



Rancang bangun smart doorbell berbasis internet of things menggunakan esp32 cam

Addiotirta Mahardika^{a,1}; Muhammad Ihsan^{a,2,*}

^a Universitas Muhammadiyah Palembang, Jl. Jendral A. Yani, kel 13 ulu, kec. Seberang ulu II, Palembang, Indonesia

¹ addiotirta5@gmail.com; ² ihsan_idris@um-palembang.ac.id

* Corresponding author

Artikel Histori: Diterima 16/01/2025; Revisi 23/02/2025; Terbit 06/02/2025

Abstrak

Keamanan rumah menjadi salah satu aspek penting dalam kehidupan modern. Dengan perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), sistem keamanan dapat dioptimalkan melalui perangkat pintar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe *smart doorbell* berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM yang mampu memberikan notifikasi real-time serta streaming video kepada pemilik rumah. Sistem ini terdiri dari komponen utama berupa ESP32-CAM sebagai modul kamera dan mikrokontroler, serta aplikasi pendukung pada perangkat mobile. Ketika tombol bel ditekan, ESP32-CAM akan mengirimkan gambar dan video ke server yang terhubung dengan aplikasi, memungkinkan pemilik rumah memantau kondisi di depan pintu melalui smartphone. Selain itu, sistem mendukung komunikasi dua arah dengan integrasi mikrofon dan speaker. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam mengirimkan notifikasi serta video secara cepat dan akurat. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan penghuni rumah.

Kata Kunci: Smart Doorbell, Internet of Things, ESP32-CAM, Keamanan Rumah, Notifikasi Real-Time.

Pendahuluan

Teknologi memegang peran penting pada era globalisasi saat ini, berbagai bidang juga memanfaatkan teknologi sebagai sarana membantu meringankan pekerjaan. Pada tahun 2018 pengguna internet di Indonesia mencapai 171,1 juta jiwa[1]. Seiring perkembangan teknologi seperti saat ini yang mengacu pada penggunaan dan pemanfaatan teknologi Internet Of Things Embedded System atau sistem tertanam dengan kendali jarak jauh yang terkoneksi dengan internet[2].

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat ini telah mendorong berbagai inovasi di bidang keamanan dan kenyamanan rumah tangga. Internet of Things (IoT) menjadi salah satu teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet, sehingga memberikan kemudahan dalam pengawasan dan pengendalian secara jarak jauh[3].

Keamanan rumah merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan modern yang mendapatkan perhatian besar dari masyarakat[4]. Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan jumlah kasus kejahatan, seperti pencurian, perampokan, dan penyusupan, telah menimbulkan kekhawatiran yang signifikan bagi pemilik rumah[5]. Banyak orang merasa perlu untuk mencari solusi yang lebih canggih untuk melindungi rumah mereka, terutama ketika mereka sedang tidak berada di tempat. Meskipun berbagai metode tradisional seperti penggunaan kunci ganda, pemasangan pagar, dan sistem alarm telah banyak digunakan, solusi-solusi ini sering kali memiliki keterbatasan, terutama dalam hal deteksi dini, fleksibilitas, dan kemudahan akses[6].

Dengan berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru untuk menciptakan perangkat cerdas yang dapat meningkatkan keamanan rumah secara signifikan[7]. IoT memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan dikendalikan melalui jaringan internet, sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengontrol, memantau, dan mengakses perangkat dari jarak jauh[8]. Dalam konteks keamanan rumah, penerapan teknologi IoT dapat menjadi solusi yang efektif untuk memberikan tingkat perlindungan yang lebih baik, meningkatkan efisiensi, dan memudahkan pengawasan secara real-time[9].

Maka Peneliti merancang dan membangun smart doorbell berbasis ESP32-CAM yang dilengkapi dengan kamera untuk menangkap gambar dan mengirimkannya melalui bot Telegram. Sistem ini dirancang agar pemilik rumah dapat memantau kondisi pintu dari mana saja menggunakan aplikasi Telegram. Berdasarkan studi sebelumnya, penggunaan perangkat IoT untuk pengawasan jarak jauh telah terbukti

meningkatkan efisiensi dan keamanan . Namun, masih terdapat beberapa tantangan dalam hal kestabilan koneksi, pengiriman data, dan respons sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem smart doorbell berbasis IoT yang handal, cepat, dan mudah digunakan oleh masyarakat umum. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis yang mampu meningkatkan rasa aman di lingkungan perumahan serta mendorong penggunaan teknologi IoT di kehidupan sehari-hari.

