



**REAL TIME SYSTEM AND INTERNET OF THINGS FINAL PROJECT REPORT
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
UNIVERSITAS INDONESIA**

PROJECT CCTV Integrated with Messaging App and Real Time Clock (RTC)

GROUP B-11

Nevanda Fairuz Pahlevi	2106731541
Juan Jonathan	2106704894
Rizki Awanta Jordhie	2106655034

PREFACE

Dalam era transformasi digital yang sedang berlangsung, Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu paradigma teknologi yang memainkan peran penting dalam mengubah cara kita berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Sebagai bagian dari revolusi ini, integrasi perangkat elektronik menjadi suatu kesatuan yang terhubung secara cerdas memberikan keuntungan besar dalam pemantauan, pengelolaan, dan respons terhadap lingkungan di sekitar kita.

Salah satu implementasi yang menarik dari teknologi IoT adalah sistem pengawasan berbasis kamera, khususnya Closed-Circuit Television (CCTV), yang telah menjadi solusi efektif dalam menjaga keamanan dan memantau aktivitas di berbagai lokasi. Namun, keefektifan perangkat CCTV dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan mengintegrasikannya dengan teknologi lain yang relevan.

Dalam laporan ini, kami akan membahas dan menganalisis implementasi sebuah rangkaian IoT yang terdiri dari sistem CCTV yang terintegrasi dengan aplikasi pesan dan Real-Time Clock (RTC). Integrasi ini bertujuan untuk memberikan pengguna kemudahan dalam melakukan pemantauan terhadap kejadian yang terjadi di lokasi tertentu melalui hp dan perangkat mereka. Dengan menggunakan aplikasi pesan, pengguna dapat menerima pemberitahuan langsung mengenai kejadian yang dicatat oleh kamera, sementara RTC memastikan sinkronisasi waktu yang akurat untuk informasi yang tercatat. Laporan ini akan membahas dan menjelaskan mengenai konsep rangkaian dan bagaimana cara untuk mengimplementasi sistem CCTV dengan menggunakan ESP32, ESP32 CAM, dan sensor - sensor lainnya untuk memberikan manfaat dan mempermudah pengguna.

Depok, Desember 10, 2023

Group B-11

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1.....	4
INTRODUCTION.....	4
1.1 PROBLEM STATEMENT.....	4
1.3 ACCEPTANCE CRITERIA.....	5
1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES.....	5
1.5 TIMELINE AND MILESTONES.....	5
CHAPTER 2.....	7
IMPLEMENTATION.....	7
2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC.....	7
2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT.....	7
2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION.....	8
CHAPTER 3.....	9
TESTING AND EVALUATION.....	9
3.1 TESTING.....	9
3.2 RESULT.....	9
3.3 EVALUATION.....	10
CHAPTER 4.....	11
CONCLUSION.....	11

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 PROBLEM STATEMENT

Lingkungan kampus dan sekolah adalah salah satu lokasi padat aktivitas yang digunakan oleh mahasiswa, dosen, dan warga universitas setiap harinya. Setelah selesainya pandemi Covid-19 di Indonesia beberapa bulan lalu, bisa dibilang bahwa kegiatan di kampus sudah menjadi normal dan jumlah orang yang berada di kampus juga ikut meningkat. Namun, dengan meningkatnya pengunjung di lingkungan kampus juga memunculkan tantangan baru terkait keamanan. Salah satu masalah utama yang perlu diatasi adalah tingginya tingkat kejahatan di sekitar area kampus. Banyak terjadi kejadian pencurian, kehilangan barang, kejahatan seksual, dan bahkan insiden keamanan personal telah menjadi kekhawatiran yang signifikan bagi warga kampus.

Dalam konteks ini, kami mengidentifikasi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan sistem keamanan di kampus dengan fokus pada pengawasan dan pemantauan. Meskipun kampus-kampus umumnya sudah dilengkapi dengan sistem keamanan tradisional, implementasi teknologi CCTV menjadi solusi yang semakin relevan dan efektif untuk memitigasi masalah tersebut.

Beberapa masalah kritis yang dihadapi oleh lingkungan kampus melibatkan kurangnya pemantauan yang efektif terhadap area strategis, kurangnya respons yang cepat terhadap kejadian-kejadian yang mencurigakan, dan kurangnya data yang akurat untuk membantu tindakan keamanan. Sistem keamanan yang kurang terintegrasi dan kurangnya fungsionalitas cerdas dalam pemantauan adalah beberapa aspek yang membutuhkan perhatian serius.

Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang dapat meningkatkan keamanan kampus secara menyeluruh. Implementasi CCTV yang cerdas dan terintegrasi dengan teknologi lain, seperti aplikasi messaging (WhatsApp) dan Real-Time Clock (RTC), dapat menjadi langkah maju yang signifikan dalam mengatasi tantangan keamanan ini. Dengan demikian, laporan ini akan membahas secara mendalam tentang perancangan dan implementasi CCTV terkini yang dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan keamanan di kampus.

1.2 PROPOSED SOLUTION

Untuk mengatasi tantangan keamanan yang dihadapi oleh kampus, solusi yang diusulkan adalah mengimplementasikan sebuah rangkaian Internet of Things (IoT) yang terfokus pada pengembangan sistem pemantauan CCTV yang lebih cerdas dan responsif. Integrasi CCTV dengan aplikasi pesan dan Real-Time Clock (RTC) akan membuka peluang baru untuk meningkatkan keefektifan pemantauan dan respons terhadap kejadian di lingkungan kampus.

Komponen utama yang akan digunakan adalah ESP32 CAM, yang akan berfungsi sebagai kendali CCTV dan digunakan untuk merekam sebuah lokasi melalui kamera yang tersedia. Sistem CCTV akan terkoneksi secara langsung dengan jaringan IoT melalui WiFi untuk mengirimkan video secara real-time ke website. Website ini akan memiliki interface yang intuitif dan responsif untuk mempermudah pengguna untuk bisa mengakses video streaming. Dengan ini, pengguna memiliki kemampuan untuk melakukan streaming langsung terhadap CCTV dan dapat memantau situasi dengan cepat dan pada setiap saat. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan dapat mencegah terjadinya aktivitas kriminal di kampus.

CCTV akan dilengkapi dengan fitur sensor motion yang akan mendeteksi jika ada gerakan, terdapat juga Real-Time Clock (RTC) pada sistem. Fungsi RTC disini adalah pada waktu tertentu, saat sensor mendeteksi adanya gerakan, maka akan dikirimkan pemberitahuan ke pengguna melalui messaging app berupa WhatsApp. Hal ini dilakukan pada jam - jam tertentu yang tidak memiliki pengawasan yang maksimal, dengan tujuan untuk mengetahui jika ada tindakan kriminal pada kawasan kampus. Pemberitahuan ini akan mencakup pesan yang bisa di konfigurasi oleh administrator. Karena pemberitahuan ini bersifat real-time, maka pengguna bisa mengetahui waktu saat ada gerakan yang terdeteksi dan bisa langsung melihat streaming CCTV.

