



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

**PENERIMA PAKET**

**GROUP A6**

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| <b>ROY OSWHALDA</b>      | <b>2106731592</b> |
| <b>MICHAEL WINSTON</b>   | <b>2106731270</b> |
| <b>M VARREL BRAMASTA</b> | <b>2106733811</b> |
| <b>JEFFRI</b>            | <b>2106705070</b> |

## **PREFACE**

Laporan proyek ini kami sajikan sebagai hasil upaya dan dedikasi kelompok kami dalam mengembangkan sistem penerima paket otomatis. Proyek ini merupakan bagian proyek akhir dari mata kuliah Internet of Things di Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia. Dalam pengembangan ini, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada asisten lab yang telah memberikan bimbingan serta inspirasi selama proses pembuatan proyek ini.

Kami, Kelompok A6, terdiri dari Roy Oswalda, Michael Winston, M Varrel Bramasta, dan Jeffri, telah bersatu untuk menciptakan solusi inovatif guna mengatasi tantangan dalam pengiriman paket. Proyek ini muncul dari kebutuhan akan metode yang lebih efisien dan aman dalam menerima paket, terutama di tengah era kemajuan teknologi yang semakin pesat.

Laporan ini mencakup perincian lengkap tentang perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem penerima paket otomatis yang kami kembangkan. Semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi kepada pemahaman dan perkembangan di bidang teknologi, serta memberikan inspirasi bagi proyek-proyek mendatang.

Terima kasih juga kepada teman-teman sekelas yang telah memberikan dukungan moral dan ide-ide berharga selama proses ini. Semoga hasil kerja keras kami dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan teknologi di masa depan.

Depok, December 10, 2023

Group A6

## 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**

Dengan kemajuan teknologi belakangan ini, pengambilan paket menjadi hal yang seringkali dilakukan berulang-ulang karena kemudahannya untuk membeli barang online dan menerima paket secara manual dengan turun ke pagar depan atau menemui pengirim paket dan mengambil paket lalu mengunci pagar dan masuk ke dalam rumah kembali.

Ini menjadi tugas yang seringkali menyusahkan karena jika tidak ada orang di rumah atau pemilik rumah sedang mandi/sibuk, bisa saja paket tidak jadi diantar atau lebih parah lagi, dibiarkan saja di depan rumah dan bisa diambil oleh siapapun yang melihat paket tsb atau penerima paket akan ditanggung untuk membayar biaya admin dan transfer untuk mengirim kembali paket ke pengirim.

### **1.2 PROPOSED SOLUTION**

Untuk mengatasi tantangan-tantangan yang dihadapi dalam pengiriman barang, kami mengusulkan pengembangan sistem pemantauan pengiriman inovatif berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi. Solusi ini mencakup beberapa komponen utama, termasuk penggunaan ESP32 CAM sebagai kamera untuk mendeteksi keberadaan kurir di titik pengambilan dan pengantaran barang. Kami juga mengintegrasikan HX711 sebagai penimbang berat di dalam wooden box untuk memastikan informasi berat barang yang akurat, yang dapat diakses secara real-time melalui jaringan IoT.

Selain itu, solusi ini menyertakan penggunaan speaker untuk memberikan pemberitahuan suara yang dapat diprogram kepada penerima atau pengirim. Pemberitahuan suara ini dirancang untuk memberikan informasi tentang status pengiriman, instruksi khusus, atau konfirmasi keberhasilan pengiriman, meningkatkan interaksi dan pengalaman pelanggan.

Pusat kontrol dan IoT diwakili oleh ESP32-WROOM, berfungsi sebagai otak sistem yang mengkoordinasikan semua komponen dalam sistem. Keberadaannya memungkinkan pengelolaan dan monitoring dari jarak jauh melalui platform IoT, memberikan kemudahan

dalam pengambilan keputusan yang cepat, serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Dengan demikian, solusi ini diharapkan dapat memberikan solusi holistik untuk meningkatkan visibilitas, keakuratan informasi, dan efisiensi dalam proses pengiriman barang, menciptakan pengalaman yang lebih baik bagi pelanggan dan mengoptimalkan kinerja operasional secara keseluruhan.

