

PROTOTYPE SISTEM KAMERA MENGGUNAKAN ESP32 DENGAN MODUL KAMERA OV2640 YANG BERINTEGRASI FIREBASE

Yazid Aqsa Raisnaldi, Purwantoro, E. Haodudin Nurkifli

Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia

yazidar27@gmail.com

ABSTRAK

Dengan meningkatnya insiden pencurian, kebutuhan akan solusi keamanan rumah yang efisien menjadi semakin mendesak. Teknologi rumah pintar berbasis Internet of Things (IoT) menawarkan solusi melalui perangkat seperti ESP32-CAM dengan modul kamera OV2640 untuk pemantauan real-time. Studi ini berfokus pada integrasi ESP32-CAM dengan layanan backend Google Firebase untuk penyimpanan dan akses data gambar secara real-time. Sistem ini secara otomatis menangkap gambar ketika gerakan terdeteksi, menyimpannya di Firebase, dan menampilkannya melalui aplikasi web. Pengujian menunjukkan bahwa ESP32-CAM secara efektif menangkap gambar dan mengirimkannya ke Firebase, di mana gambar tersebut dapat diakses dan dilihat secara online. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi ESP32-CAM dan Firebase memberikan solusi yang andal dan skalabel untuk aplikasi keamanan rumah, memungkinkan pemilik rumah untuk memantau properti mereka dari jarak jauh dengan lebih efisien dan aman. Integrasi ini membuktikan potensi besar dalam meningkatkan kenyamanan dan keamanan rumah melalui teknologi IoT. Penelitian ini juga menyarankan eksplorasi lebih lanjut untuk mengoptimalkan kinerja kamera OV2640 dan memanfaatkan kemampuan Firebase Machine Learning dan Firebase Analytics untuk memperluas fungsionalitas sistem keamanan rumah berbasis IoT.

Kata kunci : *Security Home, Internet of Things, Smart Home, Esp32-Cam, Firebase, Esp32*

1. PENDAHULUAN

Keamanan rumah menjadi suatu kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat. Hal ini karena semakin maraknya aksi pencurian pada rumah yang ditinggalkan pemiliknya, setiap rumah membutuhkan suatu perangkat sistem keamanan yang dapat menjaga dan melindungi aset dan harta kekayaan pemiliknya. Karena pencurian rumah menjadi lebih umum, setiap rumah membutuhkan perangkat sistem keamanan rumah untuk mendapatkan informasi yang akurat dan memudahkan akses untuk mencegah pencurian[1]. Maka dari itu, istilah smart home hadir menjadi sebuah solusi bagi suatu keamanan rumah. *Smart Home* atau rumah pintar adalah inovasi dari *Internet of Things (IoT)* di mana semua benda atau perabotan rumah sehari-hari yang dikenal masyarakat "dioptimalkan" melalui integrasi teknologi dalam *chip* multifungsi. Dalam hal rumah pintar, *Internet of Things* akan hadir dalam bentuk barang-barang yang dapat ditemukan di rumah orang kebanyakan. Esp32 cam yang memiliki banyak modul yang tersedia, berfungsi sebagai kamera pengawas untuk aplikasi yang berasal dari sistem *smart home* berbasis *Internet of Things*[2].

Konsep *Internet of Things (IoT)* mencerminkan kemampuan objek di sekitar kita untuk saling bertukar data. Dengan potensi besar yang ditawarkan oleh IoT, banyak yang meramalkan bahwa ini akan menjadi fenomena besar berikutnya dalam dunia teknologi informasi[3]. Dalam konteks ini, esp32 cam muncul sebagai mikrokontroler yang memungkinkan pemantauan *real-time* melalui modul *wifi* dan kamera OV2640 yang terintegrasi. Namun, untuk memasukkan kode program, diperlukan aplikasi *opensource* dan *Arduino IDE*. Meskipun mampu

