

Rancang Bangun Kamera Portabel Pemantau Ruang Brankas Berbasis IoT menggunakan ESP-32 Camera

Yusuf Hermawan

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yusufhermawan500@gmail.com

Ahmad Ridho'i

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, ridhoi@untag-sby.ac.id

Abstract

Every individual usually stores their valuable items in a specific location protected by an advanced security system, such as a safe room. To prevent intrusion by irresponsible individuals, especially when the room is empty and left by the owner, a security control device that can be operated from anywhere is required. This is what inspired the author to create a portable camera device that can be controlled remotely through the internet and smartphones. This portable camera was created utilizing IoT technology, combining a PIR sensor with an ESP32-CAM. The PIR sensor serves as a human motion detector and will send signals to the ESP-32CAM to record the motion in the form of images. The images captured by this camera will automatically be sent to the Telegram messaging application via a Telegram bot. Subsequently, a notification will appear in the Telegram application on the owner's smartphone. This system provides users with the ability to view and monitor in real-time through their smartphones. Generally, PIR sensors have an effective range of up to 5 meters. This has been analyzed and optimized according to existing literature. If the distance between the sensor and the object exceeds 5 meters, the PIR sensor will not work optimally, or might not even be able to detect any motion at all. Therefore, the placement of this portable camera device must be carefully considered to ensure security effectiveness.

Keywords: ESP-32CAM, IoT, Portable Camera, PIR Sensor

Abstrak

Setiap individu biasanya menyimpan barang berharga mereka di lokasi tertentu yang diproteksi dengan sistem keamanan canggih, contohnya ruang brankas. Untuk menghindari intrusi oleh individu yang tidak bertanggung jawab, terutama saat ruang tersebut kosong dan ditinggalkan oleh pemiliknya, diperlukan sebuah perangkat pengendali keamanan yang dapat dioperasikan dari mana saja. Itulah yang mendorong penulis untuk menciptakan sebuah perangkat kamera portabel yang dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui internet dan smartphone. Kamera portabel ini diciptakan dengan memanfaatkan teknologi IoT, menggabungkan sensor PIR dengan ESP32-CAM. Sensor PIR berfungsi sebagai detektor gerakan manusia dan akan mengirimkan sinyal ke ESP-32CAM untuk merekam gerakan tersebut dalam bentuk gambar. Gambar yang ditangkap oleh kamera ini akan secara otomatis dikirim ke aplikasi pesan Telegram melalui bot Telegram. Selanjutnya, notifikasi akan muncul di aplikasi Telegram di smartphone pemilik ruang brankas. Sistem ini memberikan kemampuan bagi pengguna untuk melihat dan memantau secara real-time melalui smartphone mereka. Secara umum, sensor PIR memiliki jangkauan efektif hingga 5 meter. Ini telah dianalisis dan dioptimalkan sesuai dengan literatur yang ada. Apabila jarak antara sensor dan objek melebihi 5 meter, sensor PIR tidak akan bekerja secara optimal, atau bahkan mungkin tidak dapat mendeteksi adanya gerakan sama sekali. Karena itu, penempatan perangkat kamera portabel ini harus dipertimbangkan dengan cermat untuk memastikan keefektifan keamanan.

Kata-kata kunci: ESP32-CAM, IoT, Kamera Portabel, Sensor PIR

Pendahuluan

Terdapat peningkatan signifikan dalam tingkat kejahatan di Indonesia saat ini, khususnya setelah masa pandemi Covid-19 berakhir. Selama pandemi, restriksi aktivitas di luar rumah telah mendorong orang untuk tetap berada di dalam rumah demi menghindari kerumunan, sebagai bagian dari upaya pencegahan penyebaran virus. Akan tetapi, setelah periode tersebut usai, banyak individu memilih untuk meninggalkan rumahnya, menyebabkan rumah dan lingkungan sekitarnya menjadi sepi. Kondisi ini bisa memicu aksi kriminal, seperti pencurian dan perampokan barang berharga. Biasanya, orang menjaga

barang berharga mereka di tempat yang aman, misalnya brankas. Sehingga, penting untuk memiliki sistem keamanan yang bisa dipantau dari kejauhan. Semakin canggih sistem keamanan yang diinstal pada suatu tempat, semakin efisien pula dalam mengurangi potensi kerugian akibat rusaknya atau kehilangan barang berharga yang disimpan di dalamnya [1].