Metode Penelitian

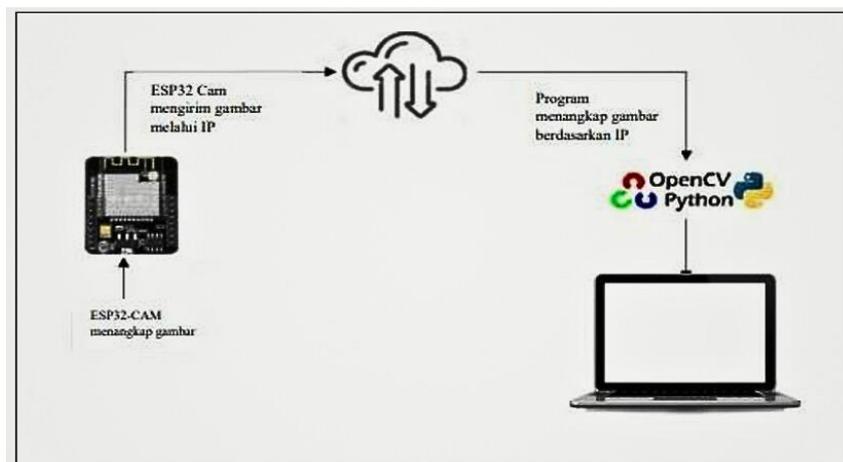
Penelitian ini menggunakan metode Studi Literatur. Studi literatur adalah salah satu metode pengumpulan data sekunder yang dilakukan dengan mengumpulkan, membaca, dan mencatat berbagai sumber pustaka yang relevan dengan topik penelitian[10]. Studi literatur juga dikenal sebagai penelitian perpustakaan atau penelitian pustaka. Studi literatur pada penelitian ini merupakan proses pengumpulan dan penelaahan berbagai referensi ilmiah yang relevan dengan topik smart doorbell berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM[11]. Referensi yang dikaji meliputi jurnal, buku, laporan penelitian, serta dokumentasi teknis yang membahas teknologi IoT, protokol komunikasi, dan perangkat keras pendukung. Studi literatur bertujuan untuk memahami konsep dasar, metode, serta teknologi yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya, sehingga dapat dijadikan acuan dalam perancangan sistem.

Melalui studi literatur, peneliti memperoleh informasi mengenai penggunaan ESP32-CAM sebagai modul kamera dan mikrokontroler, implementasi jaringan Wi-Fi untuk pengiriman data real-time, serta aplikasi mobile yang memungkinkan pemantauan jarak jauh. Selain itu, studi literatur juga membantu mengidentifikasi potensi masalah dan solusi yang dapat diimplementasikan. Dengan demikian, hasil studi literatur ini memberikan landasan yang kuat dalam merancang sistem prototipe yang efektif, inovatif, dan sesuai dengan kebutuhan keamanan rumah modern.

Hasil dan Pembahasan

a. Spesifikasi dan Rangkaian Alat

Rangkaian alat penelitian *smart doorbell* berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM terdiri dari beberapa komponen utama. ESP32-CAM berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus kamera yang bertugas untuk menangkap gambar dan video real-time. Modul ini dihubungkan dengan tombol bel sebagai input utama yang akan memicu pengambilan gambar serta pengiriman notifikasi ke perangkat mobile pengguna melalui jaringan Wi-Fi[12]. Selain itu, rangkaian dilengkapi dengan speaker dan mikrofon untuk mendukung komunikasi dua arah antara pemilik rumah dan pengunjung. Untuk sumber daya, digunakan adaptor atau baterai yang mampu menyuplai tegangan sesuai kebutuhan ESP32-CAM dan komponen pendukung lainnya. Data yang dihasilkan oleh ESP32-CAM akan dikirimkan ke server cloud atau aplikasi Telegram, memungkinkan pemilik rumah menerima notifikasi serta memantau kondisi di depan pintu melalui smartphone. Rangkaian alat ini dirancang agar dapat bekerja secara efisien dan stabil dalam kondisi penggunaan sehari-hari.



