

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Landasan Teori**

Landasan teori merupakan dasar ilmiah yang digunakan untuk mendukung dan memperkuat penelitian. Pada penelitian ini, landasan teori meliputi berbagai konsep dasar dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*, sistem sensor, aktuator, pengelolaan sampah, serta pemanfaatan energi terbarukan melalui *solar cell*.

#### **2.2 Tinjauan Pustaka**

##### **2.2.1 Sampah dan Pengolahan**

Sampah merupakan material sisa yang tidak lagi dimanfaatkan dan dibuang, baik yang berasal dari aktivitas manusia maupun dari proses alam. Sumber sampah sangat beragam, mulai dari lingkungan rumah tangga, sektor pertanian, instansi perkantoran, perusahaan, fasilitas kesehatan, hingga pasar tradisional. Jika dilihat dari jenisnya, sampah dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu organik dan anorganik. (Harimurti et al., 2020).

##### **2.2.1.1 Jenis Sampah (Organik dan Anorganik)**

###### **1. Sampah Organik**

Menurut Harimurti et al. (2020), limbah organik merupakan jenis sampah yang berasal dari makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan, yang dapat terdegradasi secara alami melalui proses biologi di lingkungan.

###### **2. Sampah Anorganik**

Menurut Harimurti et al. (2020), sampah anorganik merupakan limbah yang dihasilkan dari proses industri dan memerlukan waktu yang sangat lama, bahkan hingga puluhan tahun, untuk dapat terurai secara alami.

### **2.2.2 Internet of Things**

*Internet of Things (IoT)* merupakan teknologi modern yang memungkinkan berbagai objek di sekitar kita terhubung secara terus-menerus melalui jaringan internet, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam aktivitas sehari-hari. Teknologi ini sangat membantu manusia dalam menyelesaikan berbagai tugas (Selay, 2022).

### **2.2.3 Mikrokontroler ESP32**

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler berbasis System on Chip (SoC) yang telah terintegrasi dengan konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth 4.2. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan prosesor, memori, serta akses ke pin GPIO (General Purpose Input/Output), sehingga sangat fleksibel untuk berbagai aplikasi. Dengan fitur konektivitas nirkabel yang lengkap. (Nizam, Yuana, dan Wulansari 2022), berikut Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP 32



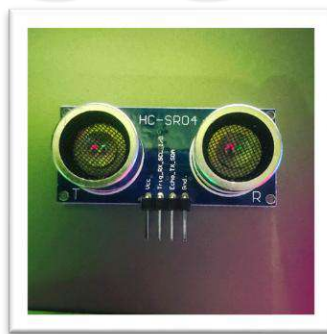
*Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP 32*

## 2.2.4 Sensor dan Aktuator

Sensor dan aktuator merupakan komponen penting dalam sistem otomatisasi berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sensor berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi perubahan kondisi lingkungan, sementara aktuator bertugas untuk melakukan aksi sebagai respons terhadap data yang diperoleh dari sensor. Berikut beberapa sensor dan aktuator yang di gunakan:

### 2.2.4.1 Sensor Ultrasonik

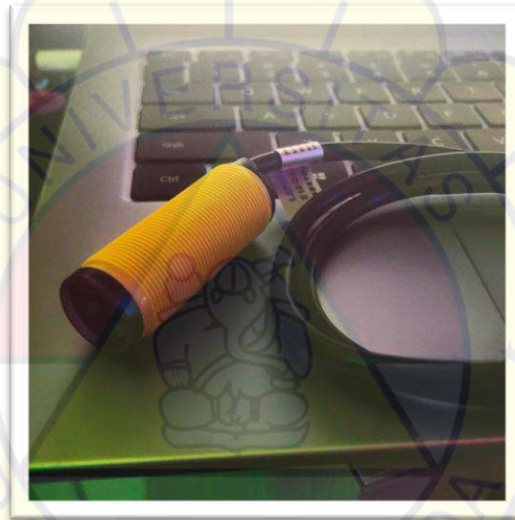
Sensor sonar adalah jenis sensor yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak terhadap suatu objek. Teknologi ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena keakuratannya dalam mendeteksi jarak. Beberapa sensor yang umum dijumpai di pasaran antara lain HC-SR04 dan HY-SRF05, yang dikenal karena harga yang terjangkau serta kemudahan penggunaannya. Sensor ini memiliki dua buah transduser ultrasonik: satu berperan sebagai pemancar yang mengubah sinyal listrik menjadi gelombang ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40 kHz, dan satu lagi sebagai penerima yang menangkap pantulan gelombang dari objek di sekitarnya (Estu Broto, Fisika, dan Islam Negeri Alauddin Makassar 2024).



