



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

**Smart Door Lock with Face Recognition**

**GROUP 15**

<b>Evandita Wiratama Putra</b>	<b>2206059572</b>
<b>Safia Amita Khoirunnisa</b>	<b>2206059420</b>
<b>Wendy Dharmawan</b>	<b>2206059591</b>
<b>Ivander Andreas Wijaya</b>	<b>2206031896</b>

## PREFACE

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini. Penulisan laporan proyek akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah Sistem Waktu Nyata dan IoT.

Dalam penyusunan laporan akhir ini, terdapat hambatan dan kendala yang kami hadapi, tetapi berkat bantuan serta pertolongan dari berbagai pihak, maka laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Fransiskus Astha Ekadiyanto, S.T., M.Sc. selaku dosen kami, para asisten laboratorium digital, dan teman-teman yang telah berkontribusi dalam proses penggerjaan laporan proyek akhir ini.

Kami menyadari bahwa terdapat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman dalam penggerjaan serta penyusunan laporan proyek akhir ini. Kami mengakui adanya kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan agar dapat menjadi bahan evaluasi bagi kami ke depannya. Kami juga memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Terima kasih atas pengertian dan dukungan yang diberikan.

Depok, 9 Desember 2024

Group 15

## **TABLE OF CONTENTS**

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

## **CHAPTER 1**

### **INTRODUCTION**

#### **1.1 PROBLEM STATEMENT**

Keamanan rumah menjadi salah satu aspek yang krusial di tengah meningkatnya kebutuhan akan lingkungan tempat tinggal yang aman dan nyaman. Sistem keamanan tradisional, seperti penggunaan kunci fisik, memiliki kelemahan. Kunci dapat hilang, digandakan tanpa izin, atau bahkan dirusak oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Kondisi ini menuntut inovasi teknologi yang mampu menghadirkan solusi keamanan yang lebih canggih dan sulit ditembus.

Teknologi pengenalan wajah merupakan salah satu inovasi yang menawarkan solusi tersebut. Dengan kemampuan mengenali karakteristik wajah secara unik, teknologi ini memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional seperti kunci atau PIN. Selain itu, pengenalan wajah memiliki keunggulan dari segi kenyamanan, karena pengguna tidak perlu membawa perangkat tambahan seperti kartu atau kunci fisik.

Namun, untuk mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah ke dalam sistem keamanan rumah, diperlukan pendekatan yang komprehensif, melibatkan perangkat keras, perangkat lunak, serta konektivitas jaringan yang stabil. Sistem yang ideal harus mampu mendeteksi wajah secara akurat, mengolah data secara cepat, dan memberikan respons yang sesuai tanpa mengorbankan privasi pengguna. Selain itu, teknologi ini harus mudah diakses dan terhubung dengan perangkat pintar lainnya untuk memberikan pengalaman pengguna yang optimal.

#### **1.2 PROPOSED SOLUTION**

Sebagai solusi dari permasalahan yang ada, proyek ini menawarkan Smart Door Lock with Face Recognition, sebuah sistem keamanan modern yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah. Sistem ini dirancang untuk menggantikan metode tradisional seperti kunci fisik dan PIN yang rentan terhadap risiko kehilangan atau penyalahgunaan. Dengan

menggunakan pengenalan wajah, hanya individu yang telah terdaftar yang dapat mengakses pintu, memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi untuk rumah atau properti.

Proyek ini mengintegrasikan teknologi berbasis IoT untuk memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan terhubung dengan perangkat pengguna. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan konektivitas jaringan untuk mendukung pengiriman data secara real-time serta pengaturan akses jarak jauh melalui aplikasi.

Proyek ini tidak hanya relevan untuk aplikasi pada rumah tangga, tetapi juga dapat diterapkan di lingkungan yang lebih luas, seperti kantor, gudang, atau fasilitas lainnya. Dengan pendekatan ini, diharapkan solusi yang ditawarkan dapat menjadi langkah nyata dalam mendorong implementasi teknologi pintar untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman dan efisien.

### **1.3 ACCEPTANCE CRITERIA**

The acceptance criteria of this project are as follows:

1. Sistem mampu mengenali wajah pengguna yang telah terdaftar dengan tingkat akurasi minimal 80%.
2. Sistem tidak memungkinkan akses pintu tanpa autentikasi yang valid.
3. Sistem mampu terhubung dengan jaringan Wi-Fi untuk mendukung pengelolaan jarak jauh melalui aplikasi.
4. Sistem melibatkan mekanisme lock yang dapat diimplementasikan dalam dunia nyata.
5. Sistem dapat memberikan warning kepada pengguna ketika terdapat kegagalan autentikasi wajah.

