



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

WASTE MANAGEMENT SYSTEM

GROUP 16

CHRISTOPHER SUTANDAR	2206810414
FABIO RABBANI P.	2296829490
KANIA AIDILLA FIRKA	2206062983
RADITYA AKHILA G.	2206026151

PREFACE

Dengan segala hormat, kami kelompok 16 membuat laporan proyek akhir praktikum Sistem Waktu Nyata dan IoT dengan judul kami “Waste Management System”. Dedikasi kami dalam menghasilkan laporan ini bertujuan untuk memberikan kontribusi positif di bidang IoT dan kebersihan lingkungan.

Kami berharap proyek ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Dengan pendekatan yang inovatif, sistem ini tidak hanya menawarkan efisiensi dalam pengelolaan sampah tetapi juga mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk keberlanjutan jangka panjang. Semoga upaya ini dapat menjadi langkah kecil menuju solusi besar dalam menjaga kelestarian bumi kita.

Kami sangat berterima kasih Bapak F. Astha Ekadiyanto, S.T., M.Sc., yang telah memberikan bimbingan dalam mata kuliah Sistem Waktu Nyata dan IoT. Kami juga sangat berterima kasih kepada para asisten digilab yang telah membimbing kami dari awal sampai akhir praktikum. Kami juga sangat berterima kasih kepada bang Aldrian Raffi sebagai mentor untuk proyek ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi perkembangan teknologi di masa yang akan datang.

Depok, December 09, 2024

Group 16

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

Indonesia, khususnya di daerah perkotaan, menghadapi permasalahan kompleks dalam pengelolaan sampah. Tingginya volume sampah, kurangnya fasilitas pengolahan sampah, dan rendahnya kesadaran masyarakat menjadi tantangan utama. Selain itu, kualitas udara yang buruk akibat polusi kendaraan dan industri juga menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat. Kurangnya data yang akurat dan real-time mengenai kondisi lingkungan dan pengelolaan sampah membuat sulit untuk mengambil tindakan yang tepat.

Pengelolaan sampah yang tidak efektif juga menjadi salah satu penyebab utama pencemaran lingkungan. Timbunan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) seringkali menimbulkan masalah seperti bau busuk, pencemaran air tanah, dan gas metana yang berbahaya. Selain itu, kurangnya fasilitas pengolahan sampah yang memadai dan rendahnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah menyebabkan permasalahan ini semakin sulit diatasi. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat memantau kualitas sampah dan kondisi tempat sampah secara real-time, serta mengintegrasikan data tersebut dengan sistem pengelolaan sampah yang ada. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

1.2 PROPOSED SOLUTION

Solusi dari permasalahan-permasalahan tersebut adalah proyek kami yaitu “Waste Management System”. Sistem akan menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur tingkat kepenuhan tempat sampah secara real-time. Data ini memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien dengan mengidentifikasi kapan tempat sampah perlu dikosongkan. Selain itu, load cell akan digunakan untuk menghitung berat sampah yang terkumpul, memberikan informasi tambahan untuk analisis volume dan jenis sampah.

Modul GPS akan digunakan untuk melacak lokasi tempat sampah, sehingga mempermudah pemantauan distribusi tempat sampah di wilayah tertentu. GPS ini juga dapat dikontrol melalui aplikasi Blynk untuk mengelola posisi perangkat jika diperlukan.

Sistem juga dilengkapi mekanisme otomatis yang memungkinkan tempat sampah menutup secara otomatis ketika penuh. Fungsi ini dapat diaktifkan secara otomatis atau dipaksa secara manual melalui aplikasi Blynk, sehingga memastikan tempat sampah tetap tertutup dan mengurangi risiko penyebaran bau atau akses oleh hewan. Data yang dikumpulkan, termasuk tingkat kepenuhan, berat, dan lokasi GPS, akan disimpan di database Firebase. Penyimpanan ini memungkinkan analisis data secara historis dan memberikan wawasan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di masa depan.

1.3 ACCEPTANCE CRITERIA

The acceptance criteria of this project are as follows:

1. Sistem harus mampu mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah menggunakan sensor ultrasonik.
2. Sistem harus mampu mengukur berat sampah dengan akurasi tinggi melalui load cell.
3. Modul GPS harus dapat melacak lokasi tempat sampah secara real-time dan lokasi GPS harus dapat dikontrol melalui .
4. Sistem harus secara otomatis menutup tempat sampah ketika sudah penuh.
5. Penutupan tempat sampah harus dapat diaktifkan secara manual melalui Blynk.
6. Data mengenai tingkat kepenuhan, berat, dan lokasi tempat sampah harus disimpan dengan aman di database Firebase.