Gambar 2. 2 Sensor Ultrasonik

#### **2.2.4.2 Sensor Infrared**

Sensor inframerah merupakan komponen elektronik yang berfungsi mendeteksi objek atau keadaan di sekitarnya melalui radiasi inframerah yang diterima atau dipancarkan. Sensor ini biasanya bekerja secara optimal pada jarak pendek, sekitar 3 hingga 8 cm, dan sering diterapkan dalam sistem otomatisasi serta perangkat yang membutuhkan deteksi hambatan (Lestari et al., 2021). Berikut gambar 2.3 menunjukkan bentuk dari komponen sensor infrared.



Gambar 2. 3 Sensor Infrared

#### **2.2.4.3 Sensor Inductive Proximity**

Sensor proximity merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tanpa kontak fisik. Sensor proximity tipe induktif umumnya digunakan untuk mendeteksi benda berbahan logam dalam jarak tertentu. (Sistem dan Tgd 2023), berikut gambar 2.4 menunjukkan bentuk dari komponen sensor induktif.



Gambar 2. 4 Sensor Induktif

#### **2.2.4.4 Sensor Capacitive Proximity**

Sensor proximity kapasitif merupakan sensor jarak yang dapat mendeteksi keberadaan objek, baik yang bersifat konduktif maupun non-konduktif. Sensor ini bekerja dengan memancarkan sinyal elektromagnetik dan mengukur waktu yang dibutuhkan sinyal tersebut untuk kembali setelah memantul dari objek yang terdeteksi. Berikut gambar 2.5 menunjukkan bentuk dari komponen sensor capacitive. (Lianawati dkk. 2024)



Gambar 2. 5 Sensor Capacitive

#### 2.2.4.5 Buzzer

Menurut Bernandus, Tarigan, Dan Tanesib, (2019). Buzzer merupakan komponen elektronik yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara atau bunyi. Berikut gambar 2.6 menunjukkan bentuk dari komponen buzzer.



Gambar 2. 6 Buzzer

#### 2.2.4.6 Motor Servo

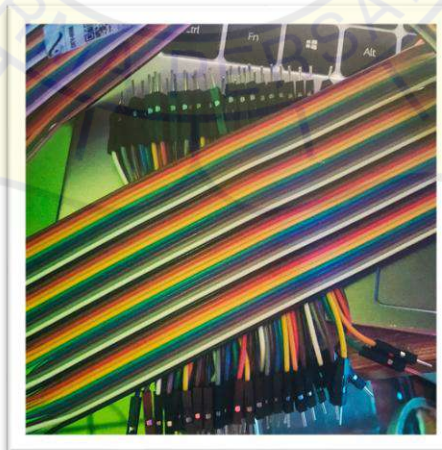
Motor servo SG90 berfungsi sebagai aktuator mekanik dalam sistem E.I karena dilengkapi dengan sistem kontrol umpan balik (closed-loop), yang memungkinkan posisi poros motor dipantau dan dikendalikan secara presisi oleh rangkaian internalnya. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.7 menunjukkan bentuk dari komponen motor servo. Motor servo umumnya beroperasi dalam rentang sudut terbatas, sesuai dengan sinyal kendali yang diberikan. (Rayhan Al Hayubi dkk. 2024)



*Gambar 2. 7 Motor Servo*

#### **2.2.4.7 Kabel Jumper**

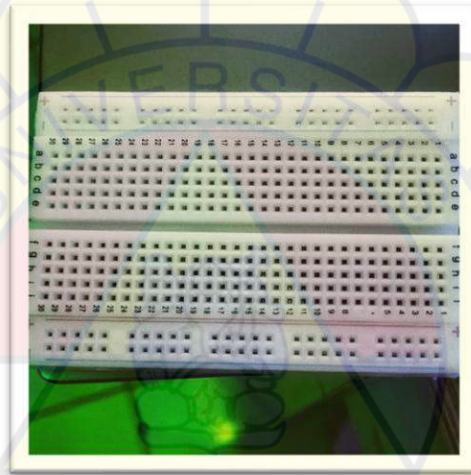
Kabel jumper adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik dalam penyusunan prototipe rangkaian. Kabel ini memudahkan koneksi antar titik pada breadboard atau antara modul satu dengan lainnya tanpa perlu menyolder. (Rizky dkk. 2024). Berikut Gambar 2.8 Kabel Jumper.



