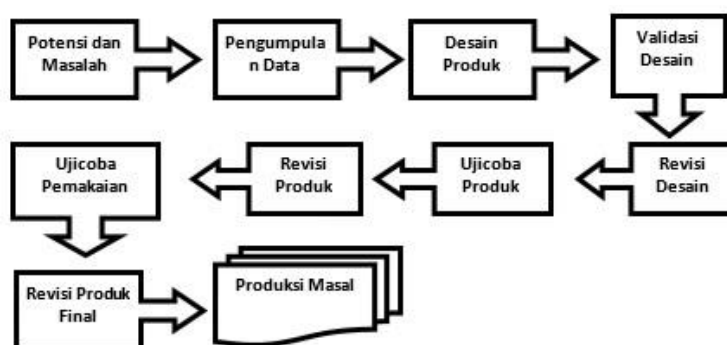
IoT (internet of things) adalah dunia situasi nyata, virtual, dan terkomputerisasi yang bergabung bersama untuk membuat domain yang tajam; yang membuat hidup menjadi sederhana (Ali et al., 2019).Teknologi Keamanan pada kantor Rumah Pohon juga perlu diperhatikan karena adanya barang keluar masuk setiap harinya maupun transaksi disetiap harinya. Kantor Rumah Pohon beralamat di Jl. P.B. Sudirman 27a Kab. Ngawi yang bergerak pada bidang Jasa desain interior, jasa arsitek rumah dan jasa bangun rumah atau renovasi. Tingkat keamanan pada gudang kantor harus di perhatikan karena adanya barang-barang yang di simpan pada kantor dengan pemasangan CCTV yang dapat membantu meminimalisir tindak pencurian pada gudang maupun kantor. Sistem keamanan pada saat ini biasanya masih menggunakan waktu rekam data yang sangat panjang dimana ada banyak jam tayang yang menjadikan sangat lama dalam mencari gambar yang jelas pada saat kejadian yang membuat terkadang pencarian gambar memakan waktu yang lama. Arduino merupakan proyek open source dan platform komputasi fisik berbasis mikrokontroler. Platform ini banyak digunakan serta banyak yang sudah mengenalnya. Arduino adalah mikrokontroler open source yang dapat dengan mudah diprogram, dihapus dan diprogram ulang setiap saat. Diperkenalkan pada tahun 2005, platform Arduino dirancang untuk menyediakan cara yang murah dan mudah bagi para penghobi, pelajar, dan profesional untuk membuat perangkat yang berinteraksi dengan lingkungan mereka menggunakan sensor dan actuator(Louis, 2016). Lahir Arduino IDE sebagai dasar bahasa pemrograman untuk penanganan dan pemrograman mikrokontroler. Arduino IDE atau bisa disebut (*integrated development environment*) merupakan aplikasi yang berisi editor, compiler dan downloader yang menggunakan semua modul serial keluarga Arduino, seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth Mega. Selain itu, ada beberapa jenis papan produksi Arduino yang

menggunakan mikrokontroler selain seri AVR yaitu mikroprosesor B.ARM (Istiyanto, 2014). Telegram Messenger merupakan sebuah platform yang digunakan untuk berkomunikasi satu sama lain, berkirim pesan, mengirim gambar, pesan suara, dan file dokumen. Aplikasi Telegram juga dapat terhubung dengan Arduino menggunakan sistem bot yang bertindak sebagai media kendali.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian pada, Kantor Rumah Pohon dengan judul "Rancang Bangun Sistem CCTV dengan Sensor Gerak menggunakan Arduino Dan Telegram". Penulis berharap dengan adanya alat CCTV arduino yang langsung terhubung melalui telegram bisa meminimalkan tindakan pencurian maupun perampokan yang dikarenakan kamera akan langsung mengirim pesan gambar pada pemilik rumah dengan cepat saat pelaku beraksi melalui sensor gerak yang telah terhubung pada kamera dengan hal ini pemilih rumah tidak perlu lagi memutar ulang rekaman visual yang terdapat pada memory. sehingga pelaku cepat dikenali oleh sang pemilik rumah

Metode

Penelitian dan Pengembangan (R&D) yaitu metode penelitian yang digunakan untuk memproduksi produk dan sebagai penguji keefektifan produk tersebut. Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Martianingtyas, 2019). Dalam proses pengembangan produk ini, khususnya metode R&D sesuai menurut (Sugiyono, 2013) pada gambar 1 Metode Research and Development.