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

Roles	Responsibilities	Person
Code dan Rangkaian	Bertanggung jawab atas keberhasilan rangkaian dan kode.	Christopher Sutandar
Dokumentasi	Bertanggung jawab atas dokumentasi.	Fabio Rabbani Prasetyo

Code dan Dokumentasi	Bertanggung jawab atas dokumentasi dan keberhasilan kode	Kania Aidilla Firka
Code	Bertanggung jawab atas keberhasilan kode	Raditya Akhila Ganapati

Table 1. Roles and Responsibilities

1.5 TIMELINE AND MILESTONES

Month	November												December									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Progress																						
Hardware Design Development	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Software Development									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Integration and Testing of Hardware and Software														■	■	■	■	■	■	■		
Final Product Assembly and Testing																				■	■	

Table 2. Gantt Chart

Insert Gantt Chart here. The Gantt Chart should consist of date interval for:

- a) Hardware Design completion: 21 November - 5 Desember

Pada tahap ini kami berhasil mengimplementasikan ide menjadi hardware dengan mempersiapkan alat, membuat design rangkaian, dan membuat rangkaian.

- b) Software & Database Development: 29 November - 7 Desember

Pada tahap ini kami berhasil menyelesaikan kode yang telah diintegrasikan ke hardware. Kami juga sudah mengintegrasikan database menggunakan firebase.

c) Integration and Testing of Hardware and Software: 4-8 Desember

Pada tahap ini kami berhasil menyelesaikan kode yang telah diintegrasikan ke hardware. Disini kami juga melakukan testing prototype untuk menguji coba apakah semua integrasi berhasil.

d) Final Product Assembly and Testing: 9-10 Desember

Pada tahap ini kami melakukan validasi input pada alat dan mencoba mengimplementasikan langsung .

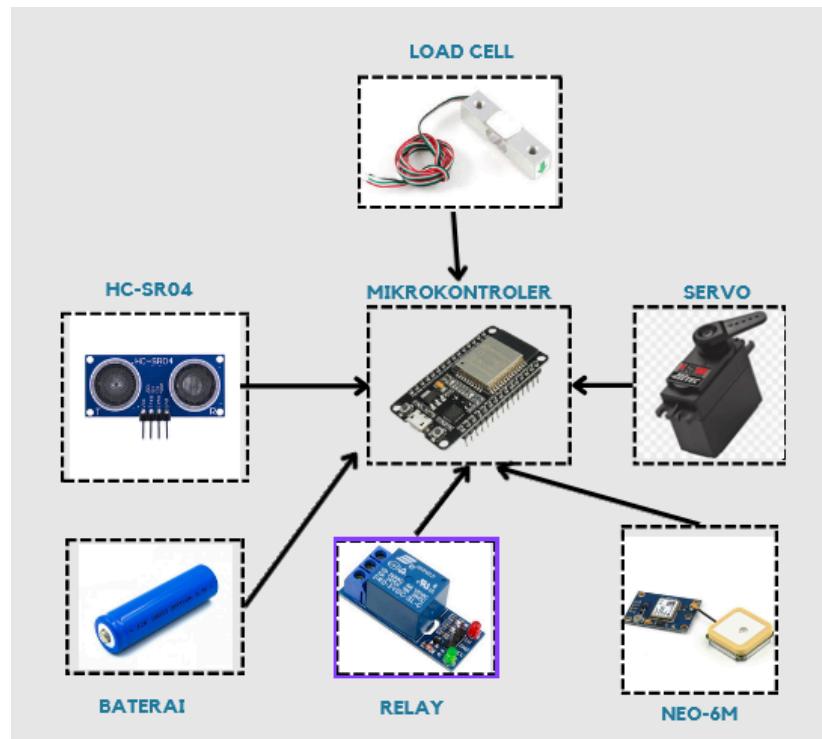
CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC

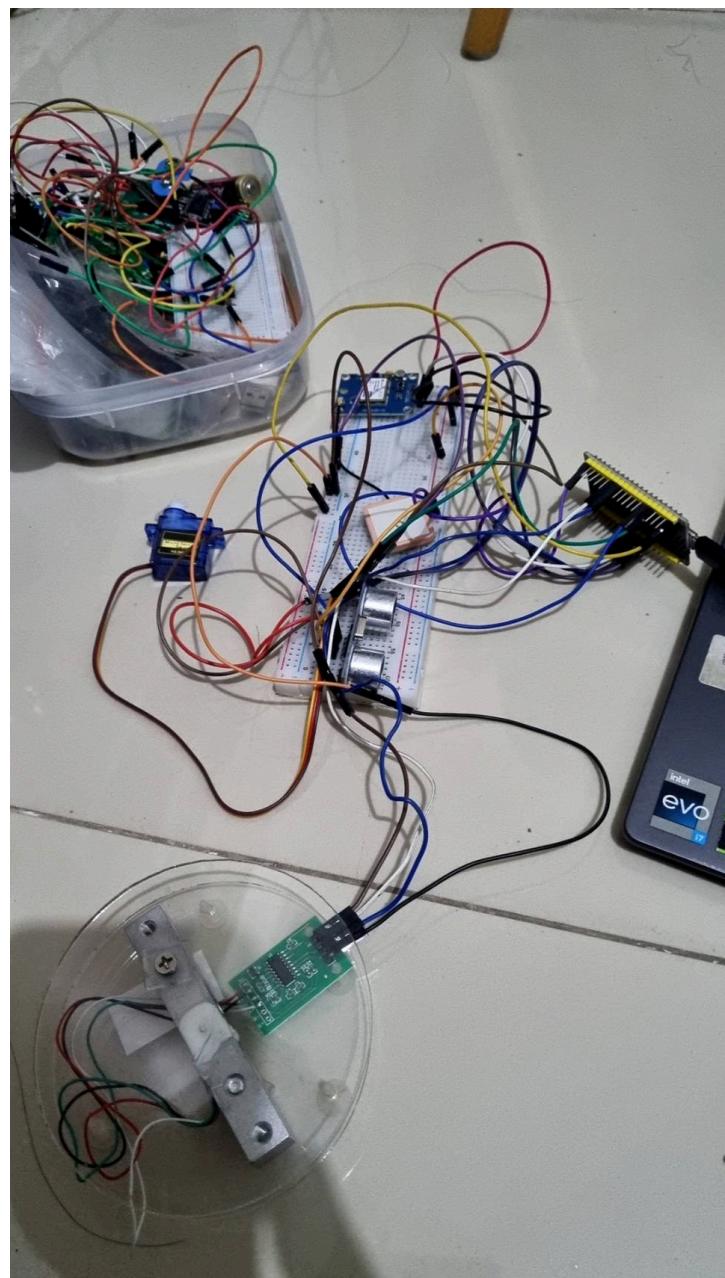
Dalam proyek “Waste Management System”, kami menggunakan beberapa perangkat yaitu ESP32 yang akan menjadi otak dari sistemnya, baterai 3,7 V dan relay untuk manajemen power supply, sensor HC-SR04 yang nanti akan berfungsi sebagai sensor jarak jika tempat sampah sudah penuh atau belum, load cell untuk mengukur berat sampah, servo untuk buka tutup tempat sampah secara otomatis, dan NEO-6M sebagai gps tracker.

Pertama kami akan merancang skematik bagaimana alat-alat yang digunakan untuk saling bekerja. Tujuan dibuatnya skematik ini adalah untuk memberi gambaran bentuk rangkaian dan mencegah kerusakan pada rangkaian asli.



Gambar 1. Infrastruktur hardware

Setelah skema telah dibuat, selanjutnya kita akan merangkai pada breadboard sesuai dengan rancangan pada skema yang telah dibuat.