mengembangkan aplikasi mikrokontroler, *Arduino IDE* memiliki keterbatasan dalam melakukan simulasi atau *debug* perangkat keras[4]. Oleh karena itu, penting untuk memahami bahwa penggunaan sistem keamanan rumah yang canggih dan efisien, terutama yang berbasis *web*, dapat membantu masyarakat melindungi propertinya. Dengan solusi ini, pemilik rumah dapat memantau keadaan rumah mereka bahkan saat mereka tidak berada di sana, membuktikan bagaimana konsep IoT memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan sehari-hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Merujuk penelitian [5] yang berjudul "Implementasi Esp 32 Cam Dan Sensor Infrared untuk Monitoring Pengunjung di Lokasi Wisata" dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil penelitian ini ialah dari sistem monitoring pengunjung yang memiliki kamera ESP32 CAM dan Sensor Infrared telah terbukti efektif sesuai dengan perancangan. Implementasi membutuhkan pengujian sistem untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan dengan benar. Kamera ESP32 CAM mendeteksi wajah terdaftar dan menampilkan gambar di aplikasi Blynk dengan peringatan "WAJAH TERDETEKSI", yang diikuti dengan pembukaan pintu otomatis. Saat pengunjung mencapai batas tertentu, pintu akan ditutup. Sensor inframerah mendeteksi objek dan mengirimkan data ke NodeMcu, yang kemudian dikirim ke layar display untuk ditampilkan.

Menurut penelitian [6] yang berjudul "Alat Perangkap Dan Kamera Pengawas Dengan

Menggunakan ESP32-Cam Sebagai Sistem Keamanan Kandang Ayam” menunjukkan hasil bahwa dari penelitian ini sensor PIR memerlukan tegangan 5 V, tetapi sebenarnya memerlukan 3,3 V. Logika rendah sensor PIR menyebabkan ESP32-CAM tidak mengambil gambar atau mengirim notifikasi ke Telegram saat sensor tidak mendeteksi objek. Namun, ketika sensor mendeteksi gerakan tangan, logika tinggi menyebabkan mikrokontroler mengirim gambar ke Telegram dengan notifikasi "objek terdeteksi". Alat hanya mengirim notifikasi saat ada gerakan yang terdeteksi, dan tegangan yang lebih tinggi tidak menghambat kinerjanya.

Menurut penelitian [7] yang berjudul “Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis ESP32-Cam” menunjukkan bahwa dalam penelitian ini mencakup uji coba alat pemantau keamanan rumah berbasis ESP32-CAM yang menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM, Adaptor 5V, Modul Kamera OV2460, dan Smartphone. Uji coba pada Modul Kamera OV2460 memastikan bahwa kamera beroperasi dengan baik, memungkinkan untuk menampilkan, menyimpan, dan mengaktifkan lampu flash, dan menghubungkan alat ke ESP32-CAM melalui IP Wi-Fi. Penelitian ini juga membahas hasil eksperimen dan pengujian modul kamera OV2460 untuk memastikan kinerja optimal alat pemantau keamanan rumah.

2.2. Internet Of Things

Saat ini, semakin banyak orang yang menggunakan *Internet of Things* (IoT) dalam berbagai aspek kehidupan. *Internet of Things* memberi kita banyak cara untuk berpartisipasi dalam perkembangan mulai dari hal mikro hingga makro di seluruh dunia. Proses pengembangan *Internet of Things* ini mencakup sistem real-time hingga alur prototipe. Penelitian akan meningkat seiring dengan kebutuhan manusia akan teknologi [8].

2.3. Smart Home

Smart Home adalah gabungan teknologi dan layanan untuk lingkungan rumah, seperti mengaktifkan peralatan elektronik di dalam rumah untuk meningkatkan efektivitas dan kenyamanan. Salah satu contoh *smart home* adalah beberapa peralatan elektronik rumah yang dapat dikendalikan melalui smartphone. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem *smart home* yang bergantung pada *Internet of Things* (IoT). Teknologi *smart home* ini bertujuan untuk membuat pemilik rumah lebih mudah memantau kondisi peralatan elektronik yang terhubung dari perangkat mereka [9].