Gambar 1. Metode Research and Development
(Sugiono, 2013)

Tahapan metode R&D, pada Identifikasi Potensi Permasalahan tahap ini, mengidentifikasi masalah yang ada di kantor. Dalam hal ini, penulis menganalisis berbagai permasalahan yang muncul. Di antara masalah yang dihadapi adalah kurangnya sistem keamanan terintegrasi dengan Telegram dan juga memiliki sistem keamanan untuk mengirimkan file dan data secara *real time* dan cepat. Pada penelitian dan pengumpulan data tahap ini teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis adalah studi literatur yang diperoleh dari buku dan jurnal dan observasi secara langsung dengan menggunakan dan mematuhi protokol kesehatan berupa masker dan mencuci tangan serta tetap menjaga jarak. Pada perancangan tahap ini, desain perancangan perangkat lunak direalisasikan menjadi sistem informasi *e-aspirasi* menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *MySQL* sebagai database untuk menyimpan data. Pada uji validasi desain tahap ini Uji validasi desain menggunakan kuesioner Likert yang dikirimkan kepada pakar (validator desain dan sistem) serta pemakai sistem. Pada validasi produk Jika validasi produk dianggap sesuai maka dapat berlanjut pada tahap penerapan produk. Namun, apabila uji validasi produk dinyatakan gagal

maka akan kembali lagi ketahap perancangan produk. Pada Penerapan Produk Setelah seluruh tahapan selesai, dimana sistem sudah sesuai dengan ekspektasi maka dapat dilanjutkan ke tahap terakhir yaitu implementasi produk. Pada Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara observasi wawancara, dan studi pustaka. Dalam observasi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung pada lokasi kantor Rumah Pohon dengan tetap mematuhi protocol kesehatan menggunakan masker serta mencuci tangan kemudian tetap menjaga jarak. Hasil yang didapat pada saat adanya gerakan yang dilakukan manusia dengan melewati sensor PIR maka sensor akan bekerja dan pergerakan yang terjadi akan langsung terfoto oleh kamera CCTV yang terpasang. Kemudian gambar yang telah di ambil oleh kamera langsung terkirim dan masuk ke telegram. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan teknik studi pustaka yaitu berupa buku, jurnal dan internet.

Hasil

Hasil pengembangan sistem adapun Flowchart rancangan penelitian tahapan rancangan penelitian ini digambarkan menggunakan *flowchart* terdapat pada gambar 2 Flowchart Pengembangan Sistem.



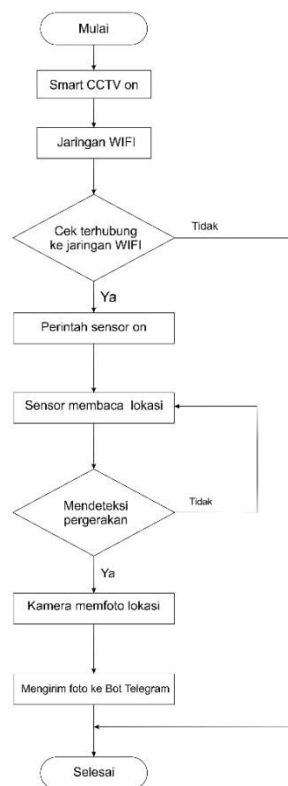
Gambar 2 Flowchart Pengembangan Sistem.

Dalam Tahap analisis sistem baru adalah tahapan bagaimana cara untuk memberikan solusi dalam menyelesaikan masalah yang ada pada sistem lama. Sistem baru yang dapat di bangun akan menambah kemudahan serta efektif dalam penggunaan CCTV pada sistem keamanan. Sistem baru yang akan dibangun adalah Sistem CCTV dengan sensor gerak menggunakan Arduino dan Telegram. Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang

menjelaskan proses sistem yang akan dibangun. Kebutuhan fungsional yang ada pada sistem ini adalah proses sensor pir yang di gunakan untuk mendeteksi pergerakan yang nantinya memberi perintah ke kamera untuk menangkap gambar dan setelah itu akan dikirimkan pada telegram. Kebutuhan non-fungsional adalah suatu kebutuhan yang menjelaskan tentang layanan sistem yang akan dibangun. Adapapun kebutuhan non-fungsional pada sistem yang akan dibuat adalah:

- 1) Kebutuhan Perangkat Lunak
 - a) Sistem Operasi : Windows 10
 - b) Browser : Google Chrome
 - c) Aplikasi pendukung : Arduino IDE, Telegram
- 2) Kebutuhan Perangkat Keras
 - a) Prosesor : Core i3
 - b) Memori : RAM 4 GB
 - c) Mikrokontroler : ESP32 cam
 - d) Sensor : sensor PIR
 - e) Sumber arus dan data : USB TTL
 - f) Perangkat lain : kabel, Solder, Timah

Perancangan proses ini terdapat flowchart sistem baru. Adapun flowchart yang diusulkan pada rancangan ini adalah pada gambar 3 Flowchart Alur sistem baru.