Dengan mengadopsi solusi ini, diharapkan bahwa kampus akan memiliki sistem keamanan yang lebih responsif, efektif, dan terintegrasi. Pengguna bisa dengan mudah memantau situasi keamanan secara real-time dan menerima pemberitahuan saat terdeteksi gerakan di waktu tertentu. Hal ini diharapkan dapat memberikan langkah awal yang cepat dalam menangani dan mencegah potensi masalah keamanan di lingkungan kampus.

1.3 ACCEPTANCE CRITERIA

Berikut adalah acceptance criteria dari proyek ini:

1. Sistem harus bisa menampilkan feed video yang berasal dari ESP32 CAM pada website yang akan dibuat
2. Sistem harus bisa melakukan pendeteksian gerakan pada kamera
3. Sistem harus bisa memberikan pemberitahuan di aplikasi messaging (WhatsApp) jika terdeteksi gerakan di kamera
4. Website harus bisa memberikan feed kamera CCTV secara real-time dan melakukan update terus menerus
5. Website dapat merekam video CCTV dan menyimpannya pada SD Card

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

The roles and responsibilities assigned to the group members are as follows:

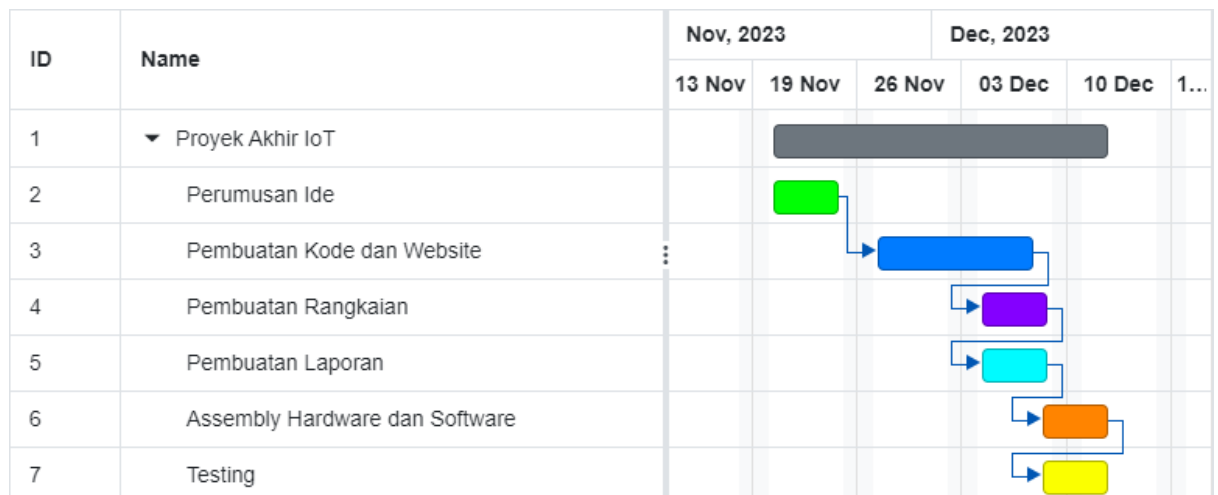
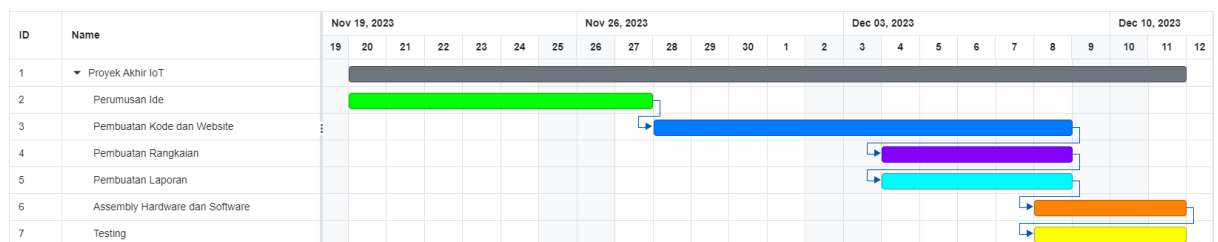
Roles	Responsibilities	Person
Pembuat kode website	Bertanggung jawab untuk membuat kode untuk interface website dan mengimplementasikan website untuk mengontrol ESP32	Juan Jonathan Rizki Awanta Jordhie
Pembuat kode software	Bertanggung jawab untuk membuat kode software	Nevanda Fairuz Pahlevi Juan Jonathan Rizki Awanta Jordhie
Pembuat Rangkaian Hardware	Bertanggung jawab untuk menyusun rangkaian	Nevanda Fairuz Pahlevi Juan Jonathan Rizki Awanta Jordhie

Pembuat Laporan Proyek Akhir	Bertanggung jawab untuk membuat laporan akhir	Nevanda Fairuz Pahlevi Juan Jonathan Rizki Awanta Jordhie
Pembuat PPT Presentasi	Bertanggung jawab untuk membuat presentasi proyek akhir	Nevanda Fairuz Pahlevi Juan Jonathan Rizki Awanta Jordhie

Table 1. Roles and Responsibilities

1.5 TIMELINE AND MILESTONES

Gantt Chart :