### **1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES**

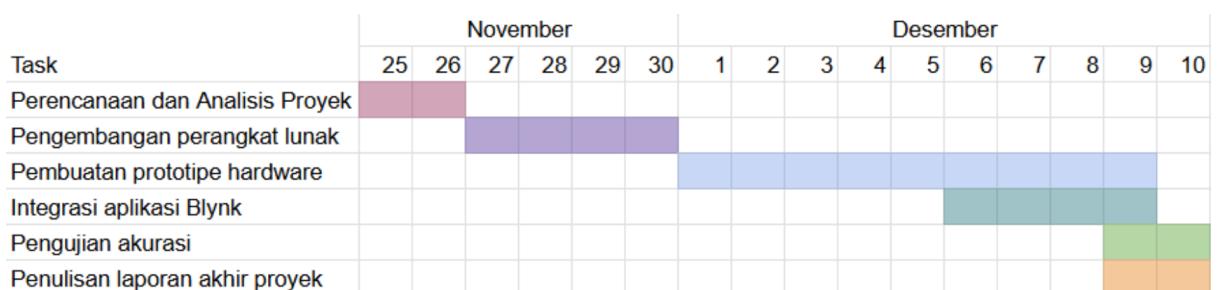
The roles and responsibilities assigned to the group members are as follows:

Roles	Responsibilities	Person
Role 1	Membuat Web Server untuk Image Recognition	Evandita Wiratama Putra

Role 2	Membuat laporan dan PPT	Safia Amita Khoirunnisa
Role 3	Membuat kode dan melakukan setup yang digunakan dalam ESP.	Wendy Dharmawan
Role 4	Membuat README.md	Ivander Andreas Wijaya