Gambar 1. Rangkaian Alat

Spesifikasi ESP32 Cam terdiri dari modul SoC Wi-Fi BT 802. 11, CPU 32 bit berdaya rendah, kecepatan clock 160 MHz, SRAM 520 KB, mendukung UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC, mendukung kamera OV2640 dan OV7670, mendukung unggah Wi-Fi gambar, mendukung kartu TF, tertanam Lwip

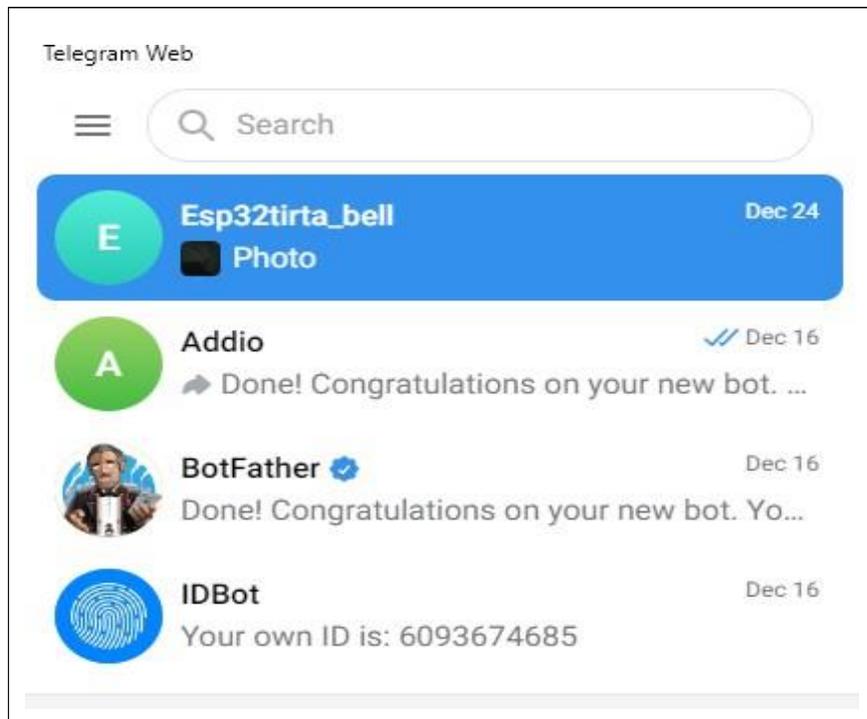
dan FreeRTOS, mendukung mode operasi STA/AP/STA+AP, mendukung teknologi Smart Config/AirKiss dan terdapat dukungan untuk upgrade firmware local dan jarak jauh port serial (FOTA).

Mikrokontroler ESP32 dibuat oleh perusahaan bernama Espressif Systems, perusahaan berbasis di Shanghai, Tiongkok. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh Esp32 yaitu sudah terdapat WiFi dan Bluetooth di dalamnya, sehingga akan sangat memudahkan ketika kita belajar membuat sistem IoT yang memerlukan koneksi wireless. Modul ini dapat digunakan untuk aplikasi lain seperti kontrol sistem, monitoring, dan lainnya. ESP32 memiliki fitur deep sleep untuk menghemat daya dengan mematikan modul saat tidak digunakan.

b. Aplikasi Telegram

Telegram merupakan aplikasi Software pintar yang ringan, cepat, tidak beriklan, dan dapat diakses dengan gratis, dengan menggunakan fitur telegram yaitu telegram bot yang dapat berkomunikasi dengan perangkat mikrokontroler [13].

Dalam penelitian yang berkaitan dengan pengembangan smart doorbell berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM, penggunaan Telegram sebagai perangkat lunak pendukung dapat memberikan berbagai manfaat. Telegram digunakan sebagai alat komunikasi antara perangkat (ESP32-CAM) dan pengguna, memungkinkan pemilik rumah untuk menerima notifikasi atau gambar dari kamera pintu secara langsung ke aplikasi Telegram mereka.



Gambar 2. Laman Pada Telegram

Contoh alur kerja:

1. Seseorang menekan tombol pintu.
2. ESP32-CAM mengambil gambar dari kamera.
3. ESP32-CAM mengirimkan gambar tersebut ke server Telegram melalui API Bot Telegram.
4. Pengguna menerima notifikasi di aplikasi Telegram mereka dengan gambar atau informasi tentang siapa yang ada di depan pintu.