Gambar 3 Flowchart Alur sistem baru.

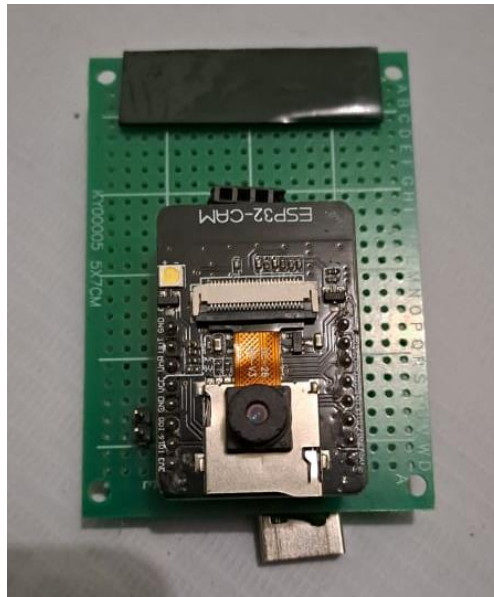
Pada Implementasi Sistem diawali dengan implementasi wiring. Implementasi wiring adalah kegiatan pengkabelan untuk menghubungkan antara mikrokontroler ESP32cam dan sensor PIR serta USB TTL yang dipakai dalam Sistem CCTV dengan sensor gerak menggunakan Arduino dan Telegram. *Wiring* Sensor PIR. PIR (*Passive Infrared Receiver*) yaitu sensor memiliki basis inframerah. PIR tidak memancarkan sesuatu seperti *IRLED*.

Sesuai dengan nama "pasif", sensor ini hanya merespons energi dari Inframerah Pasif yang digunakan bersama oleh semua objek yang dideteksinya(Dadi Riskiono et al., 2018). PIR adalah perangkat sensor yang membantu perangkat mendeteksi pergerakan objek di sekitarnya. Sensor PIR bersifat pasif(Toyib et al., 2019). PIR (*Passive Infrared Receiver*) adalah sensor berbasis inframerah. Namun, ini berbeda dengan kebanyakan sensor inframerah, berupa LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan seperti LED IR(Hidayat et al., 2018). Sensor ini adalah sensor yang digunakan untuk membaca pergerakan manusia. Sensor ini penggunaannya dengan cara melakukan pergerakan didepan sensor dengan jarak yang sudah ditentukan. Bentuk dari sensor PIR ini terdapat pada gambar.