Dengan berjalannya waktu, penggunaan teknologi keamanan telah mengalami peningkatan yang signifikan. Perkembangan teknologi ini telah mengubah cara pekerjaan dilakukan, dimana tugas-tugas yang dulunya dikerjakan secara manual oleh manusia kini telah secara otomatis dijalankan oleh mesin atau melalui penggunaan sensor-sensor. Dalam era globalisasi seperti sekarang, sudah ada banyak perangkat yang dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol suatu sistem dari jarak jauh melalui koneksi internet dan ponsel pintar. Hal ini menjadi dorongan bagi penulis untuk merancang rencana sistem kontrol jarak jauh yang lebih baik dan efektif.

Internet adalah jaringan komputer global yang terhubung satu sama lain, beroperasi berdasarkan standar industri yang dikenal sebagai Internet Protocol Suite (TCP/IP). Jaringan ini mampu mendukung jutaan pengguna dari seluruh penjuru dunia. Lebih dari sekedar menghubungkan pengguna, Internet juga membentuk koneksi otomatis antara berbagai perangkat. Fenomena ini dikenal sebagai Internet of Things (IoT), yaitu konsep di mana perangkat fisik dapat berinteraksi dan berkomunikasi satu sama lain secara otonom tanpa memerlukan campur tangan manusia [2].

Menurut [4], Kevin Ashton pertama kali memperkenalkan konsep Internet of Things (IoT) dalam presentasi yang dilakukannya pada tahun 1999. Teknologi ini memberikan kemudahan kepada individu dalam melaksanakan sejumlah tugas secara serentak. Meskipun tidak berada di rumah, seseorang masih bisa memantau keamanannya menggunakan perangkat tertentu. Oleh karenanya, sangat penting untuk mendesain dan membangun berbagai elemen yang akan digunakan untuk pemantauan dari jarak jauh. Desain dan konstruksi ini mengacu pada proses pengembangan alat atau sistem yang dirancang khusus untuk menangani masalah tertentu [3].

Untuk memastikan fungsi perangkat Internet of Things (IoT), setiap objek fisik harus diberikan pengenal unik, misalnya alamat Protokol Internet (IP). Pengenal ini memungkinkan komputer yang terkoneksi ke Internet untuk mengidentifikasi dan mencari objek tersebut. Internet of Things beroperasi berdasarkan logika pemrograman di mana setiap instruksi yang diberikan akan secara otomatis memicu interaksi antara semua mesin yang terkoneksi, tanpa mempertimbangkan jarak atau campur tangan manusia.

Istilah 'Internet of Things' merujuk pada rangkaian perangkat komputasi yang saling terkait, jaringan komputer, dan lingkungan fisik tempat perangkat tersebut berada. Informasi dari objek yang terhubung dengan internet dikumpulkan menjadi 'big data', yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai lembaga, perusahaan, dan entitas pemerintah untuk kepentingan mereka. Sistem elektronik yang berfungsi sebagai alat komunikasi antara individu atau kelompok masuk dalam kategori perangkat keras dan perangkat lunak yang menjadi komponen dari Internet of Things. Cloud, data, dan jaringan komunikasi, serta perangkat, semua memiliki peran dalam persatuan antara teknologi informasi dan komunikasi [14].

Keuntungan dari IoT adalah sebagai berikut:

- a. Akses data universal yang tidak membatasi Anda ke lokasi atau perangkat tertentu.

- b. Meningkatkan konektivitas jaringan antara gadget elektronik.
- c. Lebih efisien dan ekonomis untuk mengirimkan paket data melalui koneksi jaringan.
- d. Mengurangi kebutuhan untuk keterlibatan manusia dan meningkatkan produktivitas dengan mengotomatisasi d) tugas yang berkontribusi pada kualitas layanan bisnis.