*Gambar 2. 8 Kabel Jumper*

#### **2.2.4.8 Breadboard**

Breadboard merupakan media yang digunakan untuk menyusun rangkaian elektronik secara sementara tanpa proses penyolderan hal ini memungkinkan komponen elektronik dipasang dan dilepas tanpa mengalami kerusakan, sehingga dapat dimanfaatkan kembali pada perakitan sistem atau rangkaian yang berbeda. (Sutarti, Tian Triyatna, Syahrudin Ardiansyah, 2022). Berikut Gambar 2.9 Breadboard.



Gambar 2. 9 Breadboard

#### **2.2.4.1 Powerbank**

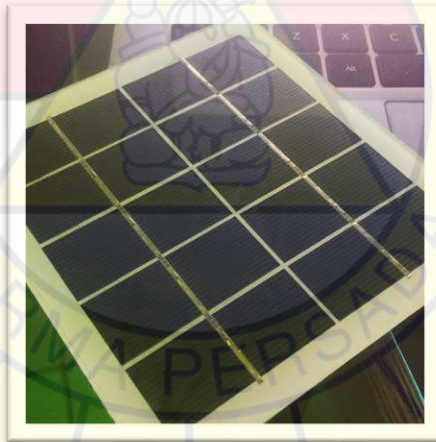
Powerbank adalah perangkat portabel yang digunakan sebagai sumber daya alternatif untuk mengisi ulang baterai ponsel secara fleksibel, kapan pun dan di mana pun dibutuhkan. Alat ini memberikan kemudahan bagi pengguna, terutama saat sedang bepergian atau berada jauh dari sumber listrik, untuk memastikan perangkat tetap aktif. Dalam situasi darurat, powerbank sangat membantu dalam menjaga ponsel tetap terisi daya. (Zauzi dkk. t.t.)

## 2.2.5 Sumber Energi Terbarukan

Pengembangan sistem elektronik modern, penggunaan sumber energi terbarukan menjadi alternatif penting untuk mendukung keberlanjutan dan efisiensi energi. Sumber energi terbarukan yang banyak digunakan adalah *solar cell*.

### 2.2.5.1 Pengertian Solar Cell

Panel surya atau solar cell merupakan perangkat yang berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Fotovoltaik merupakan suatu teknologi yang berperan dalam mengubah energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik melalui proses konversi cahaya menjadi arus listrik. (Gunawan, Akbar, dan Anwar 2019). Berikut Gambar 2.10 Solar Cell.



Gambar 2. 10 Solar Cell

## 2.2.6 Bahasa Pemrograman

### 2.2.6.1 HTML (HyperText Markup Language)

HTML (Hypertext Markup Language) merupakan bahasa markup standar yang digunakan untuk membangun dan menentukan struktur dasar halaman web. HTML dikembangkan dan diatur oleh W3C (World Wide Web

Consortium) dan bekerja dengan cara menggunakan tag-tag tertentu untuk merepresentasikan berbagai elemen dalam sebuah halaman. HTML memiliki peran penting dalam menentukan tata letak dan pengorganisasian konten seperti teks, gambar, dan elemen visual lainnya. Tanpa HTML, browser tidak akan dapat menampilkan konten web dengan benar karena tidak memiliki instruksi bagaimana menyusun dan menampilkan elemen yang ada pada halaman. (Permata Sari t.t.).

#### **2.2.6.2 CSS (Cascading Style Sheet)**

Cascading Style Sheets (CSS) adalah bahasa yang berfungsi untuk mengatur visualisasi dan penataan elemen-elemen dalam dokumen HTML. CSS memungkinkan pengembang untuk menerapkan berbagai properti visual, seperti warna, ukuran, margin, dan jenis huruf, sehingga tampilan website menjadi lebih menarik dan terstruktur. Meskipun tidak memiliki logika pemrograman seperti perulangan atau kondisi, CSS tetap menjadi bagian penting dalam pengembangan antarmuka pengguna pada web. (Permata Sari t.t.)