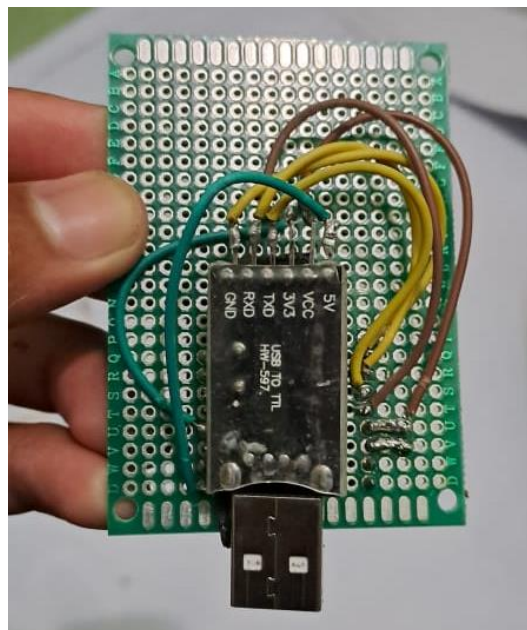
Gambar 5 Wiring sensor PIR

Wiring ESP32cam Modul ini merupakan modul Wi-Fi yang dilengkapi dengan kamera. Dari modul ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan misalnya untuk CCTV, pengambilan gambar dan lain sebagainya. Fitur lainnya adalah dapat mendeteksi wajah dan pengenalan wajah (Rusimamto et al., 2021). ESP32 adalah penerus ESP8266 dan menawarkan beberapa peningkatan dalam segala hal. Selain konektivitas WiFi, juga mendukung Bluetooth Low Energy, membuat ESP32 semakin serbaguna (Prafanto et al., 2021). Kamera Esp32 adalah papan pengembangan dengan chip Esp32-s, kamera OV2640, beberapa GPIO untuk periferal, dan slot kartu *microSD* yang digunakan sebagai penyimpanan foto yang diambil dengan kamera untuk disajikan ke pelanggan(Kelvin Difa & Endri, 2021). Pada ESP32cam ini berfungsi sebagai otak dari alat sistem CCTV dengan sensor gerak menggunakan Arduino dan Telegram yang mengatur semua perintah-perintah yang diberikan serta terdapat sebuah micro kamera. ESP32 adalah penerus ESP8266 dan menawarkan beberapa peningkatan dalam segala hal. Selain konektivitas WiFi, juga mendukung Bluetooth Low Energy, membuat ESP32 semakin serbaguna. Bentuk dari ESP32cam dapat dilihat pada gambar 6.



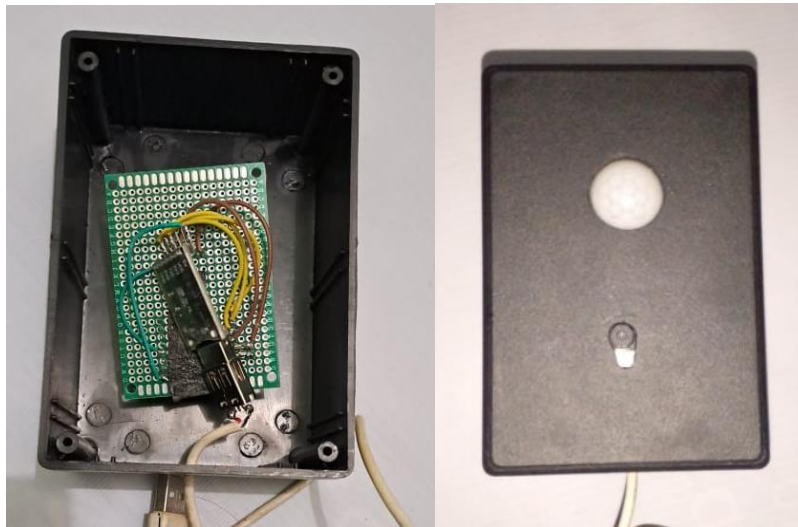
Gambar 6 Wiring ESP32cam

Pada *Wiring* USB TTL USB TTL ini berfungsi sebagai sumber daya untuk menyalakan alat serta perantara *uploading coding* menuju ke ESP32cam. Bentuk dari USB TTL dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Wiring USB TTL

Pada implementasi rangkain didalam kotak box pada keadaan ini rangkaian sudah berada didalam kotak box sehingga lebih rapi. Tampilan rangkaian didalam box dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Nampak depan dan belakang.

Pada Tampilan BOT Telegram. Telegram merupakan aplikasi *Chatting* lintas *platform*, dan Telegram Messenger menggunakan paket data internet yang sama untuk email, penelusuran web, dll., sehingga dapat bertukar pesan tanpa biaya SMS (Yuliza, 2018). *Chatbot* digunakan dalam sistem obrolan untuk berbagai tujuan praktis, seperti layanan pelanggan dan pengumpulan informasi (Sudiatmika, 2021). Pada tampilan akan menunjukkan pesan baru yang memiliki fungsi menyalakan kamera dan mematikan kamera serta pengambilan gambar oleh ESP32cam yang dikirim menuju telegram. Perbedaan Telegram dengan aplikasi chat lainnya adalah Telegram tidak hanya sekedar aplikasi chatting, tetapi juga menyediakan *application programming interface* (API) yang disebut Bot API. (Oktari et al., 2020).