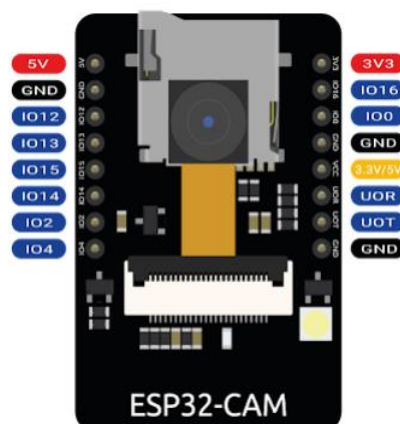
Di bawah ini adalah beberapa keterbatasan IoT:

- a. Karena jumlah perangkat yang terhubung ke Internet meningkat dan lebih banyak data ditukar antara mereka, demikian juga kemungkinan pencurian data oleh pelaku jahat.
- b. Organisasi mungkin perlu mengelola ribuan atau jutaan gadget IoT di masa depan. Akan sulit untuk mengumpulkan dan mengatur data dari begitu banyak sumber yang berbeda.
- c. Setiap perangkat yang terhubung berisiko rusak jika terjadi bug atau kesalahan di sistem.
- d. Perangkat dari produsen yang berbeda dapat mengalami kesulitan berkomunikasi satu sama lain melalui IoT karena kurangnya standar kompatibilitas internasional [20].

Di bidang elektronika, terdapat beragam jenis sensor seperti sensor kamera, suara, gerakan, dan lainnya. Sebuah sensor berfungsi untuk mendeteksi variasi, baik dalam aspek fisik maupun kimia, yang selanjutnya dikonversi menjadi pulsa atau arus listrik [7]. Sensor Kamera merupakan elemen penting dalam kamera digital, berfungsi untuk mengkonversi gambar yang ditangkap oleh lensa menjadi data digital [5]. Sensor gerak adalah tipe perangkat listrik yang memanfaatkan detektor atau sensor untuk mengidentifikasi gerakan dalam jarak dekat [8].

ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah papan pengembangan yang menggabungkan modul WiFi/Bluetooth, mikrokontroler ESP32, dan kamera. Salah satu fitur open source yang ditawarkan oleh mikrokontroler ini adalah kemampuan untuk mengambil gambar dengan pengenalan wajah dan deteksi. Mikrokontroler dapat diimplementasikan di platform Arduino untuk memanfaatkan perpustakaan dan fitur built-in platform [1]. Salah satu mikrokontroler dengan fitur tambahan, seperti slot microSD, adalah ESP32-CAM. Ada dua sisi untuk modul ESP32CAM. Modul kamera yang dapat dilepas duduk di atas perangkat, bersama dengan microSD yang dapat diisi ulang dan flash untuk digunakan dalam cahaya rendah. Antena internal modul, konektor untuk antena eksternal, pin I/O pria, dan chip ESP32S semuanya [6].



Gambar 1. ESP-32 Camera

Modul OV2640 untuk kamera termasuk dalam paket penjualan, dan modul kamera ESP32-CAM sudah terintegrasi dengan FPC Camera Connector 24 Pin, jadi semua yang harus Anda lakukan adalah meninggalkan psang di konektor FPC kamera. Dalam tabel di bawah , kita dapat melihat bagaimana kamera terhubung ke ESP32-CAM AI-Thinker [17].

Sensor PIR

Detektor gerak inframerah, atau sensor PIR, umumnya digunakan untuk menentukan apakah ada aktivitas manusia dalam jangkauan sensor. Sensor ini nyaman karena biaya rendah, konsumsi daya rendah, dan kemudahan penggunaan. Akibatnya, sensor ini menemukan aplikasi yang luas dalam pengaturan domestik dan komersial. Sensor Pasif InfraRed adalah akronim untuk sensor PIR [9].



Gambar 2. Sensor PIR

Sensor inframerah pasif (PIR) adalah jenis detektor radiasi. Karena sensor PIR ini tidak menghasilkan cahaya IR sendiri, itu sepenuhnya bergantung pada IR yang masuk dari lingkungan untuk berfungsi. Cahaya inframerah pasif yang dipancarkan oleh masing-masing objek diukur dan respons sensor proporsional dengan energi itu. Tubuh manusia adalah objek umum yang dapat dideteksi oleh sensor ini.

Melintasi sensor akan memicu material piroelektrik untuk menghasilkan arus listrik. Hal ini terjadi akibat energi panas yang dihasilkan oleh sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia, bukan oleh lingkungan sekitarnya. Setelah arus listrik ini diperkuat oleh rangkaian penguat, komparator akan menghasilkan output [10].