Dengan menggunakan Telegram sebagai platform komunikasi, proses pemantauan pintu menjadi lebih praktis dan efisien, bahkan memungkinkan pemilik rumah untuk memantau kondisi pintu dari jarak jauh.

c. Pemrograman Arduino IDE

Program Arduino IDE sangat diperlukan dalam penelitian ini karena merupakan alat utama yang digunakan untuk memprogram dan mengunggah kode ke modul ESP32-CAM. Arduino IDE menyediakan lingkungan pemrograman yang sederhana dan mendukung berbagai library yang dibutuhkan untuk

mengintegrasikan berbagai fitur pada smart doorbell, seperti pengambilan gambar dari kamera, pengaturan koneksi Wi-Fi, dan komunikasi dengan bot Telegram menggunakan API Telegram[14].

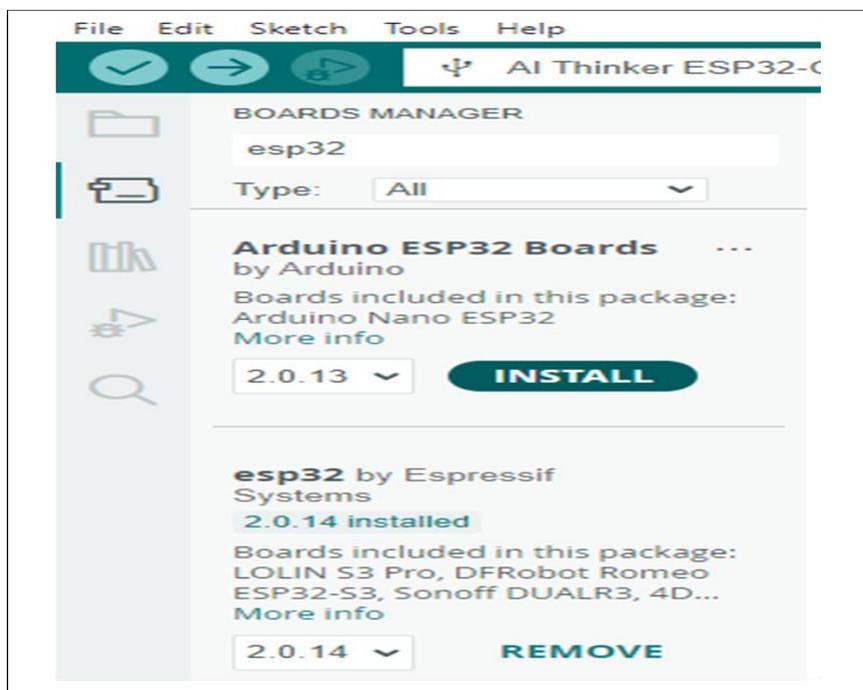
Arduino IDE juga mendukung berbagai board berbasis mikrokontroler, termasuk ESP32, dengan konfigurasi yang mudah. Fitur seperti serial monitor pada Arduino IDE memungkinkan peneliti untuk melakukan debugging secara real-time, memantau keluaran data, dan memastikan sistem bekerja dengan benar. Kelebihan lain dari Arduino IDE adalah komunitas penggunaannya yang luas, sehingga memudahkan peneliti dalam mencari referensi, contoh kode, atau solusi ketika menghadapi masalah selama pengembangan sistem. Dengan semua kelebihan ini, penggunaan Arduino IDE menjadi pilihan tepat untuk merancang dan mengimplementasikan smart doorbell berbasis IoT yang efektif dan efisien.

Dengan Arduino IDE, peneliti dapat menulis kode dalam bahasa pemrograman C/C++, mengompilasinya, dan mengunggahnya langsung ke ESP32-CAM melalui kabel USB. Selain itu, Arduino IDE memungkinkan peneliti untuk melakukan debugging secara real-time melalui fitur Serial Monitor, yang berguna untuk memantau jalannya program dan memperbaiki kesalahan selama proses pengembangan. Dukungan komunitas yang luas dan ketersediaan library yang lengkap menjadikan Arduino IDE sebagai pilihan ideal dalam penelitian berbasis IoT seperti smart doorbell ini.