### 1.3 ACCEPTANCE CRITERIA

Kriteria penerimaan proyek SafeDrop adalah :

1. Harus memberikan notifikasi secara real-time kepada penerima paket
2. Sistem harus memiliki user interface yang baik dan mudah untuk dimengerti oleh pengguna
3. Sistem dapat memberikan hasil rekaman kepada pengguna dengan baik
4. Sistem memiliki MP3/WAV dan output berupa speaker
5. Pintu otomatis harus merespons perintah dari user dengan cepat dan dapat membuka serta menutup dengan lancar.
6. Keseluruhan sistem terintegrasi dengan baik, dan setiap komponen berfungsi sebagaimana mestinya.
7. Manajemen jarak jauh melalui platform IoT dapat diakses dan memberikan kontrol yang efektif terhadap seluruh sistem.


### 1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

| Roles  | Responsibilities     | Person                     |
|--------|----------------------|----------------------------|
| Role 1 | Kode Utama           | Roy, Winston, Jeffri       |
| Role 2 | Laporan              | Bram, Jeffri, Winston      |
| Role 3 | Menyiapkan perangkat | Jeffri, Winston, Bram, Roy |
| Role 4 | Merangkai perangkat  | Bram, Winston, Roy         |

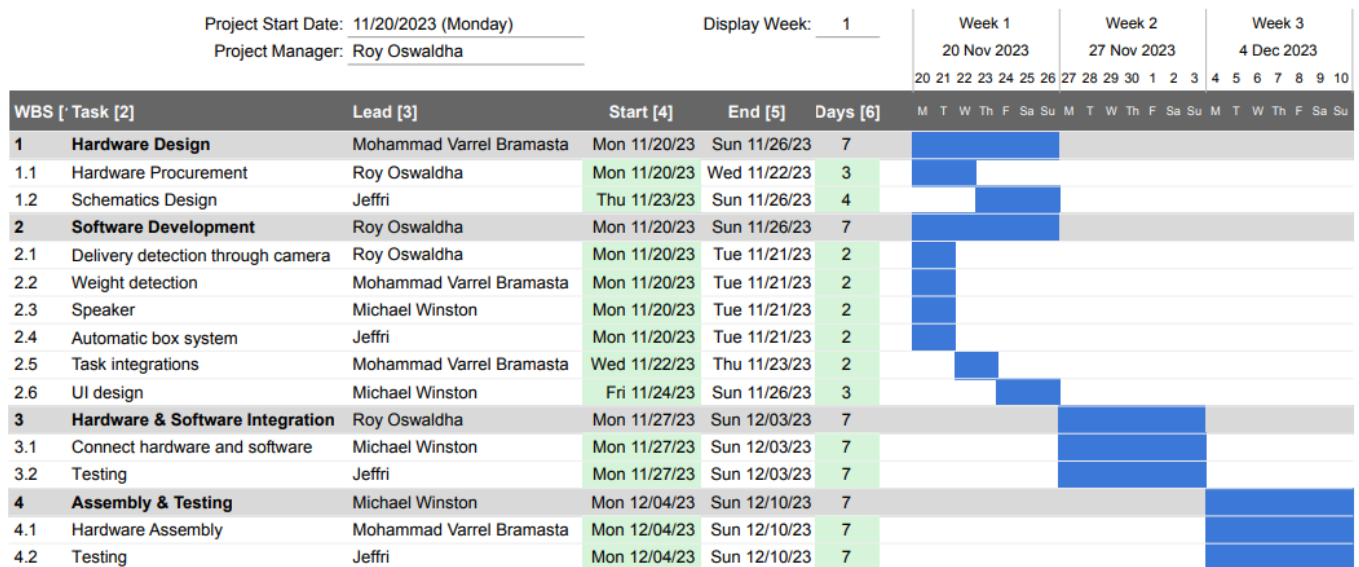
Table 1. Roles and Responsibilities

## 1.5 TIMELINE AND MILESTONES

Proyek SafeDrop ini dikembangkan dengan merinci setiap langkahnya melalui Gantt Chart. Gantt Chart kami berfungsi sebagai panduan visual yang memetakan perjalanan proyek dari tahap perencanaan hingga implementasi. Dengan menggunakan Gantt Chart, kami dapat dengan jelas melihat progres setiap tugas dan memastikan pengelolaan waktu yang efisien. Dalam perjalanannya, Gantt Chart ini menjadi panduan kritis kami, memungkinkan kami untuk mengidentifikasi kemajuan proyek, mengatasi hambatan, dan menyelaraskan upaya tim :  Gantt Chart IOT