Table 1. Roles and Responsibilities

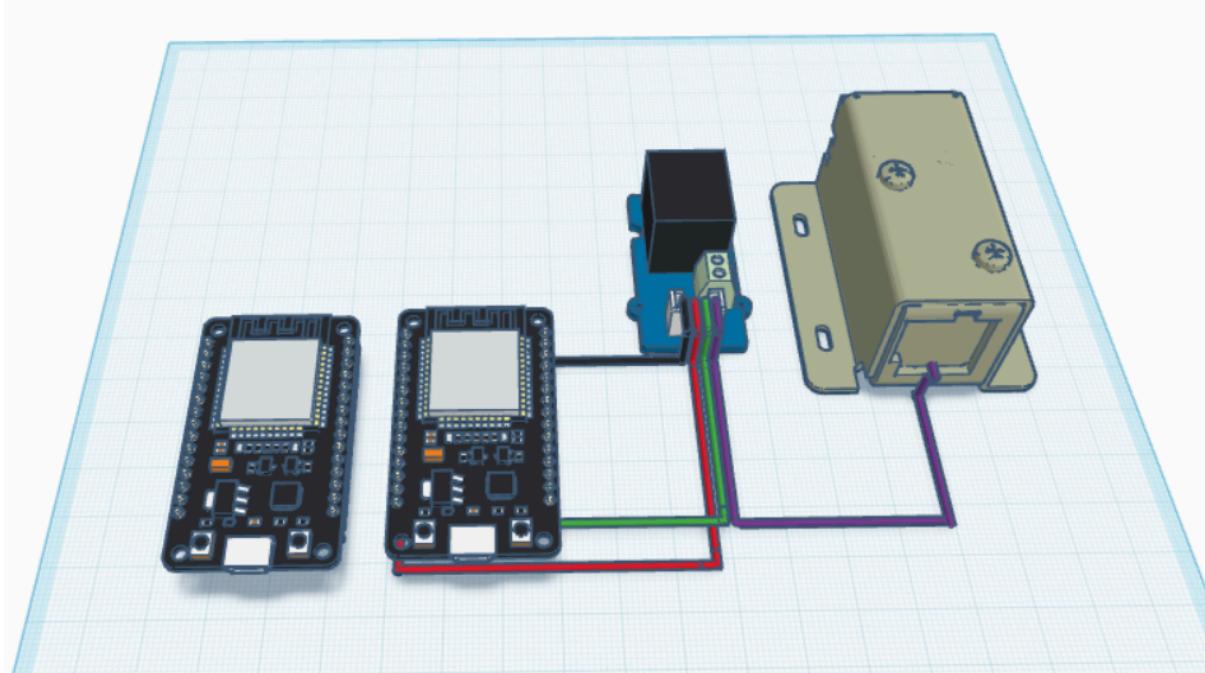
## 1.5 TIMELINE AND MILESTONES



## CHAPTER 2

### IMPLEMENTATION

#### 2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC

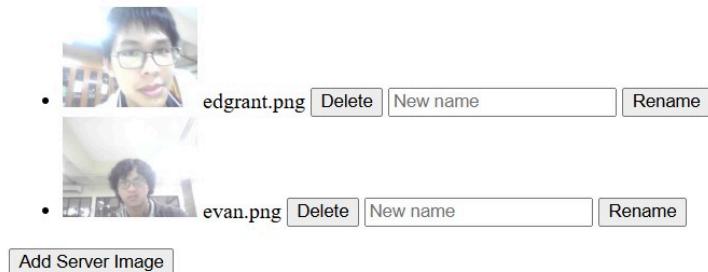


Desain hardware pada proyek Smart Door Lock with Face Recognition menggunakan beberapa komponen utama, yaitu dua modul ESP32, breadboard, solenoid lock 12V, dan relay 5V. ESP32 pertama berfungsi sebagai modul utama untuk pengambilan gambar wajah melalui kamera yang terintegrasi, sementara ESP32 kedua bertindak sebagai server yang mengelola komunikasi data dan pengendalian aktuator. Komunikasi antara kedua modul ini dilakukan melalui HTTP dan MQTT, yang memberikan konektivitas stabil dan latensi rendah.

Solenoid lock 12V berfungsi sebagai mekanisme penguncian yang dikendalikan oleh relay 5V. Relay bertindak sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus aliran daya ke solenoid berdasarkan sinyal kontrol dari ESP32. Desain ini memastikan solenoid hanya aktif saat wajah yang terdeteksi berhasil dikenali oleh sistem.

## 2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

### Server Images



Pada sisi server, framework Flask digunakan untuk menangani API yang menerima permintaan HTTP GET dari ESP32. Ketika permintaan diterima, server mengaktifkan webcam laptop untuk menangkap gambar dan menyimpannya sebagai b.png di direktori lokal. Server ini juga memproses permintaan validasi gambar melalui API Face++ untuk membandingkan gambar yang diambil (a.png di sisi client) dengan b.png. Respons dalam format JSON dari API akan diteruskan ke client untuk dianalisis lebih lanjut.

Pada sisi client, ESP32 dikonfigurasi untuk berkomunikasi melalui WiFi menggunakan pustaka seperti WiFi.h dan HTTPClient.h. Dengan aplikasi Blynk, dua tombol kontrol disediakan: "Take a Photo" untuk memulai proses pengambilan gambar, dan "Validate Photo" untuk memvalidasi wajah menggunakan API. Proses validasi menghasilkan output berupa tingkat kepercayaan dan status akses (diberikan atau ditolak). Output ini dipublikasikan ke server MQTT dan ditampilkan pada aplikasi Blynk.

## 2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION

Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem ini memungkinkan pengambilan dan validasi gambar secara efisien. Hardware utama yang digunakan adalah ESP32, yang berfungsi sebagai client dan menghubungkan berbagai komponen melalui protokol WiFi. ESP32 terhubung ke aplikasi Blynk, yang menyediakan dua tombol utama untuk mengambil dan memvalidasi gambar. Widget switch pada blynk mengaktifkan webcam melalui HTTP request, serta widget switch lainnya dapat dipanggil untuk menjalankan API Face++ untuk membandingkan gambar pada client dan server. LED pada ESP32 digunakan sebagai indikator visual, memastikan pengguna mengetahui status operasi seperti pengambilan atau validasi gambar.

## CHAPTER 3

### TESTING AND EVALUATION

#### 3.1 TESTING

Testing dilakukan melalui beberapa tahap, diantaranya sebagai berikut:

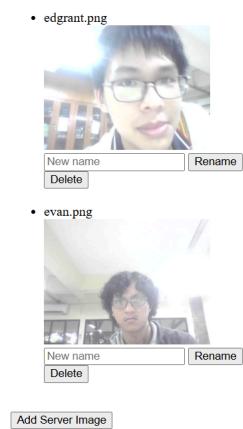
- API Testing

API yang digunakan untuk memeriksa kesamaan dua muka berasal dari Face++. Untuk memastikan kebenaran API, dilakukan testing dengan menggunakan dua foto orang yang sama, lalu menggunakan dua orang yang berbeda. Test case lain juga diuji dengan mengupload foto yang tidak mengandung wajah.