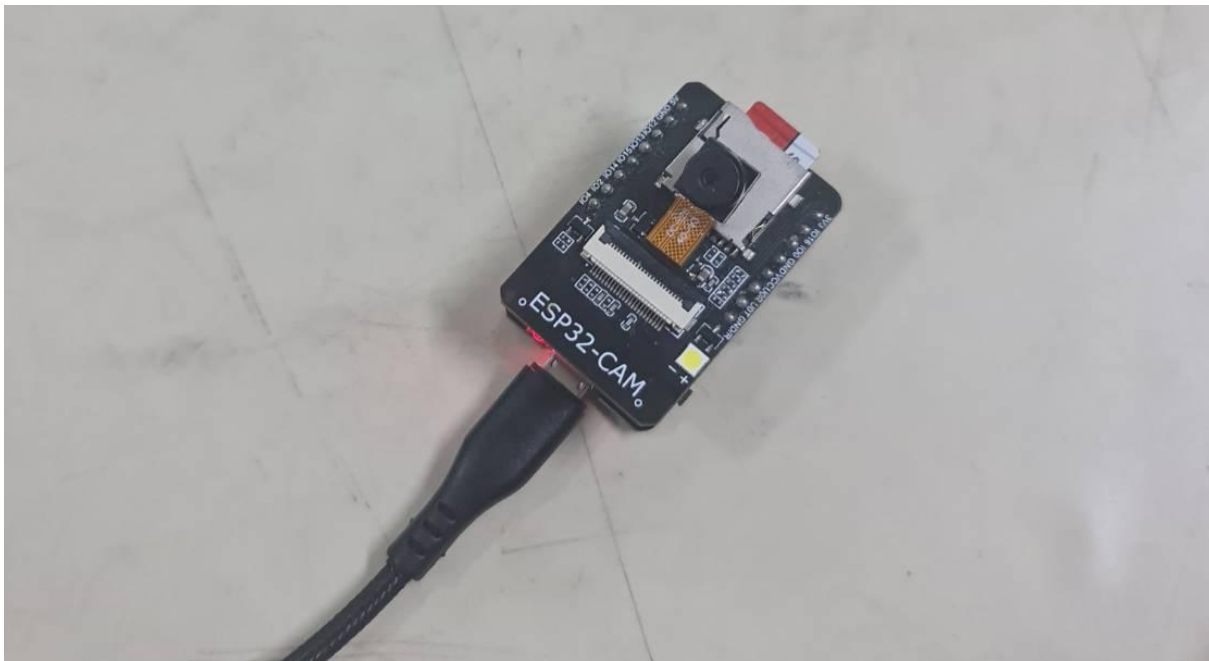


CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC

Implementasi hardware pada sistem ini mencakup sejumlah komponen yang tersedia dan berpusat di ESP32 CAM, komponen yang ada di ESP32 CAM akan dirancang untuk bekerja bersama dengan komponen lainnya. Hal ini dilakukan untuk menggabungkan fitur yang tersedia untuk bisa meningkatkan keamanan dan kehandalan operasional dengan menggabungkan fungsi CCTV dengan fungsi perangkat IoT. ESP32 CAM akan terhubung ke jaringan WiFi dan digunakan untuk mengirimkan stream video ke sebuah website. Di website ini pengguna bisa melakukan streaming untuk melihat video secara real-time. Pengguna juga bisa melakukan recording terhadap video di waktu tertentu secara manual. Komponen hardware yang akan digunakan ada semua di dalam ESP32 CAM. Program Real-Time Clock (RTC) akan diimplementasikan pada ESP32 untuk menyinkronkan waktu yang ada di CCTV dengan waktu asli dengan koneksi NTP time sebagai cadangan. RTC juga digunakan sebagai pembatas dimana jika sudah memasuki waktu tertentu, maka sistem akan mengirimkan pesan ke pesan messaging pengguna untuk memberikan peringatan setiap terdeteksi sebuah gerakan.



Gambar 1. Rangkaian

Skematik sistem yang digunakan hanya terdiri dari satu ESP32-CAM. Semua komponen pendukung yang digunakan untuk menambah fitur berada di dalam ESP32 CAM dan bersifat built-in.

2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

Software dari sistem CCTV ini dijalankan secara modular dengan ESP32-CAM-CCTV.ino sebagai top level main untuk program ESP32 Cam. File ini disambungkan dengan header appGlobals.h yang akan menghubungkan main dengan file cpp lainnya. Berikut adalah list library dari main:

- globals.h & appGlobals.h: library import, variabel, dan deklarasi fungsi
- appSpecific.cpp: fungsi dari masing-masing fitur
- motionDetect.cpp: untuk mendeteksi pergerakan pada kamera
- avi.cpp: proses gambar dan video
- certificate.cpp: certificate github dan website
- mjpeg2sd.cpp: simpan gambar dan video ke sd card
- prefs.cpp: konfigurasi program
- setupAssist.cpp: first time setup SSID
- streamServer.cpp: fungsi streaming dari website
- utils.cpp: utilitas, fungsi, dan logging
- utilsFS.cpp: utilitas khusus untuk pengaturan file SD card
- webServer.cpp: backend website bersamaan dengan common.js

Proyek ini dimulai pengembangannya dari main feature dari produk yakni sebuah CCTV sehingga difokuskan pada sistem pemrosesan gambar dan streaming melalui website. Kemudian perkembangan dilakukan pada struktur dari software proyek, yakni dengan sistem modular. Sistem website diatur dengan berbentuk dashboard yang tersambung dengan backend common.js dan webServer.cpp. Pada kedua backend terdapat banyak fungsi yang mengatur berbagai fitur program.