#### **2.2.6.3 XAMPP**

XAMPP adalah perangkat lunak sumber terbuka yang dikembangkan untuk mendukung berbagai sistem operasi. Aplikasi ini merupakan paket instalasi lengkap yang mencakup beberapa komponen utama, di antaranya Apache sebagai server web, MySQL sebagai sistem manajemen basis data, serta interpreter untuk bahasa pemrograman PHP dan Perl. Nama XAMPP sendiri merupakan singkatan dari X (yang melambangkan kemampuan lintas platform), Apache, MySQL, PHP, dan Perl. Dengan lisensi GNU General

Public License (GPL), XAMPP dikenal sebagai solusi lokal (localhost) yang efisien dan praktis untuk menjalankan serta menguji halaman web dinamis secara offline. (Permata Sari t.t.)

#### **2.2.6.4 PHP (Hypertext Preprocessor)**

PHP adalah bahasa pemrograman yang secara luas digunakan dalam pembuatan aplikasi web dan memiliki kemampuan untuk disematkan langsung ke dalam struktur dokumen HTML. Nama PHP sendiri merupakan singkatan dari PHP: Hypertext Preprocessor” PHP bekerja di sisi server (server-side), memungkinkan pengolahan data dan pembuatan halaman web dinamis. Bahasa ini dirancang agar mudah terintegrasi dengan database, sehingga mempermudah pembuatan halaman web yang dapat menampilkan atau memanipulasi data dari database. Meskipun hasil akhirnya ditampilkan melalui browser, seluruh proses pengolahan dilakukan di server. (Permata Sari t.t.)

#### **2.2.6.5 SQL**

SQL (Structured Query Language) merupakan bahasa pemrograman yang dirancang khusus untuk mengelola dan memanipulasi data pada sistem manajemen basis data relasional (Relational Database Management System/RDBMS). Bahasa ini terdiri dari serangkaian instruksi yang digunakan untuk memanipulasi, mengambil, dan mengatur data dalam sistem basis data yang memiliki struktur relasional. Instruksi SQL ini umumnya disebut sebagai “query”. (Kalsum Siregar dkk. 2024)

#### **2.2.6.6 Database**

Database Management System (DBMS) merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengelola, menyimpan, dan mengatur data dalam jumlah

besar secara terstruktur dan efisien. DBMS mempermudah proses manipulasi data dan berfungsi sebagai antarmuka antara pengguna—baik langsung maupun melalui aplikasi—dengan data yang tersimpan di dalam sistem.(Kalsum Siregar dkk. 2024)

### **2.2.7 MYSQL (*Relational Database Management System*)**

MySQL adalah sistem manajemen basis data (DBMS) open source yang didistribusikan dengan dua jenis lisensi, yaitu lisensi bebas (free software) dan lisensi komersial. Sebagai perangkat lunak sumber terbuka, MySQL berada di bawah naungan GNU General Public License (GPL), sehingga memungkinkan pengguna untuk memanfaatkannya secara gratis, baik untuk kebutuhan individu maupun keperluan bisnis, tanpa harus membayar biaya lisensi. (Kalsum Siregar dkk. 2024)

### **2.2.8 UML (*Unified Modelling Language*)**

*Unified Modeling Language* (UML) adalah bahasa pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan sistem melalui representasi visual berupa grafik atau diagram. UML berfungsi untuk memberikan pemahaman, spesifikasi, serta mendukung proses pengembangan dan dokumentasi sistem berbasis objek (*object-oriented*).. (Siska Narulita, Ahmad Nugroho, dan M. Zakki Abdillah 2024)

### **2.2.9 Use Case Diagram**

Use case diagram merupakan representasi abstrak yang menggambarkan hubungan antara aktor dan sistem. Oleh karena itu, pemilihan tingkat abstraksi yang tepat sangatlah penting untuk menyesuaikan dengan kebutuhan sistem. Use case digunakan untuk mendeskripsikan skenario interaksi umum antara pengguna,

seperti admin dan user, dengan sistem, yang divisualisasikan melalui sebuah diagram guna memperlihatkan cara kerja sistem tersebut. (Ramdany dkk. t.t.; Ulum 2024)

#### **2.2.10 Activity Diagram**

*Diagram aktivitas* menggambarkan urutan proses atau aktivitas yang terjadi dalam suatu sistem yang dirancang, dimulai dari tahap awal, berbagai keputusan yang diambil dalam sistem, hingga tahapan akhir dari proses tersebut. (Hasanah & Untari, 2020).