Supaya board modul Arduino uno dapat digunakan dan di jalankan dengan Arduino IDE maka harus diinstall terlebih dahulu boardnya. Adapun langkah- langkahnya sebagai berikut:

1) instal Board manager

Pada program ini memerlukan board manager dengan kode esp32 by Espressif agar output daftar berjalan.

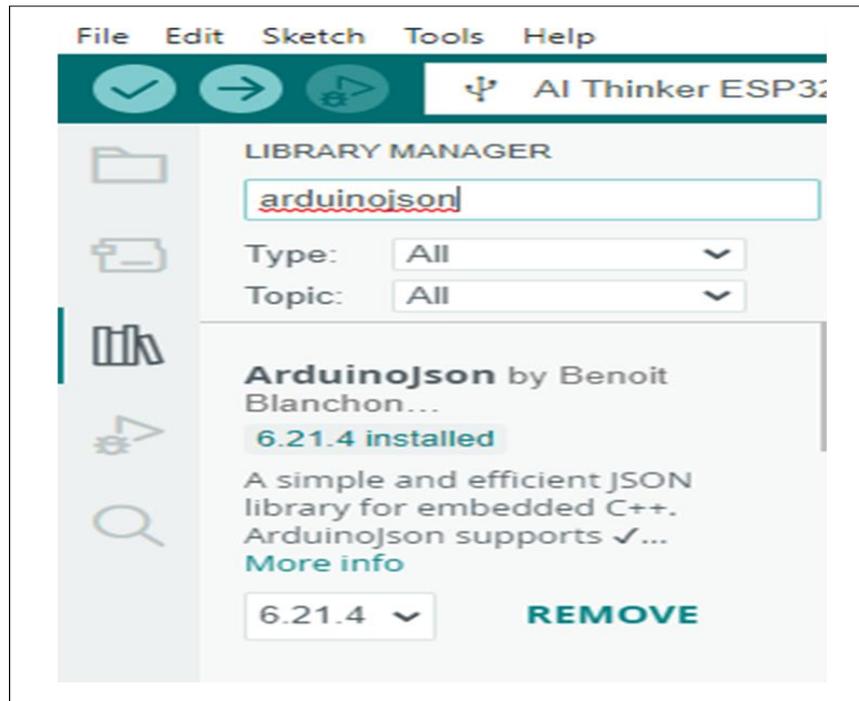


Gambar 3. Install Board Manager

Untuk mendukung penelitian "Rancang Bangun Smart Doorbell Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32-CAM," instalasi Board Manager pada Arduino IDE menjadi langkah awal yang penting. Langkah ini dilakukan dengan menambahkan URL Board Manager ESP32 ke pengaturan Arduino IDE, sehingga perangkat ESP32-CAM dapat dikenali dan diprogram. Setelah Board Manager terinstal, pengguna dapat memilih board ESP32-CAM dan mulai mengunggah kode untuk mengintegrasikan fitur seperti kamera, konektivitas WiFi, dan sensor, guna mewujudkan sistem smart doorbell yang inovatif dan terhubung dengan Internet of Things.

2) instal library manager

Program ini juga membutuhkan library manager yaitu Arduino json by benoit sebagai library pada program pada penguploadan.



Gambar 4. Laman Instal Library

3) Program Arduino IDE

Pada program ini untuk menampilkan hasil output pada telegram yang sudah dibuat bot pendukung untuk program ini.

```

esp32cam_telegram.ino
1  #include <Arduino.h>
2  #include <WiFi.h>
3  #include <WiFiClientSecure.h>
4  #include "soc/soc.h"
5  #include "soc/rtc_cntl_reg.h"
6  #include "esp_camera.h"
7  // memasukan library telegram bot
8  #include <UniversalTelegramBot.h>
9  // memasukan library arduino json (digunakan jika ingin menggunakan telegram bot)
10 #include <ArduinoJson.h>
11
12 // definisi nama dan pass wifi yang akan digunakan
13 const char* ssid = "iPhone addiotmd";
14 const char* password = "addiotmd";
15
16 // definisi telegram bot token yang didapat di bot father
17 String BOTtoken = "6804953222:AAG3fjrwELf6sHeKTqjwNFXppvz0e0ufDw"; // your Bot Token (Get from Botfather)
18
19 // definisi id dari telegram user
20 String CHAT_ID = "6093674685";
21 bool sendPhoto = false;
22 bool motionDetected = false;
23
24 // menjadikan esp 32 cam sebagai client untuk dapat terhubung ke router
25 WiFiClientSecure clientTCP;
26 // inisialisasi telegram bot oleh esp 32 cam
27 UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, clientTCP);
28 // variabel untuk menentukan nyala atau matinya led flash
29 bool flashState = LOW;