Telegram

Ketika Anda mengirim telegram, Anda di antara media yang menggunakan IoT adalah aplikasi pesan. Karena transfer data yang mudah dan cepat, aplikasi pesan telah mendapatkan popularitas yang luas. Berbagai jenis media yang digunakan untuk menyampaikan informasi sangat mengesankan. Dalam konfigurasi ini, penulis memilih untuk menggunakan aplikasi pesan smartphone Telegram untuk tujuan pemantauan jarak jauh. Telegram adalah layanan IM berbasis awan yang memungkinkan komunikasi jarak jauh tak terbatas berkat kemampuan untuk menerima dan melakukan panggilan secara bersamaan, antara fitur lainnya. Telegram telah merilis sistem bagi programmer (di luar programmer) untuk mengatur akun Bot. Bot adalah program komputer yang mengelola akun Telegram atas nama mereka. Untuk memberikan contoh yang konkret, bot akan menanggapi segera ketika pengguna mengirim pesan yang berisi perintah yang dapat dia

pahami. Permainan, terjemahan bahasa, unduhan file, dan bahkan transaksi moneter (pembayaran) hanyalah beberapa dari banyak penggunaan untuk yang Telegram bot telah dibuat [13].

Sebuah kapal adalah versi yang dipercepat dari robot. Bot ini membuatnya mudah untuk mengembangkan aplikasi obrolan khusus dan untuk mengotomatisasi tugas moderasi kelompok manual sebelumnya. Menemukan akun botFather di Telegram adalah cara termudah untuk mengatur akun bot di platform. Jika Anda ingin membuat bot di Telegram dengan nama tertentu, Anda dapat melakukannya dengan mengirim perintah berikut ke BotFather: /start, /newbot, (Bot Name), (BOT Name)_bot. Belajar bahasa pemrograman seperti Python, Java, PHP, atau lainnya adalah prasyarat untuk mengintegrasikan fitur Bot pada mikrokontroler dan mikroprosesor. Ini karena bot, atau robot, dapat diprogram untuk melakukan tugas-tugas tertentu dalam menanggapi perintah tertentu, dan karena bot akan berjalan sesuai dengan bahasa di mana perintah-perintah tersebut ditulis [14].

Power Bank

Ketika kita jauh dari soket dinding, bank daya adalah perangkat pengisian daya pilihan. Untuk menggunakan power bank, yang juga dapat dipikirkan sebagai baterai atau baterai cadangan, semua yang harus Anda lakukan adalah menyalakan kabel pengisian daya ponsel Anda, seperti yang Anda lakukan dengan outlet dinding standar. Mereka yang bekerja di lapangan dan hanya kadang-kadang berada di dalam kantor, serta sering bepergian, adalah pengguna yang dimaksudkan dari bank daya portabel. Kapasitas daya dari item kecil berkisar dari ribuan hingga puluhan ribu mAh. Laptop ini memiliki antarmuka yang intuitif. Sama seperti ponsel biasa, pengisian daya tidak memerlukan apa-apa selain menyalurkannya. Kartu pengisi daya yang berfungsi.

Proses pemasangannya sama sederhananya seperti saat kita mengisi daya ponsel biasa. Durasi penggunaan sebuah power bank sangat bergantung pada kapasitas penyimpanan energinya, yang biasanya diukur dalam satuan mAh [15].

Adapun beberapa jenis power bank, yaitu :

- a. Power Bank Universal. Power bank ini adalah power bank yang paling banyak ditemukan. Power bank ini biasanya tersedia dalam bentuk portable (dapat dibawa kemana saja) yang bisa digunakan untuk smartphone. Power bank ini memiliki harga yang murah.
- b. Power Bank Solar. Power bank ini merupakan power bank yang dapat merubah energi panas matahari menjadi listrik karena power bank ini memiliki panel surya. Cara penggunaannya dengan dijemur dibawah panas matahari atau disambungkan langsung ke stopkontak listrik. Dengan kelebihanannya menggunakan panel surya, maka alat ini memiliki harga yang lebih mahal dibandingkan Power Bank Universal.
- c. Power bank yang terakhir yaitu power bank yang masih menggunakan baterai sebagai sistem utamanya yang memiliki banyak keterbatasan, sehingga membuat power bank ini sedikit peminatnya.