2.4. Mikrokontroler ESP32

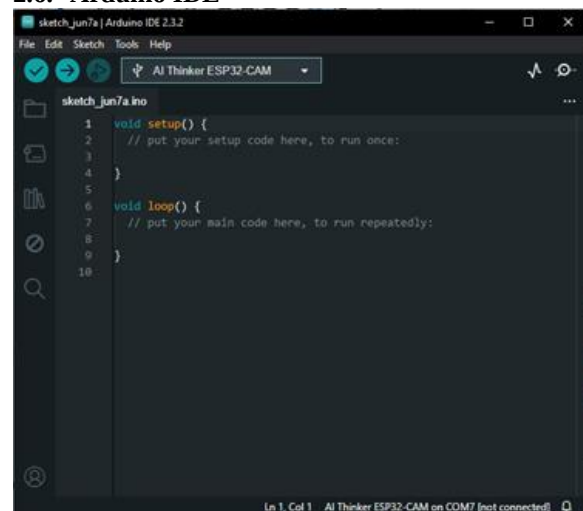
ESP32 yang dikembangkan oleh Espressif Systems adalah platform yang kuat dan terjangkau untuk membangun aplikasi IoT. Mikroprosesor dual-core Tensilica Xtensa LX6 di platform ini memiliki daya pemrosesan yang lebih tinggi dan multitasking yang efisien, serta integrasi Wi-Fi dan Bluetooth,

banyak pin GPIO, dan konsumsi daya yang rendah. Antarmuka Wi-Fi dan Bluetooth internal mendukung protokol Wi-Fi seperti 802.11 b/g/n dan memungkinkan koneksi dan komunikasi yang lebih mudah dengan perangkat lain. Antarmuka juga mendukung Bluetooth Classic dan BLE. ESP32 dapat diprogram menggunakan berbagai kerangka kerja dan bahasa, dengan C++ menjadi bahasa yang paling umum. Salah satu cara yang paling umum untuk mengembangkan ESP32 adalah dengan Arduino IDE atau PlatformIO. Selain itu, ESP-IDF (Espressif Framework Pengembangan Internet of Things) menyediakan seperangkat pustaka dan alat yang lengkap untuk pengembangan ESP32.[10]

2.5. Modul Camera OV2640

Kamera OV2640 adalah modul berdaya rendah (Low Operation Voltage) yang berfungsi sebagai penangkap gambar dan perekam aktivitas yang terjadi di dalam rumah. Ini menghasilkan gambar berkualitas tinggi dengan konsumsi daya yang rendah, sehingga sangat cocok untuk aplikasi pemantauan rumah yang membutuhkan efisiensi energi. Modul Kamera OV2640 dipasang pada slot khusus yang disediakan oleh ESP32-CAM, menjadikannya sangat mudah untuk diintegrasikan tanpa memerlukan kabel atau komponen eksternal. Dengan desain yang kompatibel ini, pengguna dapat memasang modul langsung pada ESP32-CAM dengan cepat dan mudah, memanfaatkan kemampuan kamera untuk berbagai aplikasi pemantauan dan keamanan rumah[11].

2.6. Arduino IDE



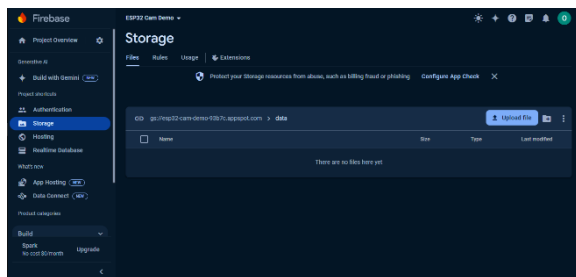
Gambar 1. Dashboard Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah platform open-source yang dibuat untuk membuat pembuatan prototipe perangkat elektronik lebih mudah. Platform ini menyediakan lingkungan pengembangan terpadu yang mudah digunakan dan mudah dipahami yang memungkinkan pengguna mengembangkan dan memprogram mikrokontroler Arduino. Arduino IDE mendukung berbagai jenis mikrokontroler Arduino, seperti

Arduino Uno, Mega, dan Nano, dan memungkinkan pengguna untuk menulis, mengedit, dan memuat kode langsung ke papan mikrokontroler. Selain itu, Arduino IDE juga kompatibel dengan ESP32, platform populer untuk pengembangan aplikasi Internet of Things (IoT) yang dikembangkan oleh Espressif Systems. ESP32 menawarkan fitur canggih seperti prosesor dual-core, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, serta banyak pin input/output (GPIO) yang membuatnya sangat fleksibel untuk berbagai proyek IoT[12].