```

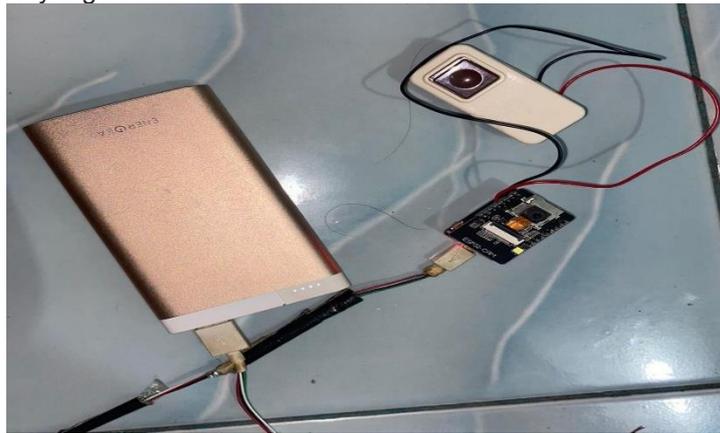
Gambar 5. Program Pada Arduino IDE

d. Gambar Fisik Alat

Alat smart doorbell berbasis ESP32-CAM ini memiliki desain kompak dan minimalis. Komponen utama alat ini adalah modul ESP32-CAM yang terpasang pada sebuah papan sirkuit kecil. Modul ESP32-CAM sendiri terdiri dari chip ESP32 yang terintegrasi dengan kamera kecil (kamera OV2640) yang dapat

menangkap gambar atau video. Pada bagian depan alat, terdapat tombol tekan yang digunakan oleh pengunjung untuk menekan dan memberi tanda kepada penghuni rumah bahwa mereka berada di depan pintu[15].

Alat fisik yang digunakan dalam penelitian ini adalah smart doorbell berbasis ESP32-CAM yang terdiri dari beberapa komponen utama yang dirancang untuk bekerja secara terintegrasi. Komponen inti dari alat ini adalah modul ESP32-CAM, yang berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus modul kamera. ESP32-CAM memiliki prosesor dual-core yang mendukung konektivitas Wi-Fi, memungkinkan alat ini terhubung ke jaringan internet dan berkomunikasi dengan aplikasi Telegram. Kamera bawaan pada modul ini bertugas menangkap gambar atau video saat ada aktivitas di depan pintu. Selain modul ESP32-CAM, terdapat sebuah tombol tekan (push button) yang dipasang pada alat sebagai pemicu untuk mengaktifkan sistem dan mengirim notifikasi ke pengguna. Alat ini juga dilengkapi dengan sumber daya berupa adaptor listrik atau power bank yang terhubung melalui port micro-USB untuk memberikan daya ke ESP32-CAM. Secara keseluruhan, alat fisik ini dirancang agar mudah dipasang dan mampu bekerja secara mandiri dengan koneksi nirkabel yang stabil.