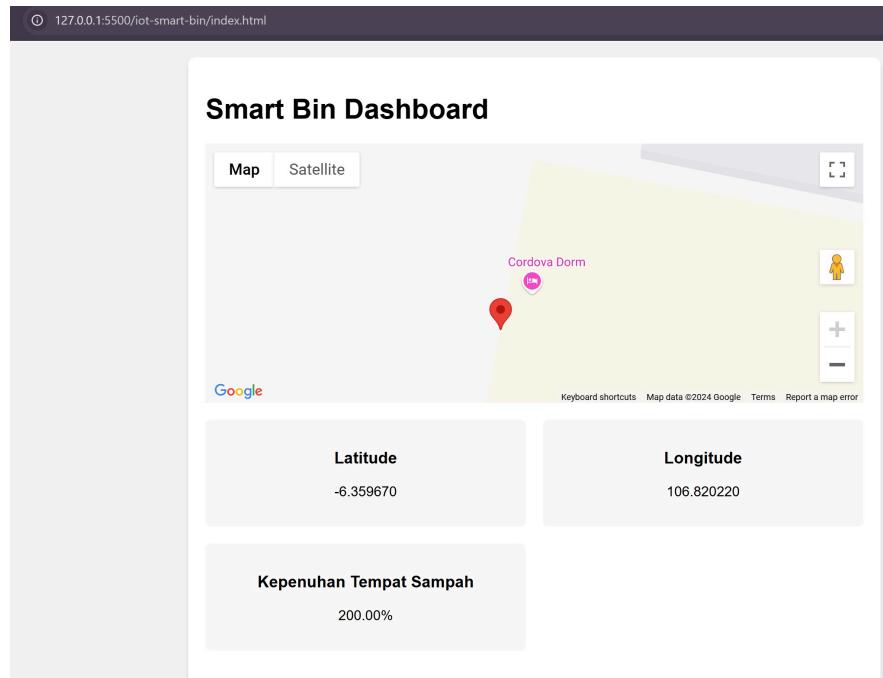


Gambar 2. Rangkaian asli

2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

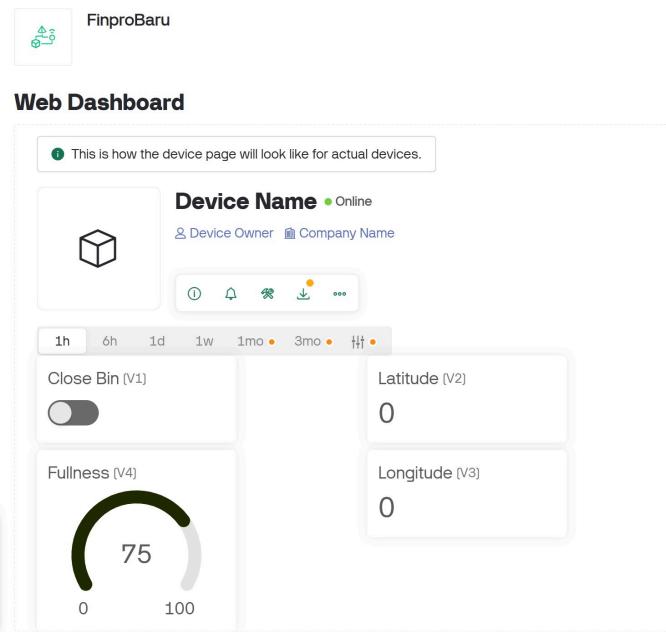
Implementasi software pada proyek IoT tong sampah pintar dilakukan dengan mengintegrasikan hardware dan software melalui platform IoT, Firebase, dan Blynk. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk mengumpulkan data dari berbagai sensor, seperti sensor ultrasonik untuk mendeteksi kepenuhan, load cell untuk mengukur berat sampah, dan modul GPS untuk melacak lokasi.

Data dari sensor dikirimkan ke Firebase Realtime Database menggunakan koneksi WiFi yang dikonfigurasi pada ESP32. Firebase berfungsi sebagai media penyimpanan dan pertukaran data, sehingga data dapat diakses oleh interface web yang dirancang menggunakan HTML dan CSS. interface ini memungkinkan pengguna untuk memonitor status tong sampah, termasuk tingkat kepenuhan, berat, dan lokasi GPS secara real-time.