2.7. Firebase

Firebase yang saat ini dimiliki oleh Google adalah BaaS (Backend as a Service) yang membantu pengembang aplikasi[13]. Dengan banyak fitur firebase, pengembangan aplikasi dapat dengan mudah membuat aplikasi mereka. Firebase Real Time Database adalah fitur database yang dapat diakses secara real time oleh pengguna aplikasi; fitur ini digunakan pada proyek akhir ini.



Gambar 2. Tampilan Firebase

2.8. HTML

HTML, atau Hypertext Markup Language adalah dasar pemrograman web yang memungkinkan penampilan informasi dalam bentuk teks, grafik, dan multimedia serta menghubungkan antarmuka web page melalui hyperlink. Karena interpreter akan membaca perintah kode program, kata "script" digunakan. Web scripting dibagi menjadi dua kategori berdasarkan lokasi proses interpreter: client-side dan server-side[14].

2.9. CSS

Untuk membuat bagian-bagian web lebih teratur, Cascading Style Sheet (CSS) digunakan. Cascading Style Sheet (CSS), menurut BPTIK (Badan Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi), adalah sebuah script atau pemrograman yang mengatur beberapa komponen (tag html) halaman web sehingga tampilannya lebih teratur[15].

2.10. Javascript

JavaScript juga dapat digunakan bersama dengan HTML dan CSS untuk membuat situs web responsif. Namun, ini adalah yang paling umum dan disukai. Karena penggunaannya yang luas, bahasa ini memiliki banyak struktur. Ada kerangka kerja untuk mempermudah pengkodean. Selain itu, berkat framework, bahasa menjadi lebih baik dan lebih

efisien. Sebaliknya, bahasa skrip ini digunakan untuk membangun banyak fitur dan fungsi situs web. Dibandingkan dengan bahasa lain, javascript adalah bahasa yang paling banyak digunakan di dunia. Karena hampir setiap situs web menggunakan bahasa pemrograman ini di setiap halamannya, tidak diragukan lagi ketiadaannya akan membuat internet tidak menarik[16].

2.11. Bootstrap

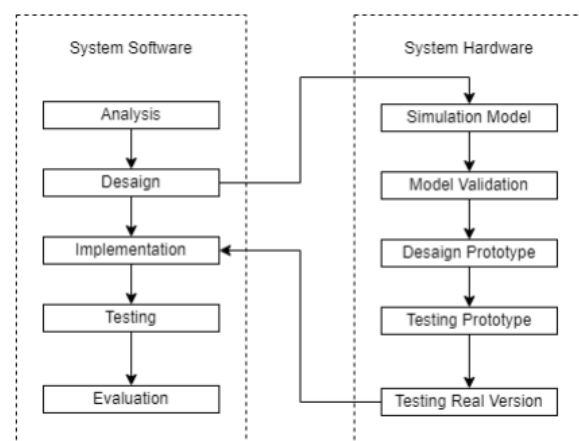
Bootstrap adalah paket aplikasi yang dapat digunakan untuk membangun front-end website. Bootstrap adalah template desain web yang memiliki banyak fitur yang dirancang untuk memudahkan pengguna dari tingkat pemula hingga yang lebih berpengalaman untuk mendesain web. Anda dapat menggunakan bootstrap jika Anda tahu dasar HTML dan CSS[17].