Pesan yang ditampilkan berupa ucapan selamat datang bagi pengguna telegram serta di bawahnya terdapat perintah kamera on untuk menyalakan sensor dan kamera kemudian perintah kamera off untuk mematikan kamera dan sensor. Telegram sudah populer jauh sebelum era *smartphone*. Telegram yaitu kantor pos yang digunakan untuk mengirim pesan jarak jauh dengan cepat (Fitriansyah & Aryadillah, 2020). Pada saat memilih perintah kamera on akan terdapat pesan baru yaitu sensor on menunggu pergerakan yang berarti sensor sudah siap mendeteksi pergerakan di sekitar serta kamera sudah siap mengambil gambar setelah pergerakan terdeteksi kemudian gambar akan muncul pada pesan telegram. Tampilan telegram dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Tampilan Bot Telegram.

Hasil Pengujian Sistem

Metode pengujian yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode *blackbox*. Pada Pengujian alat ESP32cam pengujian dengan metode *black box* didapati fungsional alat ESP32cam berjalan dengan baik. Pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Pengujian alat ESP32cam

No	Fungsional Program	Keterangan
1	Mengirim gambar pada telegram	Berhasil
2	Terkoneksi jaringan wifi	Berhasil
3	Terhubung sensor PIR	Berhasil
4	Reset awal pada ESP32cam	Berhasil
5	Mengambil gambar	Berhasil
6	Terhubung pada telegram	Berhasil

Pada pengujian sensor PIR pengujian dengan metode *black box* didapati fungsional alat sensor PIR berjalan dengan baik. Pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Pengujian sensor PIR

No	Jarak Sensor Objek (cm)	Keterangan
1	5	<i>Detected</i>
2	10	<i>Detected</i>
3	20	<i>Detected</i>
4	30	<i>Detected</i>
5	40	<i>Detected</i>
6	50	<i>Detected</i>
7	100	<i>Detected</i>

Pembahasan

Rancang bangun alat smart cctv menggunakan arduino yang dapat berfungsi sebagai alat untuk sistem keamanan rumah, dimana saat rumah kosong sensor akan tetap bekerja mendeteksi disekitar lokasi kemudian jika ada pergerakan disekitar lokasi, sensor akan mendeteksi kemudian kamera akan mengambil gambar dan mengirim ke aplikasi telegram dengan ini jika terjadi tindak kriminal maka kita dapat menghentikan dengan mengaktifkan alarm yang dapat diaktifkan melalui aplikasi Telegram di manapun kita berada(Setiawan et al., 2019).

Sistem yang telah dibuat dapat digunakan untuk memantau aktivitas di luar pintu menggunakan Android dengan diaktifkan oleh sensor PIR sebagai sensor gerak menggunakan metode streaming sehingga dapat memantau situasi secara real time dan dapat diakses dari mana saja(Khoirunnisa, 2019). sistem CCTV lama masih menggunakan SD card untuk sistem penyimpanan serta belum ada nya sensor pergerakan di lain sisi rekaman atau pengambilan gambar tidak bias terkirim langsung secara *real time*.

Sehingga CCTV masih kurang efektif yang mengharuskan pemilik CCTV memerlukan sd card dan harus mendownload atau memindahkan terlebih dahulu file tangkapan dari CCTV ke laptop atau *handphone*. Pada sistem CCTV diperbarui menjadi lebih efektif seperti membangun sistem CCTV dengan sensor gerak menggunakan Arduino dan Telegram akan semakin maksimal dalam meningkatkan CCTV yang efektif dan memudahkan serta pengiriman yang *real time*.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pembahasan diatas, maka kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut komponen utama dari sistem CCTV dengan sensor gerak menggunakan Arduino dan Telegram yaitu ESP32cam, sensor PIR, USB TTL, PCB lubang, Kabel, solder, dan timah. Arduino IDE sebagai perangkat lunak yang digunakan sebagai mengolah kode program kemudian di upload pada ESP32cam dengan menghubungkannya ke laptop menggunakan UBS TTL. Penggunaan sistem ini adalah menghubungkan alat CCTV pada wifi yang sudah di atur kemudian mengendalikannya melalui aplikasi bot telegram yang sudah terkoneksi pada internet dengan memberikan perintah mulai pada bot telegram nantinya

akan mendapatkan chatbot balasan jika alat CCTV sudah on. Alat dapat mengambil gambar, memberikan perintah pada telegram, mendeteksi pergerakan, mengirimkan gambar ke telegram dengan terhubung pada internet ataupun wifi.