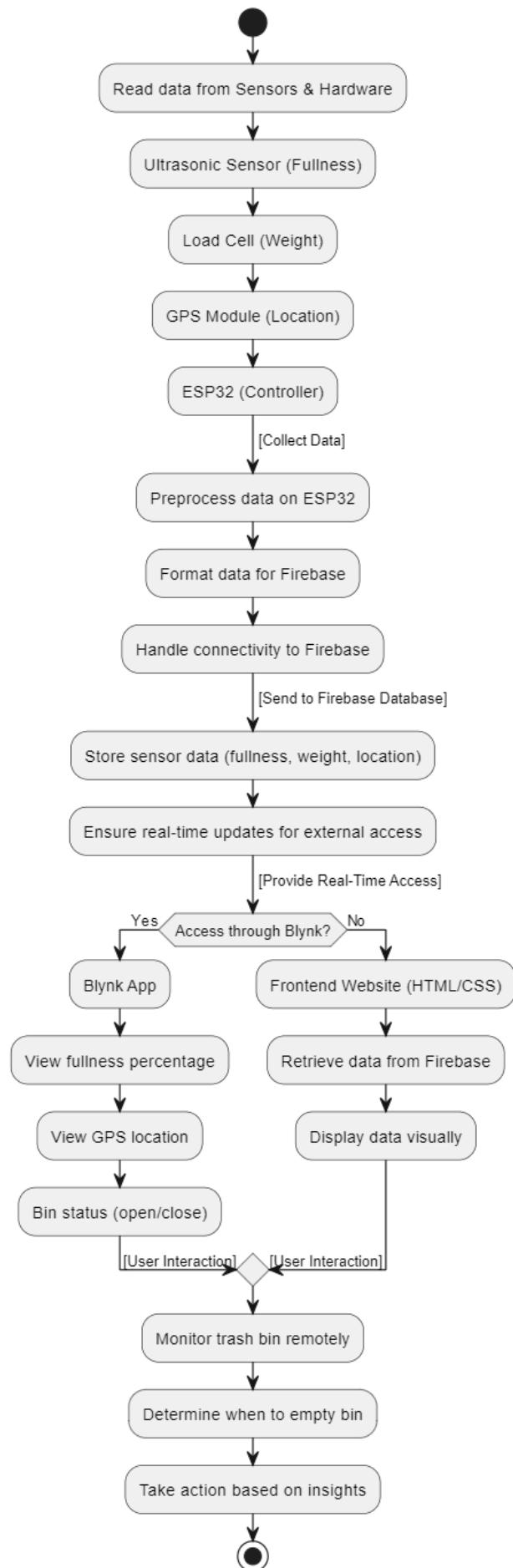
Gambar 3. UI GPS

Selain itu, aplikasi Blynk digunakan untuk memberikan akses jarak jauh bagi pengguna melalui smartphone. Fitur otomatisasi seperti penutupan tutup tong sampah secara otomatis ketika penuh diimplementasikan menggunakan servo motor yang dikontrol melalui ESP32.



Gambar 4. UI pada Blynk

Pengembangan software dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ pada Arduino IDE untuk konfigurasi hardware dan Firebase, serta bahasa web standar untuk pembuatan interface pengguna. Data dari Firebase diolah dan ditampilkan pada web sederhana untuk mempermudah monitoring dan pengelolaan tong sampah.



Gambar 4. Flowchart

Flowchart proyek IoT tong sampah pintar menggambarkan alur kerja mulai dari pengambilan data oleh sensor ultrasonik, load cell, dan GPS, yang diproses oleh ESP32 untuk menentukan tingkat kepenuhan, berat, dan lokasi tong sampah. Data ini dikirim ke Firebase Realtime Database melalui WiFi untuk disimpan dan ditampilkan di aplikasi Blynk serta interface web sederhana. Sistem juga dilengkapi mekanisme penutupan otomatis menggunakan servo motor jika tong penuh. Alur ini memastikan data tong sampah dapat dimonitor secara real-time oleh pengguna untuk pengelolaan yang efisien.

2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION

Tahap integrasi hardware dan software dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem dapat bekerja secara sinergis. hardware yang digunakan mencakup mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik untuk mengukur tingkat kepenuhan tong sampah, load cell untuk mendeteksi berat sampah, modul GPS untuk pelacakan lokasi, dan servo motor sebagai mekanisme otomatis untuk membuka dan menutup tutup tong sampah. Selain itu, hardware ini didukung oleh sumber daya dari baterai portabel serta relay untuk mengontrol daya servo motor. Setiap komponen dihubungkan sesuai dengan skema rangkaian yang dirancang agar ESP32 dapat mengelola pengumpulan data dari sensor dan mengirimkan perintah ke aktuator.

Software dirancang untuk memproses data secara efisien menggunakan FreeRTOS, yang memungkinkan multitasking antara pembacaan sensor, pengiriman data ke cloud, dan pengontrolan hardware lainnya. Data sensor dan koordinat GPS dikirimkan secara real-time ke Firebase Realtime Database melalui koneksi Wi-Fi, sementara aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk memonitor data seperti lokasi GPS, tingkat kepenuhan tong sampah, dan berat sampah. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengakses data secara langsung melalui perangkat seluler, serta memberikan kontrol manual untuk membuka atau menutup tutup tong sampah jika diperlukan.

CHAPTER 3

TESTING AND EVALUATION

3.1 TESTING

Setelah berhasilnya integrasi antara hardware dan software, langkah selanjutnya akan melibatkan proses pengujian secara menyeluruh. Pengujian ini dirancang untuk mengevaluasi sejauh mana fungsionalitas dan kinerja sistem telah terimplementasi dengan baik. Akan dilakukan serangkaian tes, termasuk uji stabilitas koneksi, akurasi pemantauan lokasi, uji pengukuran berat dan jarak, dan fungsionalitas buka tutup tempat sampah.