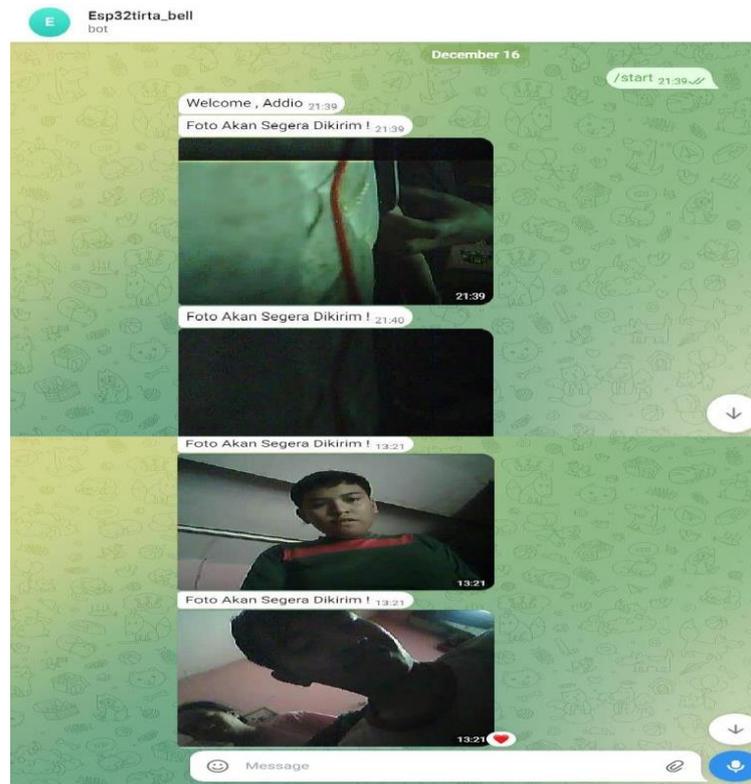
Gambar 6. Alat Smart Doorbell

Pada pengujian ini dengan merakit kabel yang harus dihubungkan ke Bell pintu dan ke Module ESP32 Cam,selanjutnya Module ESP32 Cam harus diberi power supply yang terhubung langsung menggunakan port USB.

e. Pengujian Pada Telegram

Setelah dirakit dan memasukan kodingan pada software arduino Ide kita harus menghidupkan jaringan wifi / hotspot sebagai jaringan pada ESP32Cam,selanjutnya tekan pada bell dan akal muncul notifikasi input pada program ini.

Pada pengujian Telegram untuk smart doorbell berbasis ESP32-CAM, proses dimulai dengan menekan tombol pada alat untuk mengaktifkan kamera. Setelah tombol ditekan, ESP32-CAM segera mengambil gambar dari kamera dan mengirimkannya ke bot Telegram melalui koneksi internet. Pengguna yang terdaftar di bot Telegram akan menerima pesan notifikasi yang berisi gambar tersebut langsung di aplikasi Telegram mereka, yang menunjukkan siapa yang ada di depan pintu. Selama pengujian, respons dari Telegram akan diuji untuk memastikan gambar dikirim dengan cepat dan akurat, serta memastikan bot Telegram dapat mengirimkan pesan atau gambar dengan baik. Pengujian juga mencakup verifikasi apakah perangkat dapat tetap terhubung ke Wi-Fi dan bot Telegram secara stabil, serta pengujian notifikasi untuk memastikan setiap kejadian terdeteksi dengan tepat dan dikirim ke pengguna secara real-time.



Gambar 7. Pengujian Pada Aplikasi Telegram

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ESP32-CAM sebagai inti dari smart doorbell berbasis Internet of Things (IoT) terbukti efektif dalam menghadirkan solusi pemantauan pintu yang lebih canggih. Dengan mengintegrasikan bot Telegram sebagai platform komunikasi, sistem dapat mengirimkan notifikasi dan gambar langsung kepada pengguna setiap kali ada aktivitas di depan pintu, seperti saat tombol pintu ditekan. Pengguna dapat dengan mudah menerima informasi secara real-time melalui aplikasi Telegram di perangkat mereka, yang mempermudah pengawasan jarak jauh. Selain itu, desain alat yang kompak dan mudah dipasang diluar ruangan menjadikannya pilihan praktis untuk penggunaan sehari-hari.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ESP32-CAM sebagai inti dari smart doorbell berbasis Internet of Things (IoT) terbukti efektif dalam menghadirkan solusi pemantauan pintu yang lebih canggih. Dengan mengintegrasikan bot Telegram sebagai platform komunikasi, sistem dapat mengirimkan notifikasi dan gambar langsung kepada pengguna setiap kali ada aktivitas di depan pintu, seperti saat tombol pintu ditekan. Pengguna dapat dengan mudah menerima informasi secara real-time melalui aplikasi Telegram di perangkat mereka, yang mempermudah pengawasan jarak jauh. Selain itu, desain alat yang kompak dan mudah dipasang di luar ruangan menjadikannya pilihan yang praktis untuk penggunaan sehari-hari.