- Web Server

Lalu dilakukan juga testing pada Web Server Face Recognition yang dijalankan menggunakan Flask. Testing dilakukan dengan membandingkan 2 gambar pada server dengan 3 gambar client yang berbeda. Berikut merupakan gambar yang tersimpan pada server:

#### Server Images



Lalu adapun juga 3 gambar yang berbeda yang akan dijadikan bahan uji coba face recognition itu sendiri. Gambar pertama terdiri dari orang yang sama dengan edgrant.png, namun foto yang berbeda. Gambar kedua terdiri dari orang yang sama dengan evan.png,

namun foto yang berbeda. Gambar ketiga terdiri dari orang yang belum dikenali oleh Web Server itu sendiri. Adapun gambar yang digunakan sebagai berikut:



- ESP32 Client Testing

ESP32 Client dapat melakukan proses upload dan memanggil verifikasi wajah. Ini dipanggil melalui blynk dan upload maupun verifikasi dilakukan dengan mengakses web server pada . Oleh sebab itu, dilakukan beberapa testing pada ESP32 client, diantaranya memastikan client terhubung pada blynk, memastikan pemanggilan request HTTP pada web cam berhasil, serta pengiriman data atau publish kepada MQTT berhasil

- ESP32 Server Testing

ESP32 Server dapat melakukan proses upload dan menerima data hasil verifikasi, serta mengirimkan warning ke blynk. Proses yang dilalui untuk upload wajah serupa dengan client sehingga pada ESP32 server testing, pengujian dilakukan terhadap keberhasilan blynk, akses HTTP, subscribe topic MQTT dan mengirimkan warning kepada blynk.

- Blynk Testing

Blynk app merupakan interface yang digunakan oleh client dan server dalam mengakses webcam. Pengujian pada blynk dilakukan dengan memastikan widget berjalan dengan seharusnya dan pengiriman perintah untuk mengakses webcam maupun penerimaan data akses invalid melalui terminal diterima secara sempurna.

- Hardware Testing

Hardware testing dilakukan dengan menguji ESP32 serta hardware yang terhubung, yaitu built in LED serta relay yang mengaktifkan solenoid lock.

### 3.2 RESULT

- API Testing

Dari hasil API testing, didapatkan bahwa API yang digunakan sudah memberikan hasil yang akurat dalam memeriksa keserupaan wajah dari dua gambar. Testing dapat dilakukan melalui API maupun secara langsung dari website Face++.

Adapun screenshot hasil dari testing ketiga gambar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Gambar 1

```
{"confidence":84.839,"message":"The faces are likely of the same person.", "server_image":"edgrant.png", "valid":true}
```

2. Gambar 2

```
{"confidence":90.438,"message":"The faces are likely of the same person.", "server_image":"evan.png", "valid":true}
```

3. Gambar 3

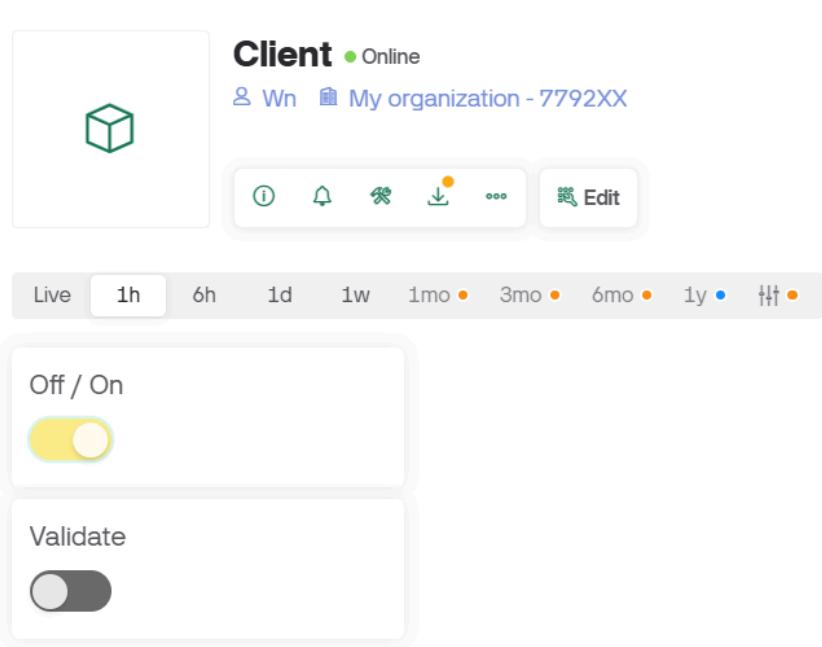
```
{"confidence":0,"message":"Could not find image", "valid":false}
```