Unit Testing

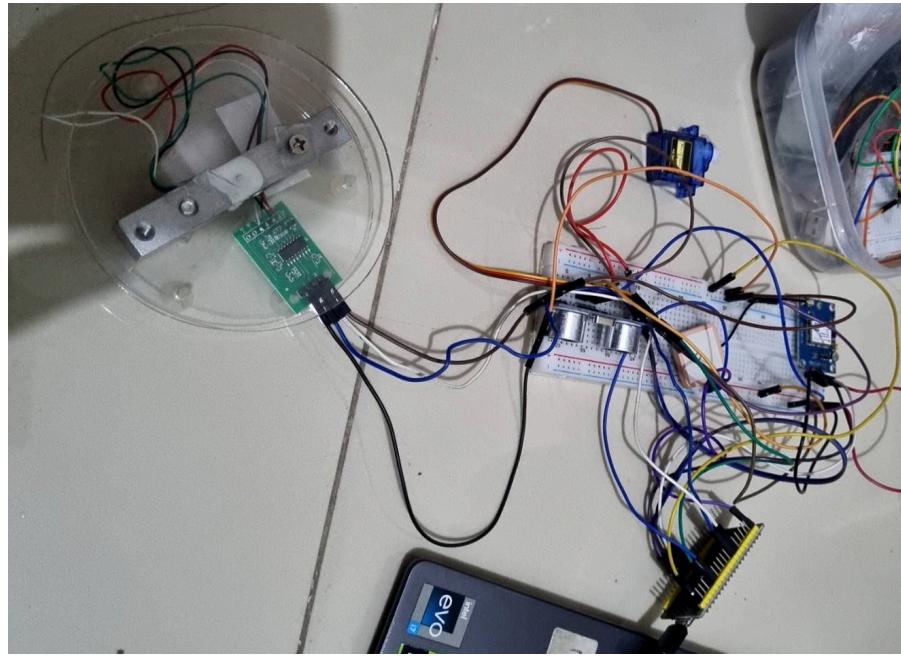
Unit testing dilakukan pada tiap-tiap komponen dari Waste Management System untuk memverifikasi fungsi mereka dengan benar. Setiap modul seperti sensor ultrasonik HC-SR04, sensor load cell, modul GPS Neo-6M, dan servo diuji secara terpisah menggunakan case study yang sesuai. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa tiap komponen bisa berjalan dengan benar dan dapat menghasilkan pembacaan yang akurat.

Integration Testing

Test ini bertujuan untuk menilai integrasi yang sukses dari semua komponen dan modul dari Waste Management System. Tujuan dari integration testing adalah untuk memastikan bahwa aliran data dan komunikasi antara berbagai modul berfungsi seperti yang diharapkan. Di sini kami menguji sistem dengan menguji akurasi lokasi dari modul GPS Neo-6M. Kemudian kami juga menguji integrasi antara sensor ultrasonik HC-SR04 dan servo dimana jika tempat sampah sudah penuh maka tempat sampah akan ditutup secara paksa. Kemudian kami mencoba melakukan pengujian penghitungan berat menggunakan sensor load cell.

3.2 RESULT

Semua komponen dan modul berhasil melewati fase testing dengan sukses. Sensor sensor ultrasonik HC-SR04 dan servo bisa terintegrasi karena ketika tempat sampah sudah penuh maka servo akan menutup.