Penggunaan power bank tidak boleh digunakan hingga habis baru discharge. Hal tersebut akan menyebabkan power bank cepat rusak. Berikut adalah cara merawat power bank supaya tetap awet saat penggunaan.

1. Melakukan pengecekan jenis baterai yang digunakan
2. Beberapa jenis baterai yang banyak digunakan adalah Li-ion atau Li-Po

3. Li-Ion merupakan baterai dengan harga yang lebih mahal karena umur penggunaannya yang lebih lama dibandingkan Li-Po. Biasanya baterai Li-Ion lebih berat dibandingkan Li-Po.
4. Untuk penggunaan baterai dengan jenis lithium tidak boleh digunakan hingga habis, maksimal tersisa 5 - 10% sebelum di charge.
5. Apabila Power Bank tidak digunakan dan ingin disimpan, maka kapasitas baterainya harus berkisar 40% - 60%
6. Untuk baterai Li-Ion atau Li-Po tidak dapat menyimpan kapasitas (efek memori), sehingga kapasitas power bank akan menyesuaikan baterai setelah di charge. Berbeda dengan baterai Ni-Cad/Ni-MH yang mempunyai efek memori, contohnya penggunaan pada notebook.
7. Meletakkan power bank di tempat yang tepat, jangan sampai jatuh, terutama untuk power bank dengan kapasitas besar.
8. Dari riset yang ada, terbukti power bank yang jatuh akan rusak. Maka dari itu, tambahkan lapisan power bank sebagai pelindung ketika terjatuh. [18]

Kabel Jumper

Untuk menghubungkan dua komponen Arduino tanpa pengelasan, Anda dapat menggunakan kabel listrik dengan pin konektor di setiap ujung yang disebut "kabel jumper." Kabel jumper ini terutama berfungsi sebagai konduktor listrik, menghubungkan sistem listrik terpisah. Untuk mendapatkan grid yang bagus dan ketat pada papan roti dan alat prototipe lainnya, kabel jumper umumnya digunakan. Konektor laki-laki dan perempuan membentuk titik akhir kabel. Menggunakan konektor reseptor. Bite diambil dengan konektor Female to Female dan diberikan dengan konektor Male to male [19].

Arduino IDE

In-Dash Programming untuk Arduino, Perusahaan di balik platform Arduino juga menciptakan IDE open-source (Integrated Development Environment) untuk pemrograman arduino. Anda dapat mendapatkan tangan Anda pada Arduino IDE dengan mengunjungi situs web Arduinos. Sebagai editor teks, Arduino IDE dapat digunakan untuk menulis, memodifikasi, dan memeriksa integritas perangkat lunak. "Arduino sketch" atau "arduino source code" (dengan file extension source code) adalah nama yang diberikan untuk kode komputer yang digunakan oleh Arduino microcontroller.ino [16].

Metode

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan cara mencari dan mengumpulkan informasi terkait dasar teori, persiapan tools penunjang, serta cara kerja alat dari penelitian sejenis. Dalam penelitian ini, dilakukan studi literature dari beberapa jurnal yang relevan untuk menambah pengetahuan mengenai konsep IoT, Arduino, ESP-32 Cam dan Sensor PIR.

Metode Pengembangan Alat

Metode pengembangan alat merupakan cara yang dilakukan setelah memperoleh beberapa inovasi dari studi literature, dibagi kedalam 4 tahap yaitu :

- a. Tahap Analisa Alat

Tahap ini merupakan penguraian bahan yang dibutuhkan untuk perancangan alat dan sistem dari kamera portable supaya dapat mencapai tujuan pembuatannya yaitu sebagai alat pemantau ruang brankas dari jarak jauh. Contohnya seperti pemilihan Sensor PIR sebagai pendeteksi gerak pada alat utama ESP-32 Cam, persiapan aplikasi Arduino IDE yang diinstal melalui computer/laptop, penggunaan aplikasi telegram pada smartphone, dan alat-alat penunjang lainnya.

b. Tahap Perancangan Alat

Setelah dilakukan analisa alat dan sistem yang dibutuhkan untuk perancangan, maka langkah selanjutnya yaitu membuat desain alat, menentukan cara kerja alat serta melanjutkan ke tahap pembuatan program. Dalam tahap perancangan alat ini dilakukan pembuatan bentuk fisik peralatan.