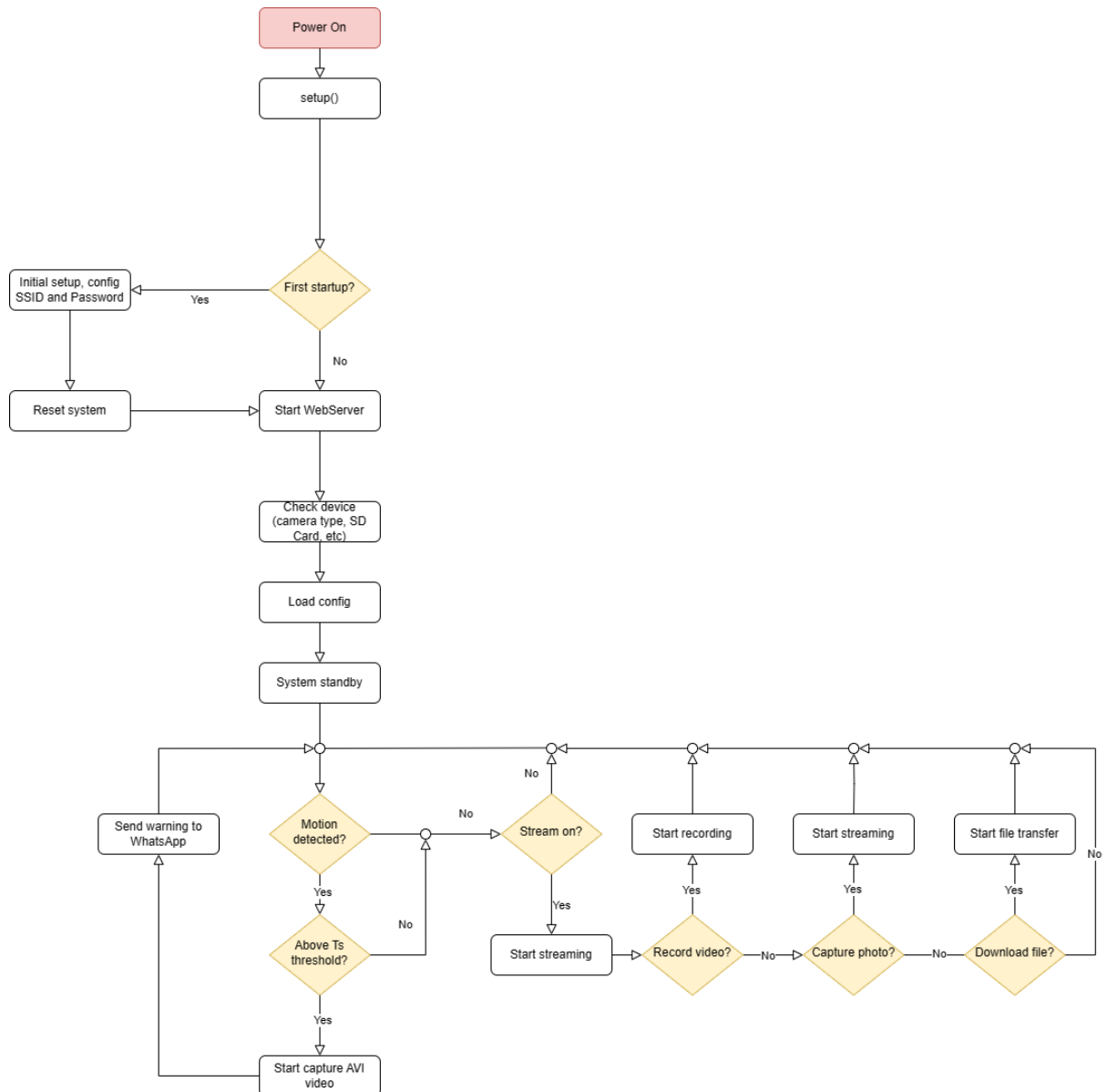
```

116 void setup() {
117     logSetup();
118     if (!psramFound()) snprintf(startupFailure, SF_LEN, "Startup Failure: Need PSRAM to be enabled");
119     else {
120         // prep SD card storage
121         startStorage();
122
123         // Load saved user configuration
124         loadConfig();
125
126         // initialise camera
127         prepCam();
128     }
129
130     #ifdef DEV_ONLY
131     devSetup();
132     #endif
133
134     // connect wifi or start config AP if router details not available
135     startWifi();
136
137     startWebServer();
138     if (strlen(startupFailure)) LOG_ERR("%s", startupFailure);
139     else {
140         // start rest of services
141         startSustainTasks();
142         prepRecording();
143         LOG_INF("Camera model %s on board %s ready @ %uMHz", camModel, CAM_BOARD, xclkMhz);
144         checkMemory();
145     }
146 }
147
148 void loop() {
149     // confirm not blocked in setup
150     LOG_INF("===== Total tasks: %u =====\n", uxTaskGetNumberOfTasks() - 1);
151     delay(1000);
152     vTaskDelete(NULL); // free 8k ram
153 }
154

```

Program dimulai dengan setup log, storage SD card, load konfigurasi, setup kamera, serta start WiFi dan server. Jika semua sudah selesai maka loop akan print jumlah task yang dijalankan. Setelah setup selesai maka program akan menjalankan webserver yang melakukan initial setup untuk SSID dan password WiFi kemudian akan reset dan memulai program.

Flowchart :



2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION

Pada proses integrasi antara hardware dan software, akan dilakukan penggabungan antara semua komponen hardware dengan logika program dan algoritma software yang sudah dibuat. Software disini akan mencakup back-end yang berisi semua konfigurasi terhadap hardware yang akan digunakan, beserta dengan website yang akan digunakan sebagai pusat kendali CCTV. Integrasi ini dilakukan dengan tujuan bahwa semua komponen hardware bisa bekerja secara efektif dan benar, sesuai dengan perintah yang akan diberikan melalui software dan website.

Kode software akan dibuat untuk melakukan beberapa inisialisasi dan konfigurasi awal yang dibutuhkan perangkat hardware IoT untuk bisa berinteraksi dengan komponen yang akan digunakan, terkoneksi dengan Wifi, dan berinteraksi secara langsung untuk mengatur hardware secara real-time. Software akan digunakan untuk mengatur proses pengambilan video dan mengirimkannya ke website, dan mengatur hardware jika ingin merekam video dan menyimpan hasilnya ke dalam SD Card. Software dan website juga akan digunakan untuk mengaktifkan fitur *motion detection*. Setelah software diintegrasikan ke ESP32 CAM, akan dilakukan beberapa testing untuk memastikan fitur dari perangkat berjalan secara seharusnya.

CHAPTER 3

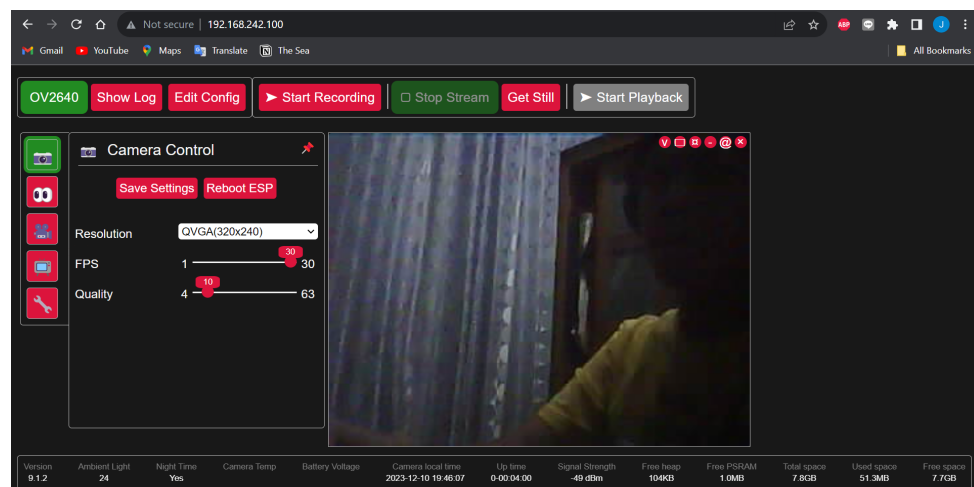
TESTING AND EVALUATION

3.1 TESTING

Tahapan testing dilakukan untuk memastikan bahwa sistem IoT CCTV berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Akan dilakukan pengujian pada setiap fitur untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Testing dilakukan terhadap setiap fitur yang ada di sistem, yaitu:

3.1.1 Pengujian streaming pada website

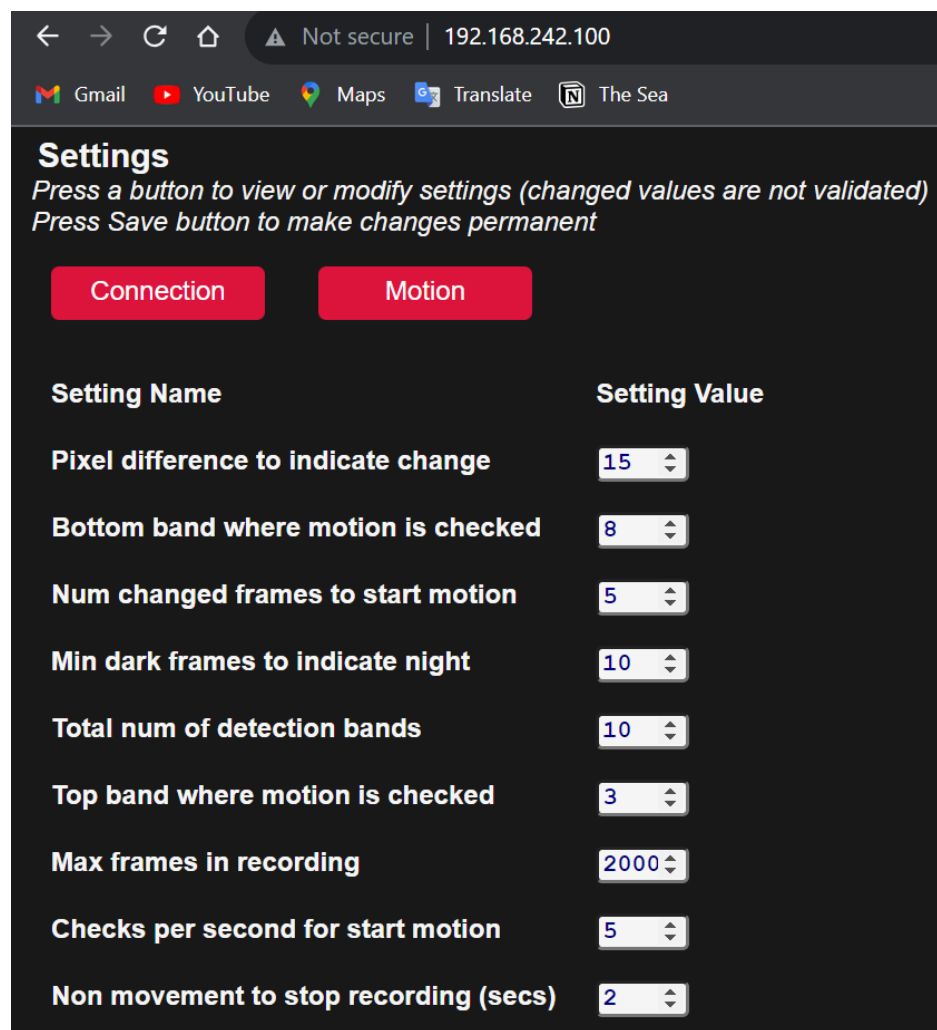
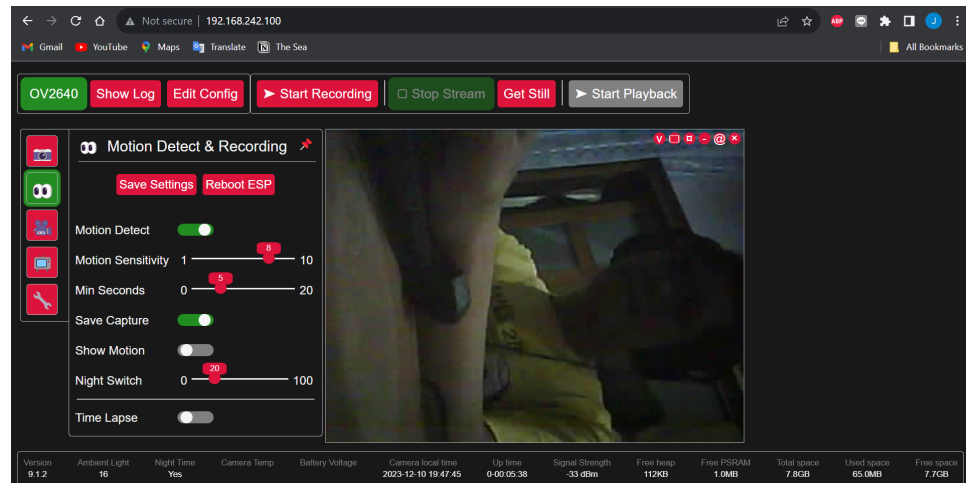
Akan dilakukan pengujian pada fitur streaming, dimana pengguna akan bisa melihat video CCTV di website secara real-time. Pengujian akan dilakukan dengan mengakses website CCTV, memencet tombol “Start Stream”, dan memastikan streaming video berhasil berjalan.



Gambar 2. Pengujian Streaming di Website

3.1.2 Konfigurasi fitur motion detection

Pengguna harus bisa melakukan konfigurasi terhadap fitur ini, konfigurasi mencakup sensitivitas motion detector, minimal seconds, dan konfigurasi lainnya.



Gambar 3. Konfigurasi Motion Detection

3.1.3 Pengujian pendeteksian gerakan

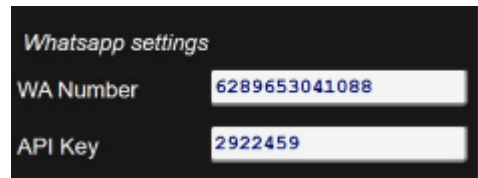
Fitur motion detection akan diaktifkan pada website, lalu akan dilakukan pengujian fitur ini dengan membuat gerakan di depan kamera. Jika fitur berhasil

```
[19:47:08.678 sendMessage] https://api.callmebot.com/whatsapp.php?phone=6287883022558  
[19:47:13.170 sendMessage] Whatsapp message sent successfully  
[19:47:13.172 processFrame] Capture started by Motion  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
```

```
[19:47:36.425 closeAvi] ***** AVI recording stats *****
[19:47:36.425 closeAvi] Recorded /20231210/20231210_194713_QVGA_28_21_600.avi
[19:47:36.436 closeAvi] AVI duration: 21 secs
[19:47:36.436 closeAvi] Number of frames: 600
[19:47:36.436 closeAvi] Required FPS: 30
[19:47:36.447 closeAvi] Actual FPS: 27.9
[19:47:36.447 closeAvi] File size: 4.3MB
[19:47:36.447 closeAvi] Average frame length: 7552 bytes
[19:47:36.458 closeAvi] Average frame monitoring time: 9 ms
[19:47:36.458 closeAvi] Average frame buffering time: 0 ms
[19:47:36.468 closeAvi] Average frame storage time: 7 ms
[19:47:36.468 closeAvi] Average SD write speed: 1032 kB/s
[19:47:36.479 closeAvi] File open / completion times: 2 ms / 1774 ms
[19:47:36.479 closeAvi] Busy: 54%
[19:47:36.489 checkMemory] Free: heap 120496, block: 86004, min: 59980, pSRAM 1085367
[19:47:36.489 closeAvi] *****
```