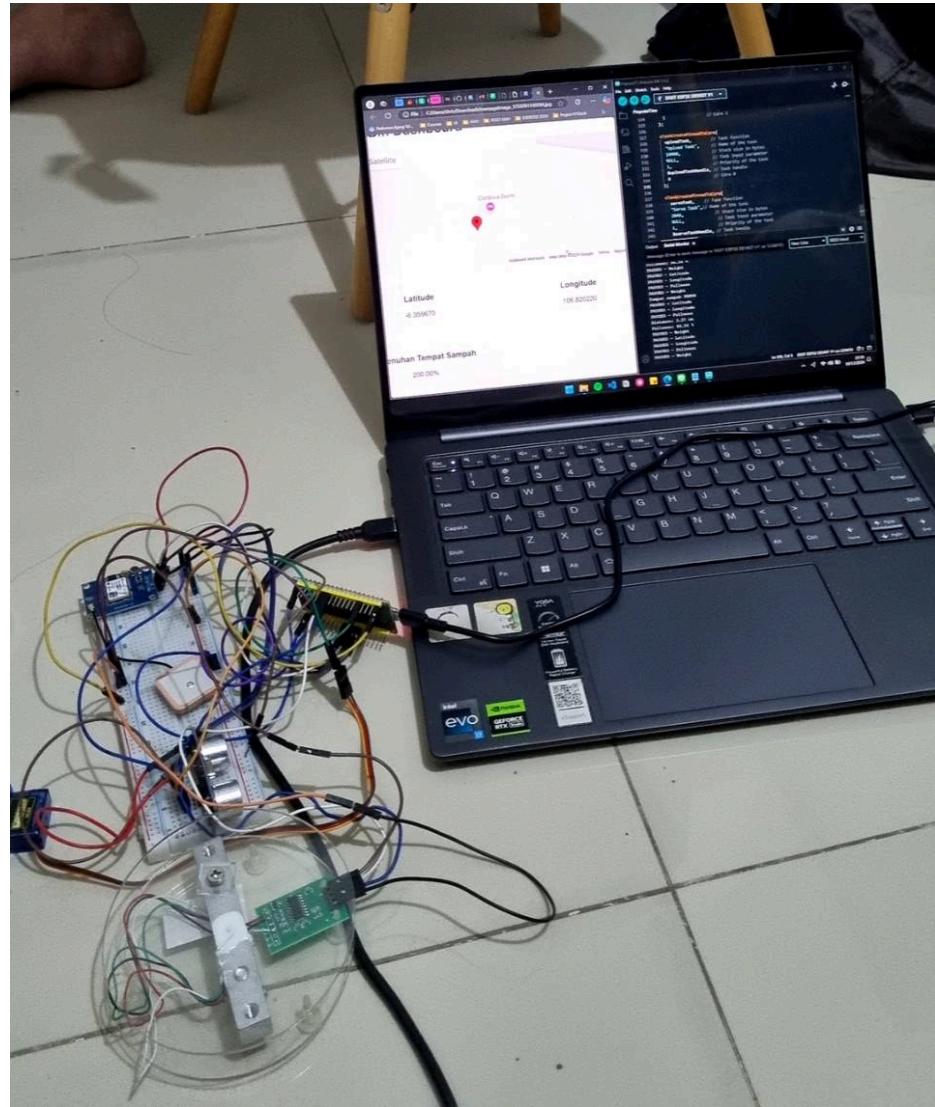
Gambar 4. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dan servo

```
Message (Enter to send message to 'DOIT ESP32 DEVKIT V1' on 'COM10')

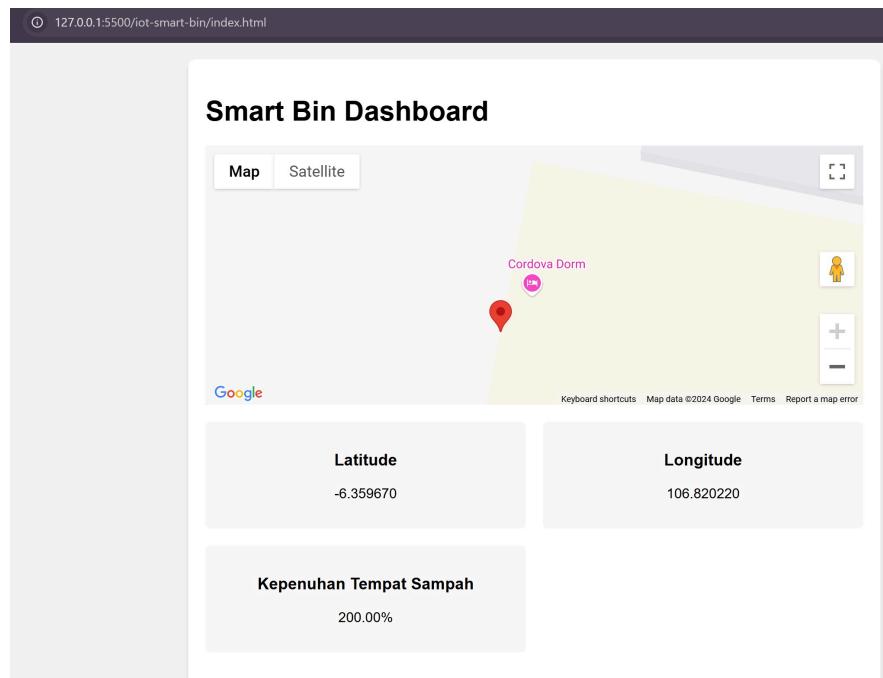
PASSED - Longitude
PASSED - Fullness
Distance: 3.69 cm
Fullness: 85.24 %
PASSED - Weight
PASSED - Latitude
Tempat sampah PENUH
PASSED - Longitude
PASSED - Fullness
PASSED - Weight
Distance: 3.69 cm
Fullness: 85.24 %
PASSED - Latitude
PASSED - Longitude
Tempat sampah PENUH
PASSED - Fullness
PASSED - Weight
Distance: 3.69 cm
Fullness: 85.24 %
PASSED - Latitude
```

Gambar 5. Output serial monitor

Pada pengujian ini, kami menempatkan tempat sampah di kosan. Kemudian jarak dari sampah tertinggi ke sensor ultrasonik 3,69 cm dan semua output keluar sesuai dengan harapan.



Gambar 6. Pengujian modul GPS



Gambar 6. Output pada UI

Berdasarkan hasil pengujian, bisa dilihat bahwa didapatkan koordinat dari tempat sampah dari modul GPS Neo-6M. Kemudian ketika perangkat dipindahkan maka koordinat juga berubah secara real-time dan lokasi yang ditampilkan juga akan berpindah mengikuti keberadaan perangkat. Pengamatan ini menegaskan bahwa Sistem kami mampu memberikan pemantauan lokasi yang akurat dan responsif .