2.12. API

API (Application Programming Interface) berfungsi sebagai middleware untuk membantu aplikasi mencapai tujuan tertentu, tidak tergantung pada operating sistem atau platform di mana aplikasi dibangun. Sebaliknya, API memberi pengembang kemampuan untuk menggunakan kumpulan fungsi, prosedur, dan kode yang tersedia untuk mereka saat mengembangkan aplikasi[18]. Manfaat dari API adalah bahwa mereka memungkinkan pengembang untuk mengintegrasikan antara dua bagian berbeda dari aplikasi atau aplikasi yang berbeda. API mempersingkat proses pengembangan sehingga pengembangan tidak perlu membuat fitur yang sama lagi[19].

3. METODE PENELITIAN

Flowchart di bawah menunjukkan tahapan tahapan dalam merancang sistem kamera pengawas berbasis *internet of things*.



Gambar 3. Flowchart dari rancangan penelitian [20]

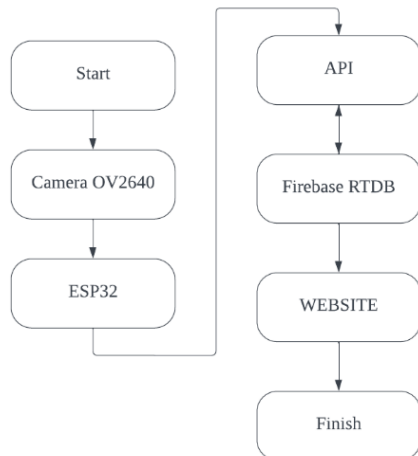
3.1. Analisis

Analisis kebutuhan pengguna adalah proses mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan-

kebutuhan pengguna terhadap perangkat yang akan dikembangkan.

3.2. Pembuatan Desain

Tahap ini ialah tahap pembuatan model desain awal dari prototype atau system yang diinginkan. Dari tahap ini juga pengembangan prototype dilakukan, berikut penjelasan dari tahapan-tahapan pengembangan prototype:



Gambar 4. Flowchart sistem

1. Simulasi Model

Tahapan ini ialah menggambarkan suatu sistem untuk dapat meniru model sistem yang dirancang.

2. Validasi Model

Pada tahap ini, prototype akan dievaluasi apakah memenuhi kebutuhan atau tidak. Lalu, berikutnya menganalisis kelebihan dan kekurangan dari prototype yang dikembangkan.

3. Pengujian Prototype

Pada tahap ini, prototype akan diuji dan dianalisis sesuai atau tidak dengan kebutuhan user. Dalam tahap ini juga, prototype yang diuji haruslah sesuai dengan kebutuhan user dan tercapainya tujuan dari penelitian ini.

4. Testing Real Version

Sama halnya dengan tahap sebelumnya, pada tahap ini prototype akan dikembangkan dan diuji lebih jauh berdasarkan versi yang dikembangkan yang lebih kompleks.

3.3. Implementasi

Pada tahap ini, prototype dan aplikasi (web) akan dibuat dari spesifikasi dan desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

3.4. Uji Coba Sistem

Setelah prototype telah dibuat dan akan digunakan, di tahap ini prototype akan diuji terlebih dahulu sebelum digunakan oleh user. Hal ini bertujuan agar meminimalisir kesalahan/error pada prototype.

3.5. Evaluasi

Pada tahap akhir ini, prototype akan dievaluasi dengan tujuan sesuai dari yang diharapkan atau tidak. Jika tidak sesuai harapan, maka akan diulang ke tahap implementasi, jika sesuai harapan, maka prototype siap digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Hardware

Pada tahap awal ini perlu dilakukannya perancangan sistem komponen. Sistem ini memerlukan Esp32 yang mendukung modul Camera OV2640, dan memerlukan uploader esp32 yang sesuai dengan dengan komponen mikrokontroler Esp32.