Dapat dilihat bahwa hasil testing telah sesuai dengan harapan, dimana gambar 1 mirip dengan edgrant.png, gambar 2 mirip dengan evan.png, sedangkan gambar 3 tidak terdeteksi sama sekali.

- ESP32 Client Testing

Dari hasil ESP32 client testing, didapatkan bahwa client sudah dapat mengakses Blynk, mengirimkan HTTP request untuk mengakses webcam, dan melakukan publish pada MQTT. Pengujian dilakukan dengan mengambil foto valid dan invalid untuk dibandingkan, yang dilakukan melalui interface blynk app.

1. Gambar 1, Keberhasilan connection Blynk



2. Gambar 2 Mengakses kamera melalui blynk dari client.

```
23:17:00.926 -> Capturing Face
23:17:04.027 -> HTTP Response code: 200
23:17:04.027 -> Image saved as c:\Users\Wendy\Documents\College\Project\IOT\WebcamProg\a.png
```

Foto yang tersimpan pada local setelah berhasil mengakses kamera



3. Gambar 3, melakukan comparison yang dijalankan melalui blynk. Untuk kasus valid, dimana foto yang digunakan adalah foto hasil capture.

```
23:20:49.901 -> Comparing Face...
23:20:54.154 -> HTTP Response code: 200
23:20:54.239 -> {"confidence":94.563,"message":"The faces are likely of the same person.","valid":true}
23:20:54.239 ->
23:20:54.239 -> Response enqueued successfully
23:20:54.239 -> Message published successfully.
```

4. Gambar 4, melakukan comparison yang dijalankan melalui blynk. Untuk kasus invalid, dimana foto yang diubah pada local menjadi foto lain.

```
23:27:44.449 -> HTTP Response code: 200
23:27:44.449 -> {"confidence":19.538,"message":"The faces are likely of different people.", "valid":false}
23:27:44.449 ->
23:27:44.449 -> Response enqueued successfully
23:27:44.449 -> Message published successfully.
```

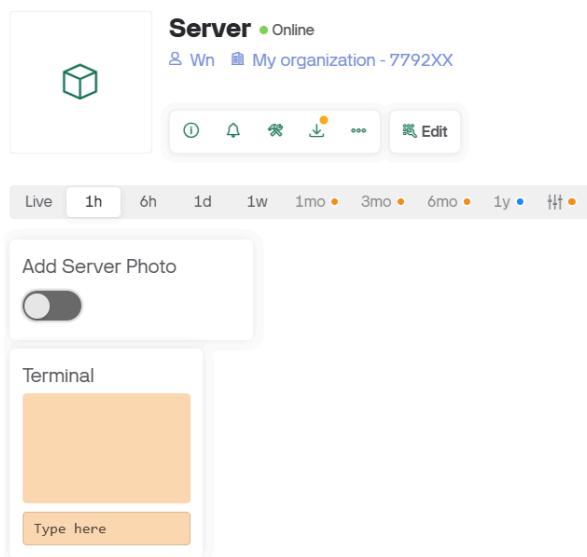
5. Gambar 4, keberhasilan terhubung pada MQTT dan mempublish data pada MQTT

```
23:20:49.901 -> Comparing Face...
23:20:54.154 -> HTTP Response code: 200
23:20:54.239 -> {"confidence":94.563,"message":"The faces are likely of the same person.", "valid":true}
23:20:54.239 ->
23:20:54.239 -> Response enqueued successfully
23:20:54.239 -> Message published successfully.
```

- ESP32 Server Testing

Dari hasil ESP32 server testing, didapatkan bahwa client sudah dapat mengakses Blynk, mengirimkan HTTP request untuk mengakses webcam, dan melakukan subscribe pada MQTT. Pengujian dilakukan dengan menerima hasil validasi foto valid dan invalid serta pengamatan output pada blynk.