Melalui pengujian yang dilakukan, sistem ini menunjukkan kinerja yang baik dalam hal pengambilan gambar, pengiriman notifikasi, dan kestabilan koneksi Wi-Fi. Meskipun beberapa tantangan teknis seperti kestabilan jaringan Wi-Fi dan integrasi Telegram mungkin memerlukan perhatian lebih, keseluruhan sistem bekerja dengan efisien dan memberikan kenyamanan bagi pengguna dalam memantau kondisi pintu rumah mereka. Penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan fitur-fitur sistem, seperti pengenalan wajah atau kontrol akses pintar, serta integrasi dengan perangkat pintar lainnya di rumah.

Daftar Pustaka

- [1] M. I. Informatika, Implementasi Internet Of Things Untuk Kontrol Rumah Produksi Jamur.
- [2] W. K. Raharja, B. Santoso, And U. Gunadarma, "Menggunakan Identifikasi Sidik Jari Berbasis Internet Of Things Telemonitoring Equipment Prototype Using Internet," Vol. 6, No. 2, 2020.
- [3] I. A. Andika, R., & Putra, "Mplementasi Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis Nodemcu," J. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komputer, 8(2), 123-131., 2021.

-
- [4] L. Siswanto, A. Yulianti, A. Costaner, "Sistem Pengaman Pintu Rumah Dengan Teknologi Biometrik Sidik Jari Berbasis Arduino," *J. Penelit. Pos Dan Inform.* 8, No. 9–107, 2018.
- [5] I. Penggunaan, C. Berbasis, And I. Of, "Jurnal Multidisiplin Indonesia," Vol. 1, No. 2, Pp. 431–439, 2022.
- [6] H. Santoso, D., & Wijaya, "Pengembangan Sistem Rumah Pintar Berbasis Iot Untuk Optimalisasi Keamanan Dan Energi.," *J. Ilm. Teknol. Informasi*, 12(3), Pp. 89–95, 2022.
- [7] Al Tangdialla Et, "Pemantauan Dan Pengendalian Piranti Kamar Kost Pintar Berbasis Internet Of Things," *J. Inform. Atma Jogja*, Vol. 4, 2022.
- [8] A. Kurnianto, J. D. Irawan, And F. T. Industri, "Penerapan Iot (Internet Of Things) Untuk Controlling Lampu Menggunakan Protokol Mqtt Berbasis Web," Vol. 6, No. 2, 2022.
- [9] A. Amir, A. Marwanto, And D. Nugroho, "Beban Satu Fasa Berbasis Iot (Internet Of Things) Metode".
- [10] F. A. Putri, D. Bramasta, S. Hawanti, And U. M. Purwokerto, "Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Menggunakan Model," Vol. 6, No. 2, Pp. 605–610, 2020.
- [11] H. S. L Et Al., "Smart Doorbell Using Esp32 Cam / Esp-Eye And Blynk With Object Recognition Using Yolo Algorithm," Vol. 7, No. 5, 2022, Doi: 10.1109/Telfor.2018.8611986.Abstract.
- [12] [12] H. Azhari, M. A., & Nugroho, "Pemanfaatan Esp32-Cam Dalam Sistem Keamanan Berbasis Internet Of Things (Iot) Untuk Aplikasi Smart Doorbell," *J. Teknol. Dan Rekayasa*, 6(3), No. 150-160., 2021.
- [13] A. Dwi, A. W., & Pramudito, "Integrasi Telegram Bot Dengan Sistem Mikrokontroler Untuk Monitoring Dan Pengendalian Jarak Jauh," *J. Ilmu Komput. Dan Inform.* 9(2), No. 95-102., 2020.
- [14] A. Purnama, D., & Junaidi, "Integrasi Arduino Ide Pada Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Esp32-Cam Dan Bot Telegram," *J. Ilmu Komput. Dan Elektron.* 5(2), No. 74-82., 2022.
- [15] A. Pérez, M., & López, "Integration Of Esp32-Cam For Iot Smart Home Solutions.," 2018.
- [16] Z. R. Saputra Elsi, "Perancangan Smart Home Berbasis Andruino," *J. Manaj. dan Inform. Sigmata*, vol. 4, no. 1, pp. 43–51, 2016, doi: 10.13140/RG.2.2.12548.22408.
- [17] Z. R. Saputra, "Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Otomatis Dengan Interfacing Berbasis Android," *Jti*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2016, doi: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>.