#### **2.2.11 Flowchart**

*Flowchart* adalah representasi alur kerja yang divisualisasikan dalam bentuk diagram, yang menjelaskan langkah-langkah proses secara runtut dan sistematis sesuai dengan prosedur yang berlaku dalam sistem. Biasanya flowchart digambarkan menggunakan simbol-simbol untuk membuat konstruksi dari suatu proses kegiatan. (Ulum 2024)

#### **2.2.12 Pengertian Website**

Website merupakan kumpulan halaman informasi yang disajikan dalam bentuk teks, gambar, audio, maupun visual lainnya yang dapat diakses melalui internet. Halaman-halaman ini disusun menggunakan format HyperText dan ditampilkan melalui peramban (browser). Informasi pada website dapat diatur sedemikian rupa, mulai dari tampilan, tata letak, elemen visual seperti gambar dan video, hingga konten yang ingin disampaikan kepada pengguna. (Devid Alfian,2023).

### 2.3 Kajian Penelitian

**Paper1:** *Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Blynk (Putri, Alvianingsih, dan Maharani 2023).*

Table 2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu Paper: 1

Penelitian	Ginas Alvianingsih1, Tri Wahyu Oktaviana Putri, Pratiwi Maharani
Judul Penelitian	<i>Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Blynk.</i>
Tahun	2023
Mikrokontroler	Node MCU ESP8266
Hasil	Berdasarkan hasil dan analisis yang dilakukan, telah berhasil dirancang sebuah sistem monitoring pada alat pemilah sampah otomatis yang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian sampah pada masing-masing tempat sampah, yaitu logam, organik, dan anorganik. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan melalui antarmuka aplikasi Blynk sebagai media pemantauan jarak jauh.

### 2.3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan ketinggian sampah pada alat pemilah sampah otomatis yang dapat diakses secara jarak jauh melalui teknologi Internet of Things (IoT).

### 2.3.2 Metodologi Yang Digunakan

1. Studi literatur : mempelajari penelitian sebelumnya dari artikel terkait.
2. Perancangan perangkat keras: menentukan komponen, mendesain *wiring diagram*.

### 2.3.3 Temuan Utama

1. Sistem dapat mengukur ketinggian sampah dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk secara real-time.
2. Akurasi pembacaan sensor menunjukkan nilai validitas tinggi, meskipun kurang akurat untuk jarak sangat dekat (<5 cm).
3. Aplikasi Blynk mampu menampilkan data sensor dengan akurasi yang sama seperti pembacaan mikrokontroler.

### 2.3.4 Kesimpulan Penelitian

1. Sistem monitoring berhasil dibuat menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor HC-SR04, dan aplikasi Blynk.
2. Data ketinggian sampah dapat dipantau secara real-time dan notifikasi dikirim ketika sampah penuh.
3. Performa sistem sangat dipengaruhi oleh akurasi sensor ultrasonik.

**Paper2:** *Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Energi Tempat Sampah Otomatis Berbasis IoT (Fathurahman dkk. t.t.).*

Table 2. 2 Kajian Penelitian Terdahulu Paper: 2

Penelitian	Mohamad Fathurahman1, Ibrahim Lammada
Judul Penelitian	<i>Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Energi Tempat Sampah Otomatis Berbasis IoT</i>
Tahun	2022
Mikrokontroller	
Hasil	Sistem PLTS berhasil diimplementasikan dan mampu menyuplai daya stabil sebesar 10W untuk sistem tempat sampah otomatis.

### 2.3.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem tempat sampah otomatis yang mampu mengoperasikan dua tutup secara otomatis, sehingga pengguna dapat membuang sampah tanpa harus menyentuh tutup tempat sampah secara langsung.