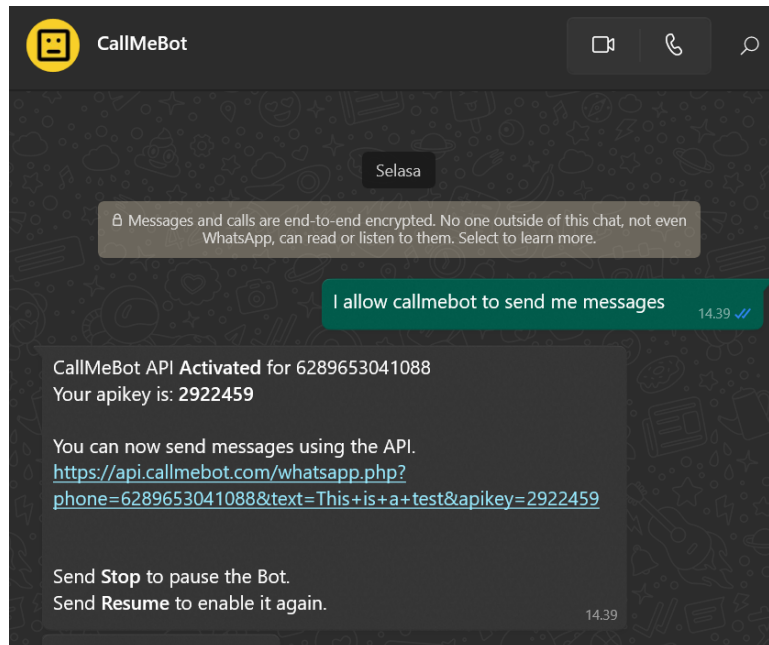
3.1.4 Konfigurasi WhatsApp bot

Pengguna bisa mengatur konfigurasi untuk menggunakan Whatsapp dengan menggunakan CallMeBot di website, konfigurasi ini mencakup nomor Whatsapp pengguna dan API Key untuk menggunakan CallMeBot.



Gambar 5. Konfigurasi WhatsApp bot

Pengguna dapat meminta API key baru sesuai dengan nomor Whatsapp yang tersambung dengan mengirim perintah ke CallMeBot seperti berikut:



Gambar 6. Konfigurasi API WhatsApp bot

3.1.5 Pengujian fitur pengiriman pesan ke WhatsApp

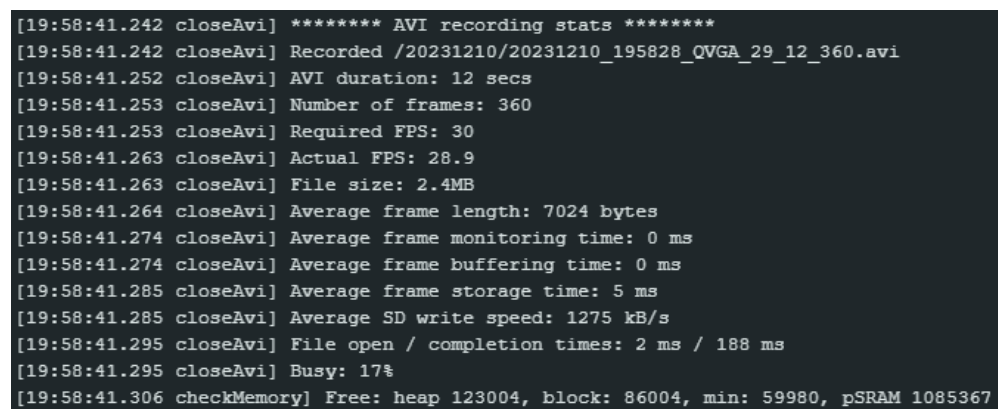
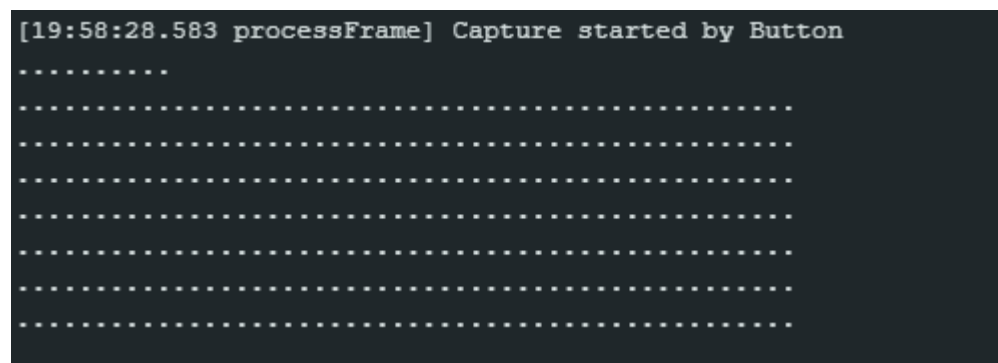
Fitur ini akan menggunakan Whatsapp sebagai platform untuk menerima pesan. Akan digunakan API CallMeBot untuk menerima pesan. Software akan mengirimkan pesan tiap terdeteksi sebuah gerakan di CCTV.

```
[19:47:08.678 sendMessage] https://api.callmebot.com/whatsapp.php?phone=6287883022558
[19:47:13.170 sendMessage] Whatsapp message sent successfully
[19:47:13.172 processFrame] Capture started by Motion
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
```

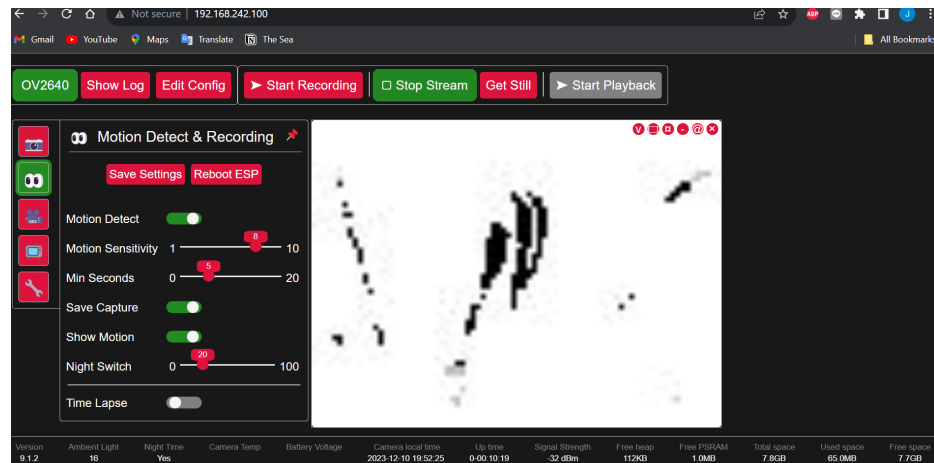

Gambar 7. Pengujian fitur Pengiriman pesan ke WhatsApp

3.1.6 Pengujian merekam video pada website

Fitur rekaman dimulai dengan memencet tombol “Start Recording”, lalu setelah selesai pengguna bisa memencet tombol “Stop Recording”. Fitur ini dianggap berhasil jika hasil rekaman berhasil tersimpan di SD Card.