### Safe Drop

Grup A6



## CHAPTER 2

### IMPLEMENTATION

#### 2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC

Hardware yang sudah kami rancang menggunakan sebuah ESP32 yang mengandung semua library dan logika yang diperlukan untuk menyambung ke WiFi, mengatur servo yang berfungsi untuk membuka dan menutup tutup, Sensor HX711 untuk mendapat nilai berat dari paket yang diterima, RSP-ZA928WJPZ untuk memunculkan suara yang akan diputar untuk memberitahu pengirim paket untuk menaruh paket di perangkat, dan ESP32-CAM untuk memunculkan video pada aplikasi yang memastikan pengguna bahwa pengirim paket benar menaruh paket pada alat.

Ada pula sebuah kotak yang akan digunakan untuk menampung Sensor Berat HX711 dan servo. Kotak ini juga akan digunakan untuk menjadi tempat menampung paket yang dikirim.

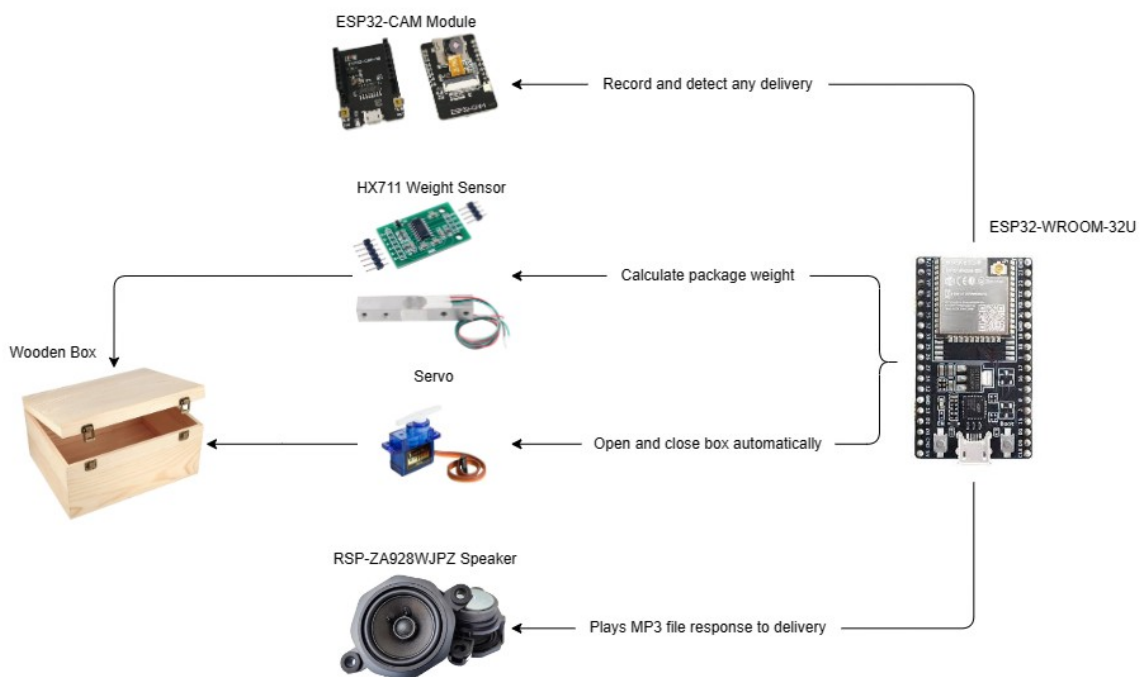


Fig. 1 Hardware Implementation

## 2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

Kode ditulis dalam bahasa C++ untuk menjalankan sebuah ESP32 microcontroller. Didalam program, digunakan beberapa library, termasuk HX711 - berguna untuk menginisialisasi sensor timbangan, ESP32Servo - berguna untuk mengendalikan servo motor, WiFi - berguna untuk menyambungkan perangkat ESP32 ke WiFi, WebServer - menghasilkan suatu server web, dan DFRobotDFPlayerMini - untuk mengatur modul MP3. Ada pula beberapa konstanta yang digunakan untuk mengkonfigurasi pin GPIO dan beberapa parameter lainnya.