c. Tahap Pembuatan Program

Tahap pembuatan program meliputi pengkodean serta perancangan sistem real time. Pengkodean yang dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE dan menyambungkan ke aplikasi telegram di smartphone supaya memudahkan pengguna untuk memantau ruang brankas dari jarak jauh. Secara garis besar Arduino memberi control pada kamera portable melalui sensor PIR dan memberikan notifikasi berupa gambar melalui jaringan internet.

d. Tahap Pengujian Alat

Tahap pengujian alat merupakan tahap pembuktian serta implementasi secara langsung di ruang brankas untuk mengetahui apakah sistem dan alat sudah berjalan sesuai yang diinginkan, sehingga tujuan utama tercapai.

Cara Kerja Kamera Portabel Pemantau Ruang Brankas

Sebuah kamera portabel berbasis Internet of Things (IoT) dirancang dengan mengintegrasikan sensor PIR dan ESP32-CAM. Sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi gerakan manusia di dalam ruangan brankas saat pemiliknya tidak ada. Jika sensor ini mendeteksi adanya gerakan, maka akan mengirimkan sinyal output ke ESP32-CAM untuk merekam gambar gerakan tersebut. Gambar yang telah direkam kemudian secara otomatis akan dikirim ke aplikasi pesan Telegram, memanfaatkan bot yang tersedia di dalamnya. Bot Telegram ini dapat diakses melalui ID bot dan token bot yang telah dibuat dengan menggunakan BotFather. Sebagai hasilnya, pemilik ruangan brankas akan menerima notifikasi berupa gambar di Telegram pada smartphone mereka. Sistem ini memungkinkan pemilik untuk memantau ruangan secara real-time melalui smartphone.

Hasil Dan Pembahasan




Kamera portabel pemantau ruang brankas dirangkai dari mikrokontroler ESP32-CAM dan Sensor PIR, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3. Rangkaian Kamera Portabel

Pada umumnya sensor PIR memiliki jangkauan pembacaan efektif hingga 5 meter, namun sensor PIR memiliki jangkauan jarak dan sudut pembacaan yang bervariasi, tergantung karakteristik sensor [10]. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui tingkat efektifitas sensor PIR

Tabel 1.
Hasil Pengamatan

Jarak Sensor- Objek	Hasil Analisis	Hasil Output Gambar
1 m	Berhasil	
2 m	Berhasil	
3 m	Berhasil	

4 m	Berhasil	
5 m	Berhasil	
5,2 m	Tidak Berhasil	Tidak muncul notifikasi gambar

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel diatas, sensor PIR dapat mendeteksi gerakan maksimal 5 meter. Jika jarak sensor dan objek melebihi 5 meter maka sensor PIR tidak dapat mendeteksi adanya gerakan, sehingga tidak ada notifikasi gambar yang terkirim ke telegram. Maka dari itu, alat kamera portable dengan sensor PIR ini harus ditempatkan di tempat strategis supaya dapat menjangkau area sekitar brankas secara maksimal, sehingga dapat dikatakan alat tersebut bekerja dengan efektif.

Kesimpulan

- Alat kamera portable bekerja dengan menggunakan mikrokontroler ESP-32 Cam dengan bantuan sensor PIR dan aplikasi telegram. Ketika terdeteksi adanya gerakan di suatu ruang brankas yang ditinggali pemiliknya, maka sensor ESP-32 Cam akan menangkap gambar sekaligus mengirimkan notifikasi berupa foto ke pemiliknya menggunakan telegram.
- Kamera portable dapat berfungsi secara efisien jika jarak sensor PIR dengan objek tidak melebihi 5 m.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah ikut serta memberikan bantuan hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir saya dengan baik.

Daftar Pustaka

- Suradi, dkk. 2022. "Perancangan Sistem Pintu Otomatis Menggunakan Esp32CAM". Makassar : Universitas Islam Makassar.
- Arri, Plasida. 2021. "Rancang Bangun Sistem Pemantau Kedatangan Tamu Berbasis Internet Of Things (Iot)". Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- Fandidarma, Bayu, dkk. 2021. "Rancang Bangun Mobil Remote Control Pemantau Area berbasis IoT menggunakan ESP 32CAM". Madiun : Universitas PGRI Madiun.
- Effendi, Yoyon. 2018. "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile". Riau : STMIK Amik
- Fisipol. 2021. " Bagaimana cara kerja kamera? Panduan sederhana pemula tentang cara