Daftar Pustaka

- Ali, M. H., Ali, N. K., & Ali, M. H. (2019). *IoT based security system and intelligent home automation multi monitoring and control systems*. 8(3), 205–210. <https://doi.org/10.11591/ijra.v8i3.pp205-210>
- Bature, U. I., Tahir, N. M., Abubakar, A. K., & Makama, A. (2021). *Internet of Things-based home automation , energy management and smart security system*. 10(1), 32–40. <https://doi.org/10.11591/ijra.v10i1.pp32-40>
- Cahyadi, B. (2014). *Membuat Webcam Sebagai CCTV Melalui Smartphone Android* (S. Wibowo (ed.)). C.V ANDI OFFSET.
- Dadi Riskiono, S., Septiawan, D., Amarudin, & Setiawan, R. (2018). Implementasi Sensor Pir Sebagai Alat Peringatan Pengendara Terhadap Penyeberang Jalan Raya. *Jurnal Mikrotik* , 8(1), 55–64.
- Doni, F. R. (2020). Akses Kamera Cctv Dari Jarak Jauh Untuk Monitoring Keamanan Dengan Penerapan Pss. *EVOLUSI: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v8i1.7142>
- Fitriansyah, F., & Aryadillah. (2020). Penggunaan Telegram Sebagai Media Komunikasi Dalam Pembelajaran Online. *Cakrawala-Jurnal Humaniora*, 20(2), 111–117.
- Hidayat, M. R., Christiono, C., & Sapudin, B. S. (2018). PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IoT DENGAN NodeMCU ESP8266 MENGGUNAKAN SENSOR PIR HC-SR501 DAN SENSOR SMOKE DETECTOR. *Kilat*, 7(2), 139–148. <https://doi.org/10.33322/kilat.v7i2.357>
- Istiyanto, J. E. (2014). *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android* (T. A. Prabawati (ed.)). C.V ANDI OFFSET.
- Joshua, I., Stanley, U., Charles, O., Peter, A., & Okokpujie, K. (2019). Development of alcohol triggered vehicle engine lock system. *IAES International Journal of Robotics and Automation (IJRA)*, 8(1), 68. <https://doi.org/10.11591/ijra.v8i1.pp68-76>
- Kelvin Difa, M., & Endri, J. (2021). Implementasi Sistem Pengenalan Wajah Sebagai Automatic Door Lock Menggunakan Modul ESP32 CAM. *PATRIA ARTHA Technological Journal* •, 5(2), 141–145.
- Khoirunnisa, A. (2019). Streaming Android Terintegrasi dengan Sensor PIR sebagai Sensor Gerak. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3(1), 24–28. <https://doi.org/10.30871/jaee.v3i1.1398>
- Louis, L. (2016). Working Principle of Arduino and Using it as a Tool for Study and Research. *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*, 1(2), 21–29. <https://doi.org/10.5121/ijcacs.2016.1203>
- Martianingtyas, E. D. (2019). Research and Development (R&D): Inovasi Produk dalam Pembelajaran. *Researchgate*, August, 1–8. <https://www.researchgate.net/publication/335227473>
- Oktari, N. G. A., Nurdin, A., & Rakhman, A. (2020). Prototype Smart Home Menggunakan Modul Wifi ESP8266 Dengan Aplikasi Telegram. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)*, 5(2), 258. <https://doi.org/10.30645/jurasik.v5i2.211>
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, G. M., & Wardhana, R. (2021). Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.318>
- Rusimamto, P. W., Anifah, L., Harimurti, R., & Anistyasari, Y. (2021). *Implementation of arduino pro mini and ESP32 cam for temperature monitoring on automatic thermogun*

- IoT-based*. 23(3), 1366–1375. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v23.i3.pp1366-1375>
- Setiawan, D., Candra, J. E., & Suharyanto, C. E. (2019). Perancangan Sistem Pengontrol Keamanan Rumah dengan Smart CCTV Menggunakan Arduino Berbasis Telegram. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 4(1), 185–190. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i1.1598>
- Sudiatmika, I. P. G. A. (2021). E-Learning Berbasis Telegram Bot. *KERNEL: Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika Dan Pendidikan Informatika*, 1(2), 49–60. <https://doi.org/10.31284/j.kernel.2020.v1i2.1469>
- Toyib, R., Bustami, I., Abdullah, D., & Onsardi, O. (2019). Penggunaan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) Untuk Mendeteksi Gerak Berbasis Short Message Service Gateway. *Pseudocode*, 6(2), 114–124. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.6.2.114-124>
- Yuliza. (2018). Detektor Keamanan Rumah Melalui Telegram Messenger. *Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 9(1), 27–33.