Ada fungsi `TimerHandle_t autoCloseTimer` yang berfungsi untuk menutup *cover* dari kotak secara otomatis setelah sejumlah waktu sudah lewat. Koneksi wifi disambungkan dengan menggunakan kredensial sesuai yang distate didalam `const char * ssid` dan `const char * password` yang menyatakan nama dan kata sandi dari WiFi yang akan digunakan untuk menyambungkan mikrokontroler ke wifi.

Terdapat dua buah semaphore yaitu '`doorMutex`' dan '`coreOneMutex`' yang digunakan untuk mengendalikan akses dari task ke critical area kode seperti membaca/mengubah status dari tutup kotak, dan juga menjaga akses ke core yang berbeda pada ESP32.

Program juga mendefinisikan sebuah fungsi '`WebServer server(80)`' yang akan membentuk suatu server web pada port 80 secara lokal pada perangkat. Ada juga beberapa endpoint yang diatur didalam program untuk menangani beberapa request HTTP seperti membaca berat, membuka/menutup cover kotak, dan mendapatkan status dari tombol.

Fungsi setup pada program dipanggil saat program mulai berjalan. Ada beberapa inisialisasi yang dilakukan pada fungsi in, yakni; konfigurasi pin, inisialisasi koneksi dengan wifi, menyalakan sensor timbangan, pembentukan server web, menyalakan modul MP3, membentuk beberapa task FreeRTOS untuk mengatur server web, penginisialisasian tombol buzzer, dan memastikan koneksi sudah tersambung dengan benar.

Ada juga inisialisasi task dengan FreeRTOS yaitu:

- '`webServer(void * pvParameters)`'

Merupakan task untuk menjalankan web dan menangani klien yang terhubung dengan web



- `buzzerButton(void * pvParameters)`

Tugas yang berguna untuk menhandle tombol buzzer dan mengaktifkan buzzer sesuai dengan kondisi tombol.

- `checkConnections(void * pvParameters)`

Berfungsi untuk memastikan bahwa WiFi dan perangkat audio masih tersambung secara periodik