- menggunakan kamera". (<https://fisipol.uma.ac.id/cara-cerja-kamera/#:~:text=Lensa%20kamera%20mengambil%20semua%20sinar,mereka%20menciptakan%20gambar%20yang%20tajam>). Diakses pada tanggal 24 Februari 2023 pukul 20.03 WIB.
- [6] Indobot. 2011. "Mengenal ESP32-Cam dan bagaimana cara menggunakannya". (<https://indobot.co.id/blog/mengenal-esp32-cam-dan-bagaimana-cara-menggunakannya/>). Diakses pada tanggal 21 Oktober 2022 pukul 20.35 WIB.
- [7] Royen, Abi. 2020. "Sensor Gerak : Bentuk, Fungsi Dan Cara Kerjanya". (<https://abiblog.com/sensor-gerak-bentuk-fungsi-dan-cara-kerjanya/>). Diakses pada tanggal 24 Februari 2023 pukul 20.25 WIB.
- [8] Chakraborty, Sanchari. 2023. "Sensor Gerak: 5 Fakta Menarik Untuk Diketahui". (<https://id.lambdageeks.com/motion-sensor/>). Diakses pada tanggal 27 Februari 2023 pukul 10.53 WIB.
- [9] Dawud, Abu. 2018. "Mengenal Sensor PIR (Passive InfraRed)". (<https://abudawud.wordpress.com/2018/06/02/mengenal-sensor-pir-passive-infrared/>). Diakses pada tanggal 24 Oktober 2022 pukul 16.32 WIB.
- [10] Desmira, dkk. 2020. "Penerapan Sensor Passive Infrared (Pir) Pada Pintu Otomatis Di Pt Lg Electronic Indonesia". Serang : Universitas Serang Raya. Diakses pada tanggal 27 Februari 2023 pukul 11.07 WIB.
- [11] Saptaji. 2018. " Cara Menginstal Driver USB to TTL Converter PL2303". (<http://saptaji.com/2018/01/15/cara-menginstal-driver-usb-to-ttl-converter-pl2303/>). Diakses pada tanggal 24 Oktober 2022 pukul 16.55 WIB.
- [12] Marno. 2022. "Apa itu Telegram". (<https://metroandalas.co.id/apa-itu-telegram/>). Diakses pada tanggal 24 Oktober 2022 pukul 20.23 WIB.
- [13] Arifin, Rudi Dian. 2022. "Pengertian Telegram – Sejarah, Fitur, Kelebihan, Fungsi". (<https://dianisa.com/pengertian-telegram/>). Diakses pada tanggal 24 Oktober 2022 pukul 20.25 WIB.
- [14] Fauzan, Yusuf. 2020. "Kotak Penerima Paket Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP32CAM". Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah.
- [16] Robotic. 2021. "Programming Dasar : Arduino IDE". (<https://robotics.instiperjogja.ac.id/post/arduinoide>). Diakses pada tanggal 15 Juni 2023 pukul 18.00 WIB.
- [17] Elektro. 2022. "Panduan Pinout CAM : ESP32". (<https://www.electrorules.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout-guide-gpios-usage-explained/>). Diakses pada tanggal 15 Juni 2023 pukul 19.00 WIB.
- [18] Elekkomp. 2018. "Pengertian Power Bank dan Cara Kerjanya ". (<https://elekkomp.blogspot.com/2018/10/pengertian-power-bank-dan-cara-kerjanya.html>). Diakses pada tanggal 16 Juni 2023 pukul 19.50 WIB.
- [19] Prastyo, Elga Aris. 2022. "Pengertian, Jenis dan Cara Kerja Kabel Jumper Arduino ". (<https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/pengertian-jenis-dan-cara-kerja-kabel-jumper-arduino.html>). Diakses pada tanggal 16 Juni 2023 pukul 20.50 WIB.
- [20] Mulyawan, Rifqi. 2018. "IOT: Pengertian, Apa itu Internet of Things? Definisi Menurut Ahli, Sejarah, Prinsip, Kelebihan dan Kekurangannya!". (<https://rifqimulyawan.com/blog/pengertian-iot-internet-of-things/>). Diakses pada

tanggal 23 Juni 2023 pukul 20.15 WIB.