Gambar 5. Komponen yang diperlukan

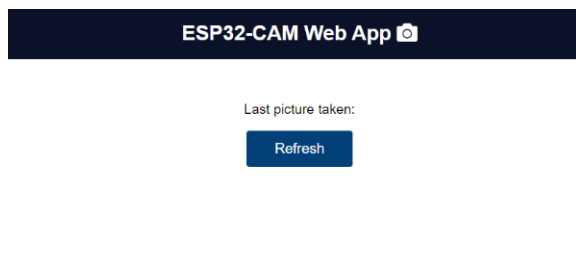
Modul Camera OV2640 berfungsi sebagai penangkap gambar dan perekam aktivitas, memberikan kemampuan pengawasan visual pada berbagai aplikasi. Setelah itu komponen dirakit sedemikian rupa seperti gambar di bawah:



Gambar 6. ESP32 dengan modul Camera OV2640

4.2. Perancangan Software

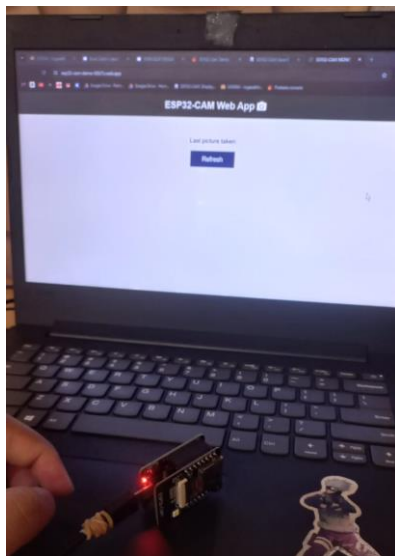
Dalam pembuatan web [21], perlu dilakukan inisiasi Firebase pada terminal text editor lalu mengetikkan firebase login. Setelah menambahkan file untuk styling dan file Javascript setelahnya dilakukan firebase deploy agar web dapat dilihat pada android maupun devices dengan layar responsive lainnya. Berikut tampilan dari dashboard web:



Gambar 7. Tampilan Dashboard Web

4.3. Implementasi

Selanjutnya setelah komponen hardware dan web selesai dibuat/dikonfigurasi sedemikian rupa lihat pada gambar:



Gambar 8. Prototype

Berikutnya masuk dalam tahap pengujian, yang mana dalam pengujian ini yang akan diuji ialah modul kamera yang mana mendapatkan foto, berikutnya melihat hasil foto tersimpan atau tidaknya di dalam Firebase, setelah itu melihat apakah web dari yang sudah dibuat dapat mengambil data dari Firebase.

4.4. Pengujian

Pengujian pertama ialah bertujuan agar dapat melihat kamera pada serial monitor Arduino IDE apakah berhasil untuk dapat mengupload foto dengan fungsi pada gambar berikut:

```

93 void initWifi() {
94   WiFi.begin(ssid, password);
95   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
96     delay(1000);
97     Serial.println("Connecting to Wifi...");
98   }
99 }
100
101 void initLittleFS() {
102   if (!LittleFS.begin(true)) {
103     Serial.println("An Error has occurred while mounting LittleFS");
104     ESP.restart();
105   } else {
106     delay(500);
107     Serial.println("LittleFS mounted successfully");
108   }
109 }

```

Gambar 9. Tampilan pada salah satu source code

Lalu setelahnya foto dapat di unduh dengan url yang telah disediakan atau dapat dilihat melalui Firebase. Lihat pada gambar berikut:

```

175 if (Firebase.ready() && !taskCompleted) {
176   taskCompleted = true;
177   Serial.print("Uploading picture... ");
178
179   if (Firebase.Storage.upload(&fbdo, STORAGE_BUCKET_ID, FILE_PHOTO_PATH, mem_storage_type)
180     Serial.printf("\nDownload URL: %s\n", fbdo.downloadURL().c_str());
181   } else {
182     Serial.println(fbdo.errorReason());
183   }
184 }
185 }

```

Gambar 10. Fungsi untuk mengunduh foto melalui url

Berikut dari hasil pengujian yang dilakukan:

a. Hasil dari esp32 yang berhasil mendapatkan foto:

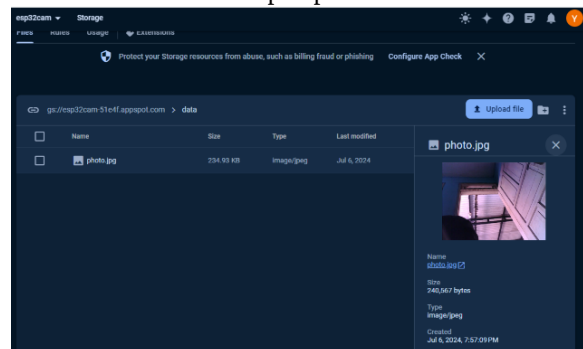
```

Name: data/photo.jpg
Bucket: esp32cam-51e4f.appspot.com
contentType: image/jpeg
Size: 240567
Generation: 1720270629
Metageneration: 1
ETag: CPD3wr67kocDEAE=
CRC32: X/yDOW==
Tokens: 71aacfb0-5a25-4596-9eaa-e90bc405a7f0
Download URL: https://firebasestorage.googleapis.com/v1/b/esp32cam-51e4f.appspot.com/o/data/photo.jpg?generation=1720270629&alt=media
Download URL: https://firebasestorage.googleapis.com/v1/b/esp32cam-51e4f.appspot.com/o/data/photo.jpg?generation=1720270629&alt=media

```

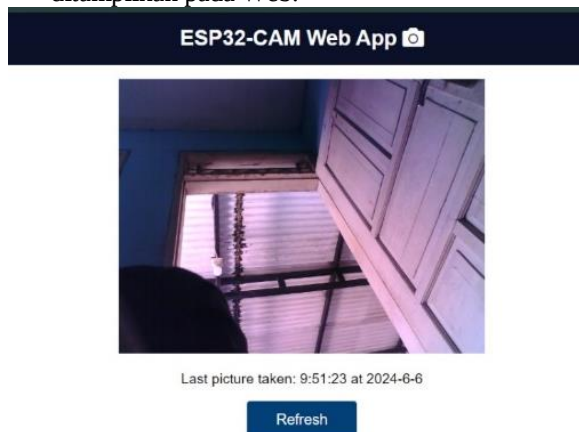
Gambar 11. ESP32 berhasil menangkap gambar

b. Hasil dari foto disimpan pada Firebase:



Gambar 12. Foto berhasil disimpan pada Firebase

c. Hasil dari foto yang disimpan pada Firebase ditampilkan pada Web:



Gambar 13. Foto berhasil ditampilkan pada web

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa ESP32 sangat baik untuk berintegrasi dengan Firebase dan memanfaatkan fiturnya untuk mengirim dan menerima data secara real-time. Dengan memanfaatkan fitur Firebase seperti Database Real-time, Penyimpanan, dan Verifikasi, ESP32 dapat menyimpan data, seperti gambar yang diambil oleh kamera OV2640, ke dalam cloud penyimpanan dan mengaksesnya dari aplikasi Firebase. Ini membuka banyak peluang bagi aplikasi Internet of Things yang membutuhkan komunikasi data yang aman dan efisien antara perangkat keras dan layanan cloud. Integrasi ini juga menunjukkan potensi besar ESP32 dalam pengembangan aplikasi IoT yang cerdas dan terhubung, karena ia memberikan solusi yang handal dan scalable yang memenuhi berbagai kebutuhan teknologi modern.