6. Gambar 1, Keberhasilan connection Blynk



7. Gambar 2, Keberhasilan mengakses kamera melalui blynk dari server

```
23:14:28.073 -> Capturing Face
23:14:31.157 -> HTTP Response code: 200
23:14:31.157 -> Image saved as c:\Users\Wendy\Documents\College\Project\IOT\WebcamProg\b.png
23:14:31.157 -> Attempting MQTT connection...
```

Foto yang tersimpan pada local setelah berhasil mengakses kamera



8. Gambar 3, keberhasilan melakukan subscribe topic MQTT dan menerima data string untuk kasus yang valid.

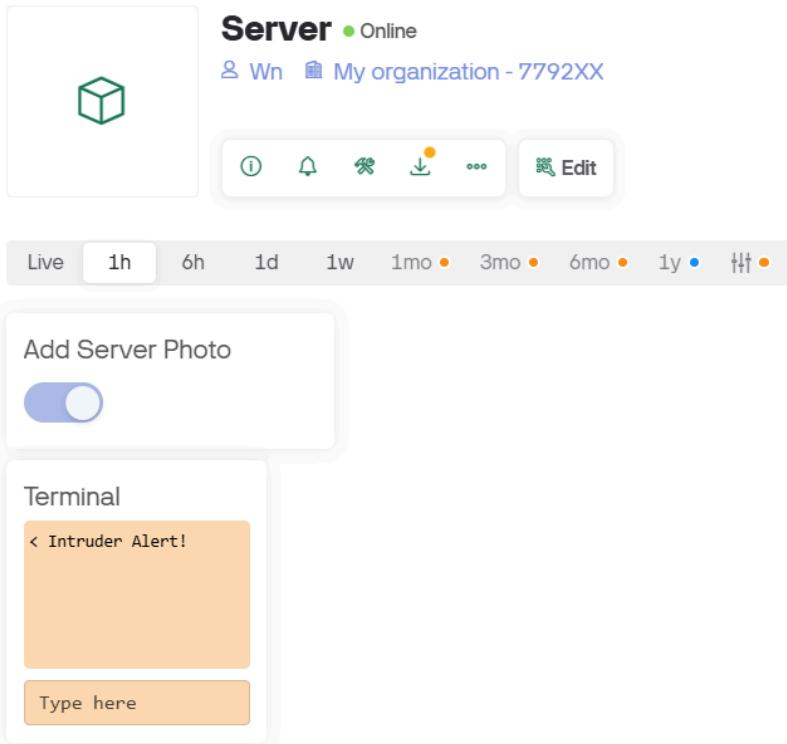
```
23:18:19.474 -> Attempting MQTT connection...connected
23:20:54.598 -> Message received on topic: camfootage/frames - Message: Access Granted
23:20:54.598 -> LED turned ON
```

9. Gambar 4, keberhasilan melakukan subscribe topic MQTT dan menerima data string untuk kasus yang invalid.

```
23:27:28.190 -> Attempting MQTT connection...connected
23:27:44.812 -> Message received on topic: camfootage/frames - Message: Intruder Alert
23:27:44.855 -> Intruder Alert. Sending warning to Blynk...
```