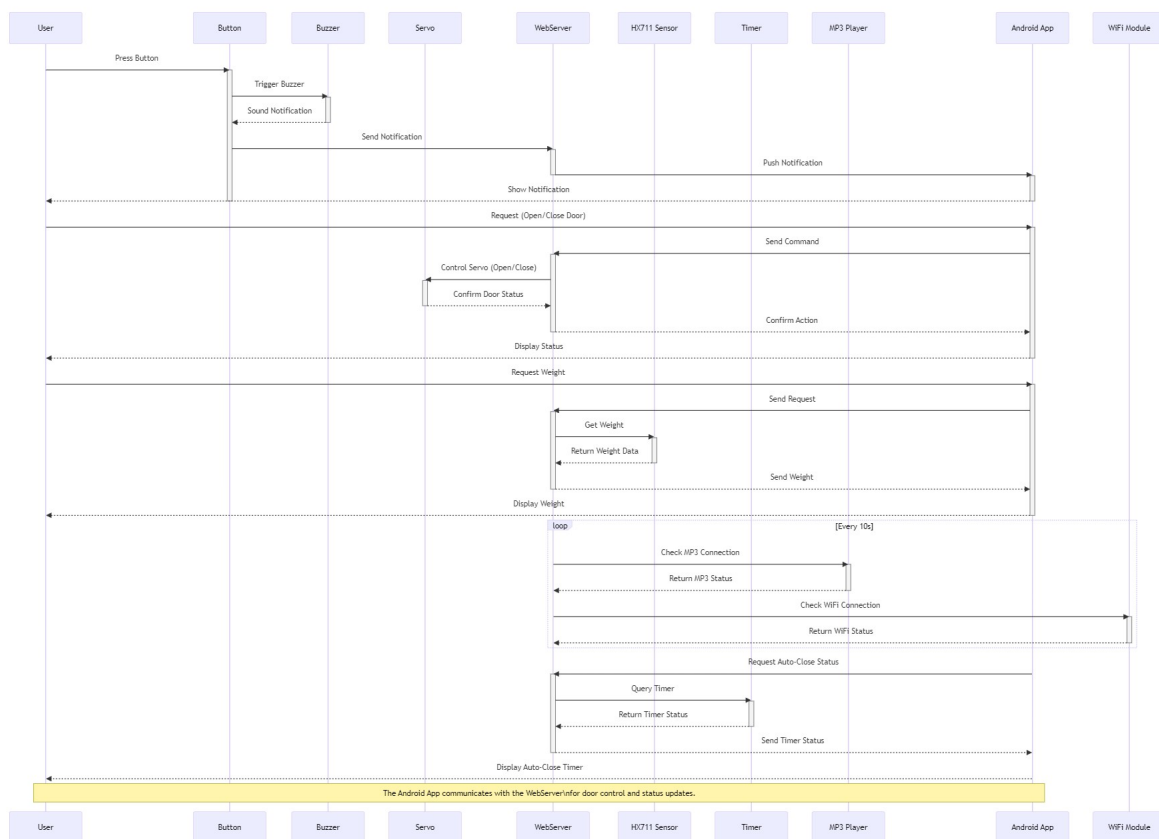


Fig. 2 Sequence Diagram

Berikut adalah penjelasan alur kerjanya:

1. Pengguna Menekan Tombol (Button):
  - Ini memicu buzzer untuk mengeluarkan suara notifikasi.
  - Sebuah notifikasi dikirimkan ke server web.
2. Server Web:
  - Menampilkan notifikasi.
  - Permintaan untuk membuka/menutup pintu dapat dikirim dari server web ini.
3. Servo (Mekanisme Pintu):
  - Menerima perintah dari server web untuk membuka atau menutup pintu.
  - Mengirim konfirmasi status pintu kembali ke server web.
  - Server web menampilkan status tersebut.
4. Sensor Berat (HX711):
  - Server web meminta berat dari sensor.
  - Sensor mengirimkan data berat kembali ke server web.
  - Server web menampilkan berat tersebut.
5. Timer:
  - Server web meminta status timer.
  - Timer mengirimkan status kembali ke server web.
6. MP3 Player:
  - Secara berkala, sistem memeriksa koneksi MP3 Player dan status WiFi.
  - MP3 Player mengirimkan statusnya ke server web.
  - Server web meminta status auto-close dari timer.
  - Timer mengirimkan status auto-close ke server web.
  - Server web menampilkan status auto-close timer.
7. Aplikasi Android:
  - Berkomunikasi dengan server web untuk kontrol pintu dan status pembaruan.
8. Modul WiFi:
  - Memeriksa koneksi WiFi dan mengembalikan status ke server web.

## **2.3    HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION**

Sistem penerima paket otomatis diimplementasikan dengan menggunakan sebuah ESP32 yang memanfaatkan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak untuk bisa menjalankan tujuan yang ingin dicapai dari proyek akhir ini.

ESP32 terhubung dengan perangkat keras melalui beberapa pin GPIO (General Purpose Input/Output). Berikut adalah pin-pin yang digunakan di dalam proyek ini:

- Pin 32 & 33: Untuk menghubungkan modul HX711 yang berguna sebagai sensor timbangan
- Pin 13: Menginisialisasi hubungan ke servo motor dan mengatur gerakannya
- Pin 12, 14, & 27: Mengendalikan RGB LED dan mengembalikan status sistem
- Pin 15: Untuk menyalakan buzzer
- Pin 22: Terhubung dengan buzzer yang memberi respons suara kepada pengguna.

Berikut adalah pengimplementasian hardware yang terhubung dengan ESP32 yang digunakan untuk menjalankan program ini:

- HX711

Modul HX711 merupakan sensor timbangan yang terhubung dengan ESP32 lewat dua pin utama yaitu DT (Data) yang terhubung dengan pin 32 pada ESP32 dan SCK (Clock) yang terhubung ke pin 33 pada ESP32

- Servo Motor

Servo pada proyek ini berguna untuk mengatur buka/tutupnya cover pada box yang terhubung dengan ESP32 lewat pin 13

- RGB LED

Program menggunakan dua buah LED yaitu Biru dan Merah yang berguna untuk menunjukkan status dari sambungan WiFi dari ESP32. Merah (Pin 12) menunjukkan ESP32 sedang menyambung ke WiFi dan Biru (Pin 27) menunjukkan ESP32 sudah tersambung ke WiFi.