Saran untuk penelitian berikutnya ialah: Studi lebih lanjut tentang pengoptimalan kinerja kamera OV2640 pada ESP32-CAM, terutama dalam berbagai kondisi pencahayaan. Kualitas gambar dan video yang dihasilkan, serta kecepatan pengambilan gambar, dapat menjadi fokus penelitian. Jelajahi lebih lanjut fitur-fitur Firebase lainnya seperti Firebase Machine Learning dan Firebase Analytics untuk meningkatkan fungsionalitas dan analisis data yang dihasilkan dari perangkat ESP32. Ini dapat mencakup pengenalan wajah, analisis pola gerakan, dan lain-lain. Integrasikan ESP32 dengan berbagai sensor tambahan seperti DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor PIR untuk deteksi gerakan, atau sensor gas untuk deteksi kualitas udara. Hal ini akan memperluas cakupan aplikasi dan kegunaan perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Febryan and J. Teknik Elektro, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS TELEGRAM MENGGUNAKAN ESP 32 CAM," vol. 15, no. 1, p. 2023, 2023.
- [2] M. Artiyasa *et al.*, "APLIKASI SMART HOME NODE MCU IOT UNTUK BLYNK," 2020.
- [3] G. Hergika, "PERANCANGAN INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI KONTROL INFRASTRUKTUR DAN PERALATAN TOLL PADA PT. ASTRA INFRATOLL ROAD," vol. 8, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://www.esp8266.com/viewtopic.php?p=68657>
- [4] R. Priya Pratama, "APLIKASI WEBSERVER ESP8266 UNTUK PENGENDALI PERALATAN LISTRIK," 2017.
- [5] Irawan Dwi and Anshory Izza, "Implementasi Esp 32 Cam Dan Sensor Infrared Untuk Monitoring Pengunjung Dilokasi Wisata," 2022.
- [6] A. Rifaini, S. Sintaro, and A. Surahman, "ALAT PERANGKAP DAN KAMERA PENGAWAS DENGAN MENGGUNAKAN ESP32-CAM SEBAGAI SISTEM KEAMANAN KANDANG AYAM," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTikom)*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [7] W. Yulita, A. Afriansyah, J. Terusan Ryacudu, W. Huwi, K. Jati Agung, and K. Lampung Selatan, "ALAT PEMANTAU KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32-CAM," 2022.
- [8] F. Susanto, N. Komang Prasiani, and P. Darmawan, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI," Online, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- [9] M. Aluh Ashari and Lita Lidyawati, "Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 2, 2019.
- [10] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, Aug. 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [11] R. D. Putra and R. Mukhaiyar, "Perancangan Sistem Pemantau Keamanan Rumah Dengan Sensor Pir dan Kamera Berbasis Mikrokontroler dan Internet Of Things (Iot)," *R2J*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.38035/rj.v4i3.
- [12] Feri Djuandi, "PENGENALAN ARDUINO," 2011. [Online]. Available: <http://www.arobotineveryhome.com>
- [13] Qisthina Syadza, Ir. , M. T. Agus Ganda Permana, and S. Pd. , M. T. Dadan Nur Ramadan, "Pengontrolan dan Monitoring Prototype GreenHouseMenggunakan Controlling and Monitoring of Green House Prototype using Microcontroller and Firebase," 2018.
- [14] Rini Sovia and Jimmy Febio, "MEMBANGUN APLIKASI E-LIBRARY MENGGUNAKAN HTML, PHP SCRIPT, DAN MYSQL DATABASE," *Jurnal Processor*, vol. 6, 2011.
- [15] R. T. Djaelangara, R. Sengkey, and O. A. Lantang, "Perancangan Sistem Informasi Akademik Sekolah Berbasis Web Studi Kasus Sekolah Menengah Atas Kristen 1 Tomohon," 2015.
- [16] J. Patrick, "JAVASCRIPT A Beginner's Guide to Learning the Basics of JavaScript Programming," 2024.
- [17] Andi Christian and Seabri Hesinto, "Rancang Bangun Website Sekolah Dengan Menggunakan Framework Bootstrap (Studi Kasus SMP Negeri 6 Prabumulih)," 2018.
- [18] HeriTri, Wibowo Rangga, Satya Tarigan, and Azizi Aulia Mukmin, "APLIKASI MARKETPLACE PENDAMPING WISATA DENGAN API MAPS BERBASIS MOBILE DAN WEB," 2021.
- [19] I. Riadi, P. Ananda Raharja, and A. Dahlan Yogyakarta, "ANALISIS APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE PADA MOBILE E-VOTING MENGGUNAKAN METODE TEST-DRIVEN DEVELOPMENT," *Hal*, vol. 20, no. 2, 2019, [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/Techno>

- [20] Purwantoro, A. Solehudin, and N. Heryana, "Mapping and Monitoring Pollution Levels of Carbon Monoxide (CO) using Arduino and Location-Based Service," 2019.
- [21] Sara Santos, "ESP32-CAM: Display Pictures in Firebase Web App." Accessed: Jun. 27, 2024. [Online]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-display-pictures-firebase-web-app/>