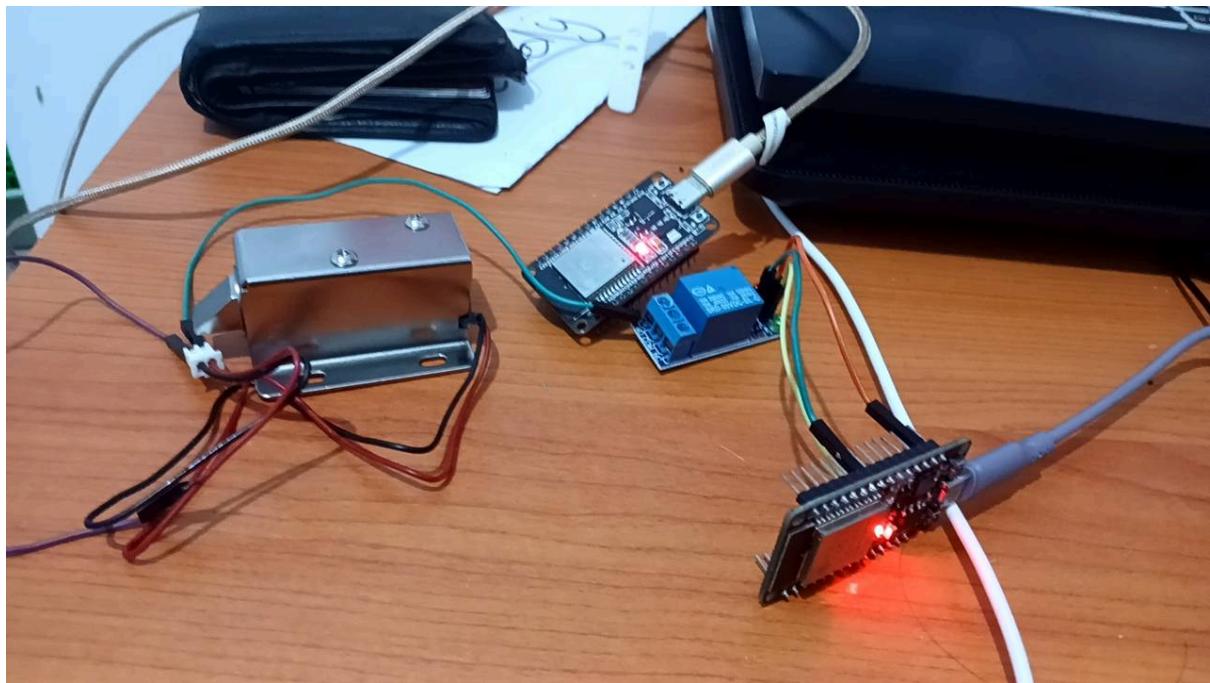
- Blynk Testing

Berdasarkan testing yang dilakukan pada client dan server, blynk telah dapat terkoneksi pada ESP32 dan dapat mengirimkan data melalui virtual pin. Selanjutnya test blynk dilakukan dalam hal penerimaan data, yaitu memunculkan warning pada terminal blynk dari ESP32 server. Dari hasil pengujian, terminal berhasil menampilkan pesan ‘Intruder Alert!’ ketika perbandingan yang dilakukan invalid.



- Hardware Testing

Pada hardware testing, dilakukan pengujian pada built in LED yang akan dinyalakan sebagai indikator ketika akses valid. Selain menyalakan LED, sistem juga mengakses relay untuk membuka solenoid lock.



### **3.3 EVALUATION**

Berdasarkan hasil testing, keseluruhan sistem sudah berjalan secara semestinya. Baik dari blynk, HTTP untuk webcam, MQTT, maupun ESP32 sudah dapat menjalankan fungsinya masing-masing, baik untuk kasus akses valid, maupun invalid. Dari hasil evaluasi, terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan pada sistem, yaitu sebagai berikut

- Menambahkan fitur keamanan tambahan seperti PIN atau akses berbasis token untuk meningkatkan keamanan sistem.
- Mengintegrasikan sistem dengan perangkat pintar lainnya seperti sensor gerak untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna seperti memulai autentikasi wajah otomatis jika terdeteksi adanya gerakan.
- Mengembangkan infrastruktur IoT sehingga dapat mendukung lebih dari satu kamera
- Mengembangkan aplikasi Blynk dengan fitur tambahan seperti log akses untuk memberikan informasi yang lebih lengkap kepada pengguna.
- Mengimplementasikan enkripsi data untuk melindungi informasi pengguna dan mencegah akses yang tidak sah.

Selebihnya, sistem sudah dapat berjalan sesuai kehendak dan dapat diaplikasikan pada dunia nyata.

## **CHAPTER 4**

### **CONCLUSION**

Kelompok 15 telah berhasil mengembangkan sistem Smart Lock berbasis Facial Recognition sebagai solusi untuk meningkatkan keamanan rumah. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32, yang terintegrasi dengan platform Blynk untuk memfasilitasi pengiriman HTTP request ke webcam yang terhubung melalui sebuah web server. Webcam bertugas untuk memproses gambar wajah dan memberikan response berupa validitas hasil pengenalan wajah. Hasil tersebut kemudian diteruskan ke MQTT server, yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat. Data yang diterima oleh ESP32 dari server ini digunakan untuk menentukan tindakan lebih lanjut, seperti membuka akses pintu secara otomatis atau memberikan warning melalui aplikasi Blynk jika wajah yang dikenali tidak valid.

Sistem ini dirancang untuk memastikan keamanan dan efisiensi dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dan pengenalan wajah yang andal. Dengan memanfaatkan ESP32, sistem ini memiliki kemampuan pemrosesan yang cukup untuk mendukung komunikasi data secara real-time. Selain itu, integrasi dengan MQTT server memungkinkan pengelolaan data yang cepat dan efisien, sementara Blynk memberikan interface kepada user yang mudah diakses dan intuitif. Sistem ini juga dapat diatur untuk memberikan notifikasi kepada pemilik rumah jika ada upaya akses yang mencurigakan, sehingga meningkatkan pengawasan dan respon terhadap potensi ancaman.