- Tombol Buzzer

Tombol Buzzer berguna untuk menyatakan apabila ada pengirim paket yang akan mengirim paket. Buzzer terhubung dengan Pin 22 pada ESP32

- MP3 DFPlayer Mini

Modul ini terhubung dengan Serial TX dan RX pada ESP32

Di dalam program itu sendiri, terdapat berbagai library yang dihubungkan dengan hardware yang akan diatur saat fase inisialisasi program. Berikut ada beberapa library dan pengaturan pin yang digunakan untuk bisa menjalankan hardware yang sudah disebut tadi:

- `#define LOADCELL_DOUT_PIN 32`
- `#define LOADCELL_SCK_PIN 33`
- `#define SERVO_PIN 13`
- `#define RED_PIN 12`
- `#define BLUE_PIN 27`
- `#define BUTTON_PIN 15`
- `#define BUZZER_PIN 22`

Ada juga web server yang dijalankan secara lokal lewat request pada jaringan. Berikut adalah setup untuk menjalankan endpoint-endpoint pada program:

- `server.on("/", handleRoot);`
- `server.on("/open", handleOpenDoor);`
- `server.on("/close", handleCloseDoor);`
- `server.on("/button-status", HTTP_GET, handleButtonStatus);`
- `server.on("/weight", HTTP_GET, handleWeight);`

## CHAPTER 3

### TESTING AND EVALUATION

#### 3.1 TESTING

Pada proyek ini, akan dilakukan testing pada seluruh sensor dan fungsionalitas yang dimiliki, diantaranya sensor berat (HX711), servo, bunyi buzzer beserta tombol untuk menyalakan buzzer-nya, dan proses koneksi menuju sambungan Wi-Fi, sambungan speaker menggunakan DFPlayer, dan juga sambungan sebagai Web Server. Keberhasilan fungsionalitas diukur dari beberapa parameter, diantaranya akurasi berat yang terukur oleh sensor HX711, pergerakan servo, penekanan tombol dan pembunyian buzzer yang terindikasi melalui output serial monitor, serta keberhasilan sambungan Wi-Fi, DFPlayer, dan Web Server terindikasi oleh output serial monitor.

#### 3.2 RESULT

##### 3.2.1 Testing sensor HX711

Pada serial monitor ditampilkan output berupa berat badan yang terdeteksi oleh sensor, menandakan bahwa fungsionalitas sensor berat bekerja dengan baik.

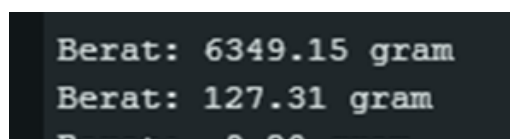


Fig. 3 Weight Sensor Testing

##### 3.2.2 Testing servo

Pada testing yang dilakukan, pintu pada kotak terbuka dengan servo ketika tombol “buka pintu” pada aplikasi ditekan. Servo juga dapat ditutup kembali dengan menekan tombol “tutup pintu” pada aplikasi. Pada saat servo membuka pintu, speaker juga memutar pesan audio pada pengantar paket untuk meletakkan paket pada kotak yang sudah dibuka.



Fig. 4 Servo Opening Box



Fig. 5 Servo Closing Box

### 3.2.3 Testing buzzer

Untuk testing buzzer yang bekerja seperti bel pemberitahuan bagi pengguna mengenai kedatangan pengantar paket, dinilai dari output serial monitor yang menunjukkan penekanan tombol yang menyalakan buzzer.

```
Core 1: Checking connections
Button Pressed! Buzzer On!
```

Fig. 6 Buzzer Testing

### 3.2.4 Testing sambungan Wi-Fi

Sambungan Wi-Fi diindikasikan oleh suatu output serial monitor, yang juga menampilkan IP address lokal yang digunakan oleh perangkat.

```
...
Connected to WiFi network with IP Address: 192.168.1.115
```