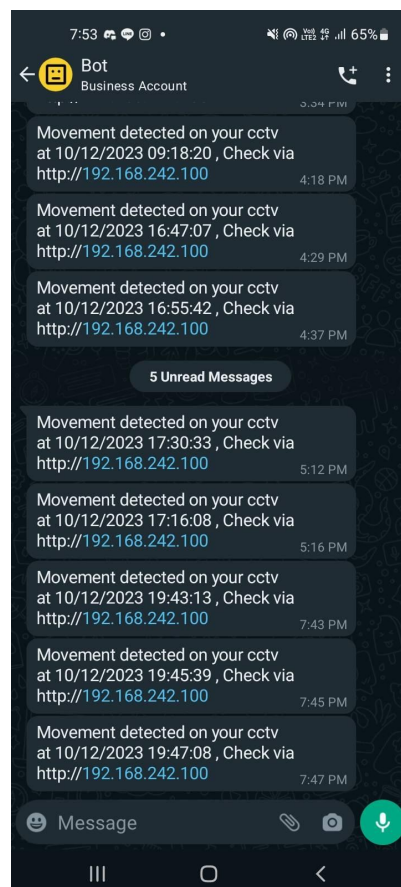
Gambar 8. Fitur Recording di Website



Gambar 10. Hasil Motion Detection

3.2.3 Fitur pengiriman pesan ke WhatsApp

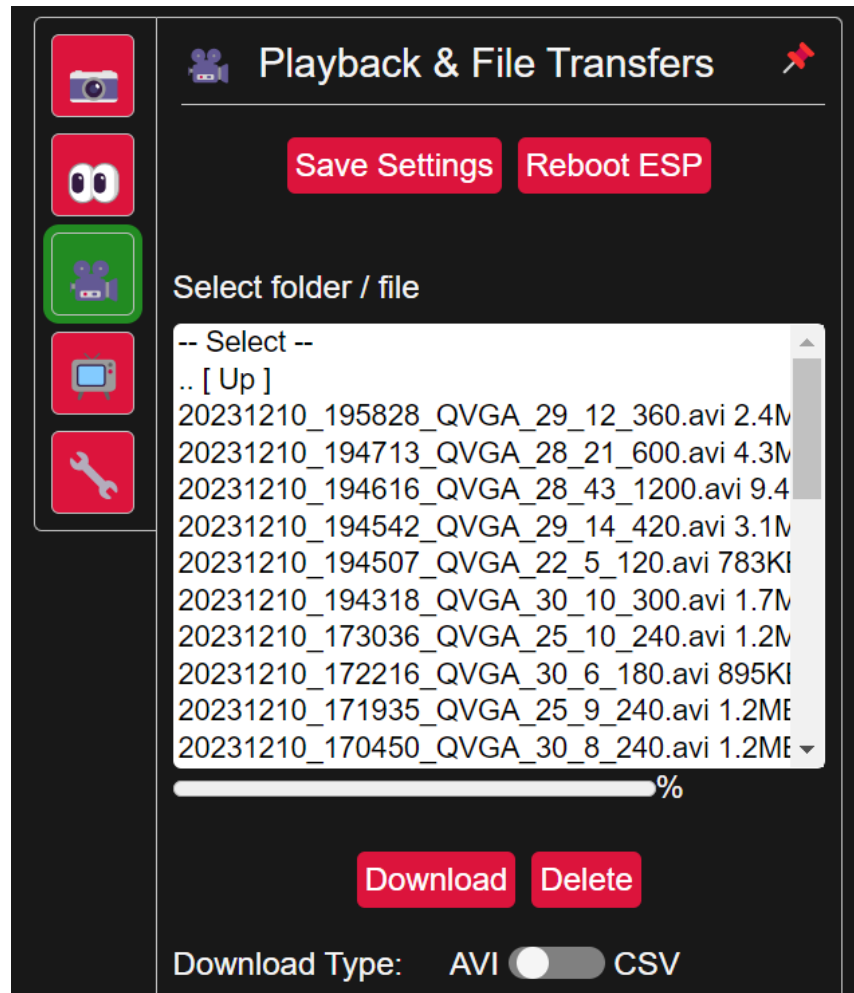
Hasil dari pengujian fitur ini adalah pengguna menerima pesan di Whatsapp dari API CallMeBot yang berisi pesan yang sudah dikonfigurasi sebelumnya.



Gambar 11. Pesan CallMeBot di WhatsApp

3.2.4 Fitur Rekaman Video pada Website

Hasil dari pengujian fitur ini adalah proses record yang berhasil dilakukan, video yang direkam berhasil tersimpan di SD Card, dan rekaman video utuh.



Gambar 12. Recording Video Tersimpan di SD Card

Semua fitur yang diujikan berhasil dilakukan dan memberikan hasil yang sesuai dengan target awal. Hasil ini membuktikan bahwa sistem CCTV yang dibuat sudah memenuhi kriteria acceptance yang sudah ditetapkan sebelumnya.

3.3 EVALUATION

Tahapan evaluasi dari hasil testing fitur sistem CCTV adalah langkah yang penting untuk memastikan solusi yang diberikan sudah sesuai dan memenuhi tujuan pengembangan. Evaluasi akan dilakukan untuk melihat keberhasilan dan tercapainya acceptance criteria yang sudah diberikan sebelumnya. Evaluasi yang didapat dari bagian Testing dan Result adalah tercapainya semua tujuan yang sudah ditetapkan. Sistem berhasil menampilkan video di website dan pengguna bisa melakukan streaming untuk melihat video secara real-time. CCTV memiliki fitur motion detection yang berhasil dijalankan. Pada waktu tertentu dan terdeteksi gerakan, sistem akan mengirimkan pemberitahuan melalui WhatsApp API bot untuk memberi tahu pengguna tentang hal ini. Website CCTV memiliki fitur untuk rekam otomatis dengan motion detection ataupun rekam manual dengan tombol “record” yang bisa merekam video dan menyimpannya di memory card. Sistem juga dapat secara langsung mengirim file gambar atau video ke user.