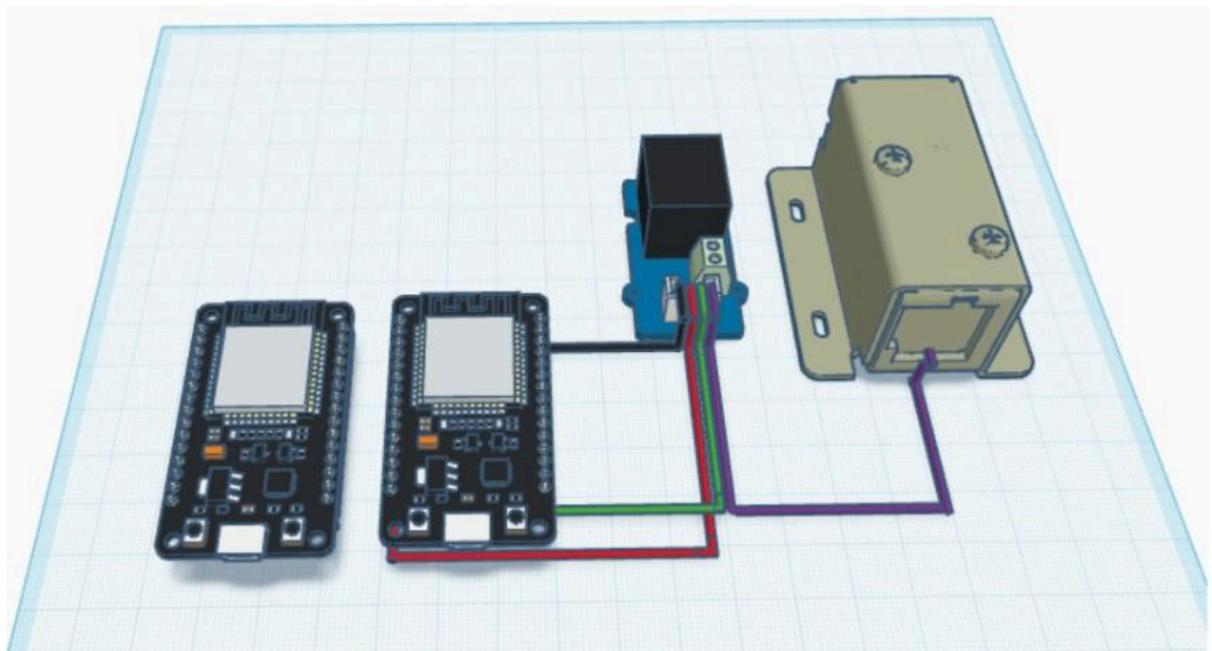
Penggunaan kombinasi teknologi ini menjadikan sistem Smart Lock tidak hanya inovatif, tetapi juga relevan untuk kebutuhan keamanan rumah modern, khususnya dalam menghadapi kebutuhan keamanan yang semakin meningkat. Sistem ini juga memiliki potensi untuk ditingkatkan lebih lanjut, misalnya dengan mengembangkan sistem sehingga mendukung beberapa perangkat kamera sekaligus, atau peningkatan interface maupun komponen software dan hardware yang digunakan.

## REFERENCES

- [1] ESP32IO.com, “ESP32 controls servo motor via WebSocket,” ESP32 Tutorial, 2024.  
<https://esp32io.com/tutorials/esp32-solenoid-lock> (accessed Dec. 10, 2024).
- [2] “ESP32-CAM Video Streaming and Face Recognition with Arduino IDE | Random Nerd Tutorials,” Random Nerd Tutorials, Dec. 10, 2019.  
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-video-streaming-face-recognition-arduino-ide/> (accessed Dec. 10, 2024).
- [3] “Arduino/ESP32-CAM\_Base64 at master · fustyles/Arduino,” GitHub, 2024.  
[https://github.com/fustyles/Arduino/tree/master/ESP32-CAM\\_Base64](https://github.com/fustyles/Arduino/tree/master/ESP32-CAM_Base64) (accessed Dec. 10, 2024).

## APPENDICES

### Appendix A: Project Schematic



### Appendix B: Documentation