Fig. 7 Wi-Fi Connection Testing

### 3.2.5 Testing sambungan speaker

Speaker dari sistem IoT dihubungkan dengan komponen lainnya serta server melalui DFPlayer, dengan indikasi melalui output serial monitor.

```
Initializing DFPlayer ... (May take 3~5 seconds)
DFPlayer Mini online.
```

Fig. 8 DFPlayer Connection Testing

### 3.2.6 Testing sambungan web server

Sistem IoT juga harus disambungkan pada web server sebagai jembatan antara aplikasi dengan sistem, dengan indikasi melalui output serial monitor.

```
Connected to WIFI network
HTTP server started
```

Fig. 9 Web Server Start Testing

### 3.2.7 Testing aplikasi

Seluruh software dan hardware dari sistem diintegrasikan dalam satu aplikasi android yang tersambung pada jaringan Wi-Fi dan web server, lengkap dengan UI-nya.

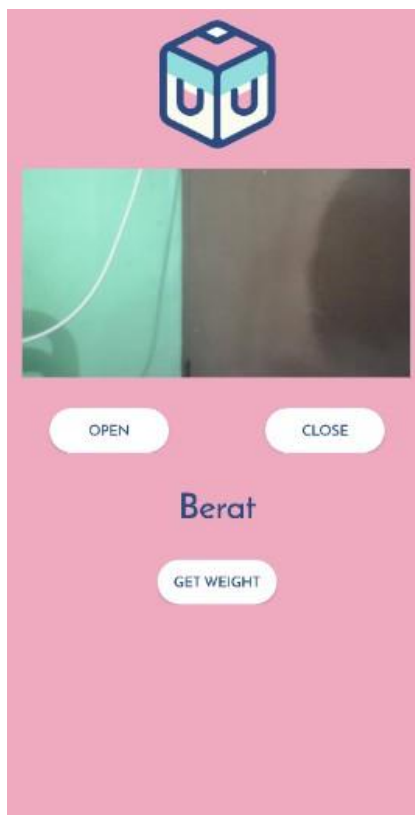


Fig. 10 Application UI Display Demo

### 3.3 EVALUATION

Berdasarkan testing yang dilakukan, dapat diamati bahwa:

- i) Penerima paket dapat menerima notifikasi secara real-time melalui suatu buzzer dan notifikasi yang ada ketika tombol buzzer ditekan oleh pengantar paket.
- ii) Pengantar paket dapat menerima suatu perintah untuk meletakkan paket dalam kotak melalui pemutaran audio dengan speaker.
- iii) Pintu kotak dapat dibuka dan ditutup secara remote melalui aplikasi, serta kotak dapat ditutup secara otomatis setelah berlalu beberapa waktu.
- iv) Sensor berat HX711 di bawah kotak dapat mengukur berat paket yang diterima, untuk memverifikasi barang benar-benar diletakkan dalam paket atau tidak.
- v) Seluruh fungsionalitas tersambung dengan suatu aplikasi yang intuitif melalui Wi-Fi serta menggunakan web server, sehingga dapat diakses secara remote oleh pengguna/penerima paket.
- vi) Speaker dapat tersambung secara remote untuk memutar pesan audio.

Maka, dengan begitu seluruh kriteria penerimaan proyek terpenuhi, dan tujuan awal dari proyek – yaitu merancang sistem yang dapat memberitahu datangnya paket, serta secara remote memutar pesan audio untuk memberitahu pengantar paket untuk meletakkan paket dalam suatu kotak – sudah terpenuhi.



## **CHAPTER 4**

### **CONCLUSION**

Secara keseluruhan, proyek SafeDrop merupakan tonggak penting dalam evolusi sistem pengiriman barang dengan penerapan konsep Internet of Things (IoT). Melalui pemanfaatan sensor, aktuator, dan teknologi terkini, proyek ini bukan hanya meningkatkan efisiensi pengiriman, tetapi juga memastikan tingkat keamanan yang tinggi. Migrasi ke platform cloud seperti AWS atau Google Cloud memberikan dimensi baru dalam skalabilitas dan aksesibilitas proyek, memungkinkan penggunaan dari luar jaringan lokal dan meneguhkan posisinya sebagai solusi yang dapat diandalkan secara global.