Solusi CCTV berbasis IoT ini memberikan hasil yang positif selama uji coba. Semua fitur utama berfungsi sesuai dengan tujuan dan harapan, memberikan sistem yang responsif dan efektif dalam pemantauan keamanan. Integrasi antara hardware dan software berjalan dengan baik, hasilnya menunjukkan integrasi yang reliable antara komponen-komponen sistem. Evaluasi ini menyimpulkan bahwa sistem CCTV berbasis IoT ini berhasil melewati uji coba dengan baik dan memenuhi tujuan utama yang ditetapkan. Namun, evaluasi ini juga menekankan pada pentingnya pemeliharaan, pemantauan, dan pembaruan berkelanjutan untuk memastikan kinerja yang optimal dan keberlanjutan dalam jangka panjang. Salah satu kelemahan dari program adalah membutuhkan banyak memori baik volatile dan non volatile memory didalam ESP32 sehingga saat dilakukan flash sebaiknya Perlu dilakukan uji coba lebih lanjut untuk mengetes kinerja sistem dalam berbagai skenario yang bervariasi.

CHAPTER 4

CONCLUSION

Dalam proyek ini, kami telah mengembangkan dan mengevaluasi solusi CCTV berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan fitur notifikasi WhatsApp, motion detection, dan real-time clock. Proyek ini dibuat dengan tujuan meningkatkan keamanan di lingkungan kampus, solusi yang diajukan adalah sebuah sistem CCTV dengan fitur IoT. CCTV ini akan terhubung dengan WiFi dan bisa diakses melalui website, pengguna bisa melihat video dan mengatur konfigurasi CCTV di website tersebut.

Integrasi antara hardware dan software yang berhasil, membuktikan bahwa solusi ini dapat diandalkan dan memberikan fungsi signifikan dalam pemantauan keamanan. Fungsi yang diberikan adalah membuat proses pemantauan CCTV menjadi lebih efisien, memberikan keamanan tambahan pada waktu tertentu dengan adanya fitur motion detection dan pemberitahuan melalui aplikasi Whatsapp, fitur Recording yang bisa membantu pengguna untuk mendapatkan bukti secara cepat. Selain itu, sistem ini juga memiliki fitur recording secara otomatis jika terdeteksi sebuah gerakan, sistem akan terus merekam sampai tidak ada lagi gerakan yang terdeteksi.

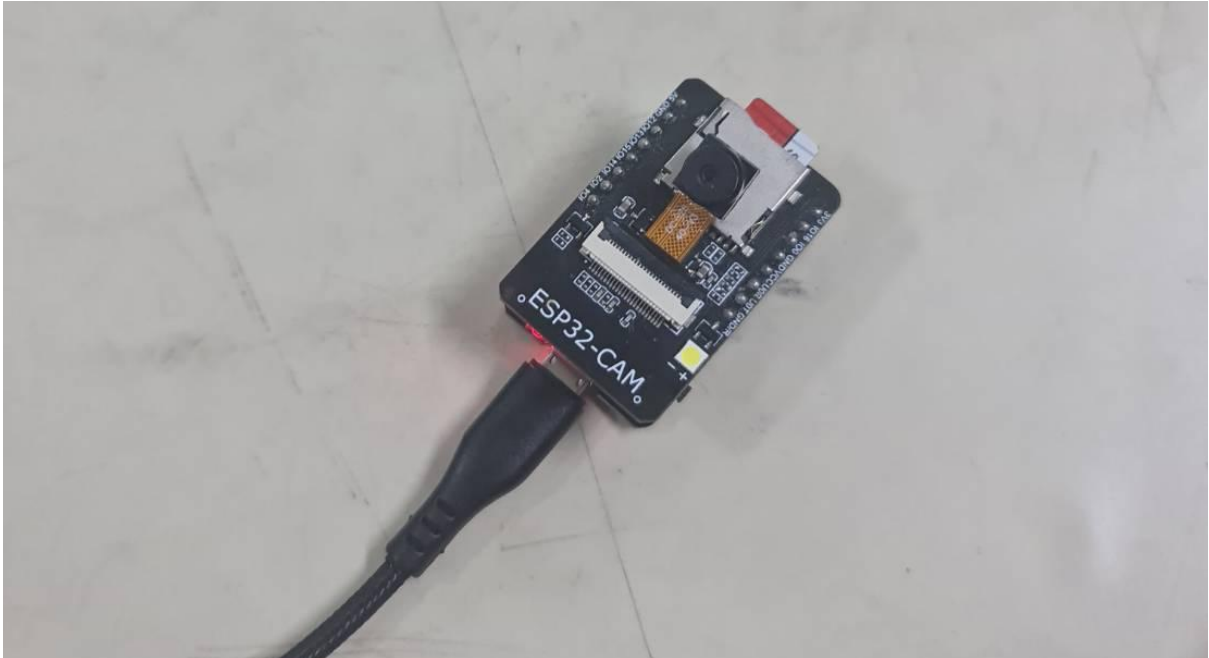
Sistem CCTV ini telah melalui serangkaian uji coba yang mencakup semua kinerja fitur yang ada. Hasil pengujian membuktikan keberhasilan proyek ini dalam mencapai semua tujuan yang sudah ditetapkan. Dengan ini, bisa dikatakan bahwa proyek ini sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan. Diharapkan solusi ini bukan hanya menciptakan lingkungan kampus yang lebih aman, tetapi juga membuka potensi untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang keamanan dan IoT.

REFERENCES

- [1] s60sc, “ESP32-CAM_MJPEG2SD,” GitHub, Jun. 15, 2023.
https://github.com/s60sc/ESP32-CAM_MJPEG2SD (accessed Dec. 03, 2023).
- [2] RandomNerdTutorials, “ESP32: Send Messages to WhatsApp | Random Nerd Tutorials,” Random Nerd Tutorials, Nov. 17, 2022.
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-send-messages-whatsapp/> (accessed Dec. 03, 2023).
- [3] Max, “How YOU can Get Started with The ESP32-CAM for DIY Security Cameras,” [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=k_PJLkfqDuI), Mar. 11, 2023. https://www.youtube.com/watch?v=k_PJLkfqDuI (accessed Dec. 03, 2023).
- [4] “Free API to Send Whatsapp Messages,” CallMeBot API, Mar. 20, 2021.
<https://www.callmebot.com/blog/free-api-whatsapp-messages/> (accessed Dec. 03, 2023).

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation

Documentation tersedia di Github dengan link :

<https://github.com/juanjonathan67/ESP32-CAM-CCTV/tree/main/docs>