3.3 EVALUATION

Meskipun semua komponen berhasil melewati fase testing masih ada kekurangan yaitu pada casing alat. Pemrosesan pada ESP32 bekerja secara optimal dan semua modul dan sensor bekerja sesuai dengan harapan. Tetapi karena ini ditempatkan di tempat sampah, maka ada concern bisa saja ada binatang yang masuk ke dalam casing. Jika binatang seperti lalat, semut, atau yang lainnya masuk ke dalam casing maka bisa saja mati dan mengunadian binatang lain untuk masuk ke dalam casing. Kemudian binatang-binatang tersebut bisa saja menggerogoti komponen-komponen yang ada sehingga merusak fungsionalitas sistem.

CHAPTER 4

CONCLUSION

Proyek Waste Management System merupakan inisiatif kami untuk menghadirkan solusi inovatif dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah. Keberhasilan proyek ini juga mencerminkan keandalan komunikasi antar-komponen yang terhubung melalui ESP32, yang berfungsi sebagai penghubung utama antara hardware dan basis data cloud. Sensor ultrasonik mampu memberikan hasil yang akurat, sementara servo motor bekerja secara responsif untuk memastikan fungsi tutup otomatis. Penggunaan GPS menambah nilai tambah dengan memberikan lokasi tempat sampah secara akurat, yang berguna untuk keperluan logistik pengelolaan sampah. Integrasi ini membuktikan bahwa IoT dapat menjadi solusi praktis dalam mengoptimalkan pengelolaan sumber daya dan meningkatkan efisiensi operasional.

Dengan fitur-fitur seperti pemantauan tingkat kepenuhan, pelacakan lokasi, dan kontrol jarak jauh, sistem ini dapat membantu mengurangi masalah pengelolaan sampah, terutama di wilayah perkotaan. Keberhasilan proyek ini dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut untuk aplikasi yang lebih kompleks.

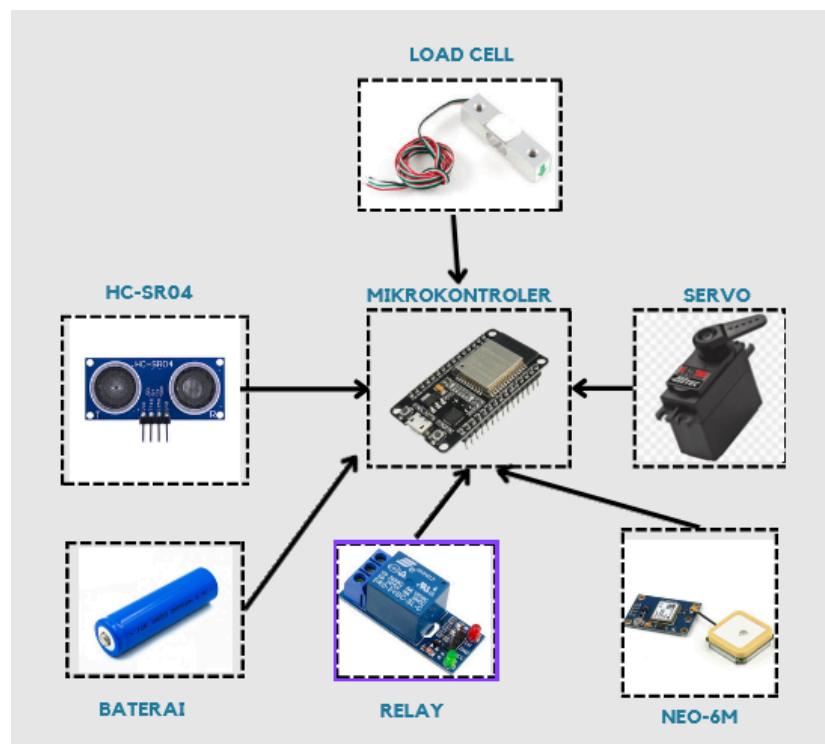
Dengan demikian proyek Waste Management System diharapkan bisa memberikan solusi terhadap lingkungan dengan pengelolaan sampah yang baik. Diharapkan proyek kami bisa membantu kita semua di masa yang akan datang.

REFERENCES

- [1] J. Anderson et al., “Guide to NEO-6M GPS module Arduino,” Random Nerd Tutorials,
<https://randomnerdtutorials.com/guide-to-neo-6m-gps-module-with-arduino/> (accessed Dec. 10, 2024).
- [2] Mike et al., “ESP32: Getting started with firebase (realtime database),” Random Nerd Tutorials, <https://randomnerdtutorials.com/esp32-firebase-realtime-database/> (accessed Dec. 10, 2024).
- [3] YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=0COt5tqNnwA> (accessed Dec. 10, 2024).
- [4] YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=Lrwbu9oA3Do&t=100s> (accessed Dec. 10, 2024).
- [5] Dave et al., “ESP32 with load cell and HX711 amplifier (Digital Scale),” Random Nerd Tutorials, <https://randomnerdtutorials.com/esp32-load-cell-hx711/> (accessed Dec. 10, 2024).

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation