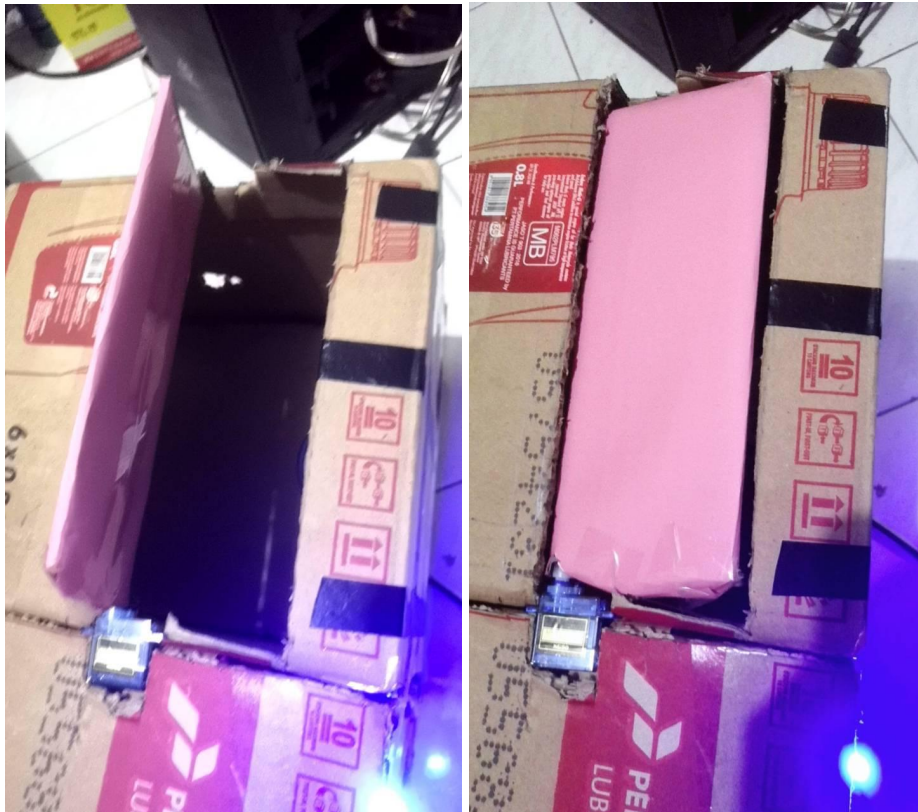
Perbaikan pada algoritma streaming kamera menciptakan pengalaman transmisi video yang lebih mulus, menjadikan monitoring real-time lebih efektif. Selain itu, optimalisasi menyeluruh pada sistem telah mengurangi delay secara signifikan, menciptakan respons yang cepat dan efisien dari setiap komponen. Dengan demikian, proyek SafeDrop tidak hanya memenuhi kebutuhan logistik saat ini, tetapi juga membuka peluang baru untuk masa depan industri pengiriman barang. Keseluruhan pencapaian ini menunjukkan dedikasi proyek dalam menghadirkan solusi yang inovatif, efisien, dan aman untuk mendukung transformasi positif dalam dunia logistik.

## REFERENCES

- [1] “Arduino with Load Cell and HX711 Amplifier (Digital Scale) | Random Nerd Tutorials,” *Random Nerd Tutorials*, Apr. 27, 2022. <https://randomnerdtutorials.com/arduino-load-cell-hx711/> (accessed Dec. 10, 2023).
- [2] Lastminuteengineers.com, 2019. [https://lastminuteengineers.com/getting-started-with-esp32-cam/#google\\_vignette](https://lastminuteengineers.com/getting-started-with-esp32-cam/#google_vignette) (accessed Dec. 10, 2023).
- [3] Esp32io.com, 2018. <https://esp32io.com/tutorials/esp32-mp3-player> (accessed Dec. 10, 2023).
- [4] Esp32io.com, 2018. <https://esp32io.com/tutorials/esp32-servo-motor> (accessed Dec. 10, 2023).

## APPENDICES

### Appendix A: Project Schematic



### Appendix B: Documentation