### 2.3.6 Metodologi Yang Digunakan

1. Studi Pustaka: Peneliti melakukan kajian literatur mengenai sistem PLTS dan tempat sampah otomatis.
2. Perancangan Sistem: Meliputi perancangan arsitektur perangkat keras (panel surya, baterai, sensor) dan perangkat lunak (pemrograman mikrokontroler).
3. Integrasi Sistem: Penggabungan semua komponen hardware dan software menjadi satu sistem utuh.

### 2.3.7 Temuan Utama

1. Tempat sampah otomatis bekerja dengan stabil menggunakan catu daya dari panel surya tanpa bergantung pada listrik PLN.
2. Sistem PLTS berhasil mengisi daya baterai secara penuh dalam waktu 2 jam menggunakan panel surya 100 Wp.
3. Sistem juga dilengkapi dengan notifikasi melalui Telegram saat sampah penuh, meningkatkan respons petugas kebersihan.

### 2.3.8 Kesimpulan Penelitian

1. Perhitungan teori digunakan untuk menentukan kebutuhan komponen seperti kapasitas panel surya, baterai, dan sistem off-grid.
2. Sistem PLTS berhasil diimplementasikan dan mampu menyuplai daya stabil sebesar 10W untuk sistem tempat sampah otomatis.
3. Tempat sampah otomatis berbasis IoT dapat bekerja tanpa pasokan listrik PLN, cocok untuk lokasi terpencil atau tanpa sambungan listrik tetap.

**Paper3:** *Sistem Monitoring Volume Dan Berat Sampah Pada Alat Pemilihan Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk (Salamah, Kusumanto, dan Teknik Elektro -Politeknik Negeri Sriwijaya t.t.).*

Table 2. 3 Kajian Penelitian Terdahulu Paper: 3

Penelitian	Annisa Salamah, RD Kusumanto, Evelina
Judul Penelitian	<i>Sistem Monitoring Volume Dan Berat Sampah Pada Alat Pemilihan Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk</i>
Tahun	2023

Mikrokontroler	NodeMCU ESP32
Hasil	Sistem monitoring volume dan berat sampah menggunakan aplikasi Blynk telah berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan sebanyak delapan kali pada masing-masing kotak sampah untuk memastikan akurasi dan kestabilan sistem dalam mengukur data yang dikirimkan secara real-time. Sampah organik dan anorganik didapatkan tingkat akurasi 98,2% dan <i>error</i> 1,8% untuk monitoring volume sampah menggunakan sensor ultrasonik dan tingkat akurasi 98,87% dan <i>error</i> 1,13% untuk monitoring berat sampah menggunakan load cell.

### 2.3.9 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem monitoring berat dan volume sampah berbasis IoT dengan integrasi aplikasi Blynk, sehingga petugas kebersihan dapat memperoleh notifikasi secara real-time saat tempat sampah telah penuh dan membutuhkan pengangkutan ke TPA..

### 2.3.10 Metodologi Yang Digunakan

1. Perancangan Perangkat Keras: Menggunakan NodeMCU ESP32, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor berat *Load Cell*, dan beberapa sensor proximity (kapasitif, induktif, dan infrared).
2. Perancangan Perangkat Lunak: Menggunakan aplikasi Blynk sebagai antarmuka monitoring volume dan berat sampah.

3. Pengujian: Melakukan pengujian akurasi sensor dalam mengukur volume dan berat sampah, baik secara manual maupun melalui sistem otomatis.

#### 2.3.11 Temuan Utama

1. Sensor ultrasonik dapat mengukur ketinggian sampah dengan tingkat akurasi rata-rata 98,2% dan tingkat kesalahan sebesar 1,8%.
2. Monitoring volume dan berat bekerja efektif pada dua jenis kotak sampah: organik dan anorganik.
3. Sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke aplikasi Blynk saat tempat sampah penuh berdasarkan data tinggi dan berat sampah.

#### 2.3.12 Kesimpulan Penelitian

1. Sistem monitoring volume dan berat sampah berbasis IoT berhasil diterapkan dengan akurasi tinggi.
2. Aplikasi Blynk mampu menampilkan data real-time dan memberi notifikasi ketika sampah telah penuh.
3. Sistem cocok untuk mendukung efisiensi pengelolaan sampah di lingkungan tempat tinggal atau umum.