

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PEMILAH  
SAMPAH OTOMATIS BERBASIS IOT DI BUMDES BETOBO  
DESA KOTO TALUK**

**SKRIPSI**



**Oleh :**

**NPM : 210210012**  
**NAMA : ALHANAFIL FAUZI**  
**JENJANG STUDI : STRATA SATU (S1)**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK INFORMATIKA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN KUANTAN SINGINGI**  
**2025**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PEMILAH  
SAMPAH OTOMATIS BERBASIS IOT DI BUMDES BETOBO  
DESA KOTO TALUK**

**SKRIPSI**

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR  
SARJANA PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**



**Oleh :**

**NPM : 210210012**  
**NAMA : ALHANAFIL FAUZI**  
**JENJANG STUDI : STRATA SATU (S1)**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK INFORMATIKA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN KUANTAN SINGINGI**  
**2025**

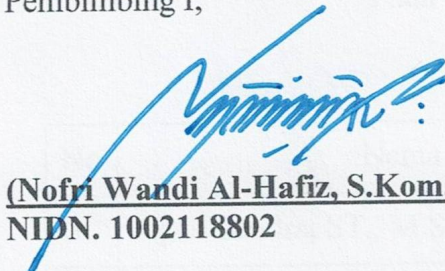
## PERSETUJUAN SKRIPSI

NPM : 210210012  
Nama : ALHANAFIL FAUZI  
Jenjang Studi : Strata Satu (S1)  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Prototipe Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis IoT Di BUMDes Betobo Desa Koto Taluk

Teluk Kuantan, 11 Agustus 2025

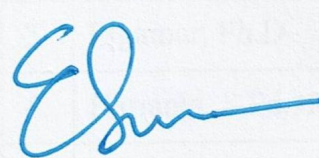
Menyetujui,

Pembimbing I,

  
(Nofri Wandi Al-Hafiz, S.Kom., M.Kom)  
NIDN. 1002118802

Tanggal 5 Agustus 2025

Pembimbing II,

  
(Elgamar, Ph.D)  
NIDN. 1022108702

Tanggal 27 Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Informatika



(Jasri, S.Kom., M.Kom)  
NIDN. 1001019001

Tanggal 11 Agustus 2025

## TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

NPM : 210210012  
Nama : ALHANAFIL FAUZI  
Jenjang Studi : Strata Satu (S1)  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Prototipe Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis IoT Di BUMDes Betobo Desa Koto Taluk

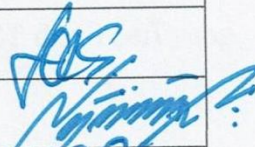
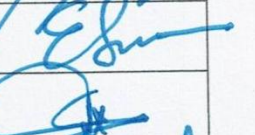
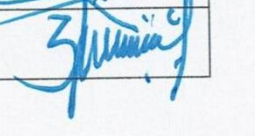
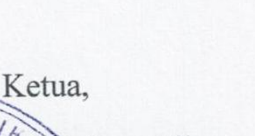
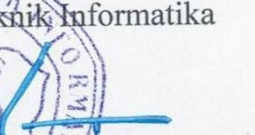
Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik

Universitas Islam Kuantan Singingi

Pada Tanggal : 25 Agustus 2025

### Dewan Penguji

| No | Nama                                | Jabatan       | Tanda Tangan                                                                          |
|----|-------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Agus Candra, ST., M.Si              | Ketua         |  |
| 2. | Nofri Wandu Al-Hafiz, S.Kom., M.Kom | Pembimbing I  |  |
| 3. | Elgamar, Ph.D                       | Pembimbing II |  |
| 4. | Harianja, S.Pd., M.Kom              | Penguji I     |  |
| 5. | Febri Haswan, S.Kom., M.Kom         | Penguji II    |  |

### Mengetahui

Dekan,  
Fakultas Teknik  
  
Agus Candra, ST., M.Si  
NIDN. 1020088701

Ketua,  
Prodi Teknik Informatika  
  
Febri Haswan, S.Kom., M.Kom  
NIDN. 1001019001

## ABSTRAK

Pengelolaan sampah yang tidak efektif masih menjadi tantangan serius di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di tingkat desa seperti Desa Koto Taluk, Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi. BUMDes Betobo sebagai lembaga lokal yang menangani pengelolaan sampah menghadapi kendala dalam proses pemilahan yang masih dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu lama dan berisiko tinggi terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pemilahan sampah. Sistem yang dikembangkan menggunakan tiga jenis sensor proximity: sensor infrared (IR) untuk mendeteksi sampah anorganik, sensor kapasitif untuk sampah organik, dan sensor induktif untuk sampah logam, yang semuanya terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Hasil pemilahan ditampilkan melalui layar LCD 12C 16x2 dan dikendalikan oleh dua buah servo motor yang mengarahkan sampah ke jalur masing-masing. Selain itu, sistem ini juga terhubung dengan platform Firebase guna mengirim data klasifikasi secara real-time. Diharapkan, alat ini dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan di tingkat desa.

**Kata kunci:** pemilahan sampah, Internet of Things (IoT), sensor proximity, ESP32, BUMDes, Desa Koto Taluk.

## ***DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED AUTOMATIC WASTE SORTING PROTOTYPE AT BUMDES BETOBO KOTO TALUK VILLAGE***

## **ABSTRACT**

*Ineffective waste management remains a significant issue in various regions of Indonesia, particularly at the village level such as in Koto Taluk Village, Kuantan Tengah District, Kuantan Singingi Regency. BUMDes Betobo, a local community enterprise responsible for waste management, currently faces challenges in the manual sorting process, which is time-consuming and prone to human error. This study aims to design and develop an IoT-based automatic waste sorting prototype to improve the efficiency and accuracy of waste separation. The system integrates three types of proximity sensors: an infrared (IR) sensor for inorganic waste, a capacitive sensor for organic waste, and an inductive sensor for metal waste, all managed by an ESP32 microcontroller as the central processing unit. The classification results are displayed on a 12C 16x2 LCD screen and used to control two servo motors that direct the waste to the appropriate bins. Additionally, the system is connected to Firebase to transmit real-time classification data. This prototype is expected to serve as an innovative solution for enhancing sustainable and efficient waste management practices at the village level.*

**Keywords:** waste sorting, Internet of Things (IoT), proximity sensors, ESP32, BUMDes, Koto Taluk Village.

## KATA PENGANTAR

Berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa, penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Prototipe Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis IoT Di BUMDes Betobo Desa Koto Taluk**” sesuai dengan yang direncanakan. Selanjutnya penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Zulfan Saam, MS**, selaku Ketua Yayasan Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Ibu **Dr. Ikrima Mailani, S.Pd.I., M.Pd.I**, selaku Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
3. Bapak **Agus Candra, ST., MT**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
4. Bapak **Jasri, S.Kom., M.Kom**, selaku Ketua Prodi Studi Teknik Informatika.
5. Bapak **Nofri Wandi Al-Hafiz, S.Kom., M.Kom**, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak arahan dan masukan serta bimbingan bagi penulis dalam menyusun laporan skripsi ini.
6. Bapak **Elgamar, S.Kom., M.Kom., Ph. D**, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak arahan dan masukan serta bimbingan bagi penulis dalam menyusun laporan skripsi ini.
7. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis Ayahanda **Ardi Mhd Nur** dan Ibunda **Lasmiati** yang telah banyak memberikan dukungan, doa, dan motivasi dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
8. Terimakasih kepada Abang **Fiki Jumandani**, adikku **Muhammad Fairuz**, sepupuku **Rivi Kania**, serta seluruh keluargaku yang selalu ada dikala susah maupun senang yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Terima kasih kepada **Ronal Utami** dan **Beni Lirianza** telah menjadi partner serta selalu memberikan dukungan serta sudah banyak membantu penulis dalam hal apapun termasuk dalam proses menyelesaikan laporan skripsi ini.

10. Terima kasih kepada **Dina Ainaya Putri Andini** selalu memberikan dukungan dan semangat dalam proses menyelesaikan laporan skripsi ini.
11. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dan memberikan support.

Semoga penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak pihak yang berkepentingan dan membutuhkan materi yang terdapat pada laporan skripsi ini.

Teluk Kuantan, 07 Juli 2025

Alhanafil Fauzi

## DAFTAR ISI

|                                  | Halaman                       |
|----------------------------------|-------------------------------|
| HALAMAN SAMPUL.....              | i                             |
| HALAMAN PERNYATAAN .....         | Error! Bookmark not defined.  |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....        | 3                             |
| HALAMAN PENGESAHAN .....         | 4                             |
| RIWAYAT HIDUP .....              | Error! Bookmark not defined.  |
| ABSTRAK .....                    | 5                             |
| <i>ABSTRACT</i> .....            | 6                             |
| KATA PENGANTAR .....             | 7                             |
| DAFTAR ISI .....                 | xi                            |
| DAFTAR GAMBAR .....              | xv                            |
| DAFTAR TABEL .....               | Error! Bookmark not defined.i |
| DAFTAR LAMPIRAN .....            | xviii                         |
| BAB I PENDAHULUAN .....          | 13                            |
| 1.1 Latar Belakang Masalah ..... | 13                            |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....   | 16                            |
| 1.3 Batasan Masalah .....        | 16                            |
| 1.4 Rumusan Masalah .....        | 17                            |
| 1.5 Tujuan Penelitian .....      | 17                            |
| 1.6 Kegunaan Penelitian .....    | 17                            |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....  | 18                            |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....    | 20                            |
| 2.1 Rancang .....                | 20                            |
| 2.1 Bangun .....                 | 20                            |
| 2.3 Prototipe .....              | 21                            |

|                                                             |                                     |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 2.4 Sampah .....                                            | 21                                  |
| 2.4.1 Jenis-Jenis Sampah .....                              | 23                                  |
| 2.5 <i>Internet of Things</i> (IoT) .....                   | 25                                  |
| 2.6 Konveyor Pemilah Sampah Otomatis .....                  | 26                                  |
| 2.6.1 ESP32 .....                                           | 26                                  |
| 2.6.2 Sensor <i>proximity infrared</i> (IR) .....           | 27                                  |
| 2.6.3 Sensor <i>proximity</i> kapasitif .....               | 28                                  |
| 2.6.4 Sensor <i>proximity</i> induktif .....                | 29                                  |
| 2.6.5 Motor Servo .....                                     | 31                                  |
| 2.6.6 Motor DC .....                                        | 32                                  |
| 2.6.7 Kabel Jumper .....                                    | 32                                  |
| 2.6.8 Arduino IDE .....                                     | 33                                  |
| 2.6.9 Firebase .....                                        | 34                                  |
| 2.6.10 MIT App Inventor .....                               | 34                                  |
| 2.7 <i>Flowchart</i> Diagram .....                          | 35                                  |
| 2.8 Blok Diagram .....                                      | 37                                  |
| 2.8 Penelitian Terdahulu .....                              | 38                                  |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                      | <b>40</b>                           |
| 3.1 Uraian Tempat Penelitian .....                          | 40                                  |
| 3.1.1 Sejarah Singkat Tempat Penelitian .....               | 41                                  |
| 3.1.2 Struktur Organisasi .....                             | 43                                  |
| 3.1.3 Tugas Pokok dan Fungsi dari Struktur Organisasi ..... | 44                                  |
| 3.2 Metode yang digunakan .....                             | 45                                  |
| 3.3 Diagram Alur Penelitian .....                           | 46                                  |
| 3.4 Teknik Mengumpulkan Data .....                          | 48                                  |
| <b>BAB IV ANALISA DAN HASIL PERANCANGAN SISTEM</b>          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                                                   |                                     |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 4.1 Sistem Yang Sedang Berjalan .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2 Sistem Yang Di Usulkan .....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3 Analisa Kebutuhan Sistem dan Alat .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3.1 Analisa Perangkat Keras .....                               | 39                                  |
| 4.3.2 Analisa Perangkat Lunak .....                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4 Perancangan Perangkat Keras .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.1 Perancangan Adaptor dan ESP32 .....                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.2 Perancangan Sensor <i>Proximity Infrared</i> (IR) dan ESP32 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.3 Perancangan Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif dan ESP32     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.4 Perancangan Sensor <i>Proximity</i> Induktif dan ESP32      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.5 Perancangan Servo Motor dan ESP32 .....                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.6 Perancangan Dinamo Motor DC dan Adaptor                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.7 Perancangan LCD 12C dan ESP32 .....                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.8 Perancangan Keseluruhan Alat Konveyor Pemilah Sampah        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5 Perancangan Perangkat Lunak .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5.1 Perancangan Halaman Loading .....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5.2 Perancangan Halaman Utama .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6 Perancangan Sistem .....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6.1 <i>Flowchart</i> Diagram .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7 Blok Diagram .....                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.8 Cara Kerja Sistem .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB V IMPLEMENTASI SISTEM .....</b>                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.1 Implementasi Sistem .....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.1.1 Implementasi Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.1.2 Implementasi Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) ..         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.2 Validasi Implementasi Melalui Wawancara .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 5.3 Pengujian Perangkat ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.3.1 Pengujian Sampah .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB VI PENUTUP .....</b>   | <b>49</b>                           |
| 6.1 Kesimpulan .....          | 49                                  |
| 6.2 Saran .....               | 49                                  |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>51</b>                           |
| <b>LAMPIRAN .....</b>         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pengelolaan sampah merupakan tantangan global yang semakin mendesak seiring dengan meningkatnya jumlah populasi dan aktivitas manusia. Sampah yang tidak terkelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, dan penurunan kualitas hidup masyarakat. Di Indonesia, permasalahan pengelolaan sampah masih menjadi isu krusial, terutama di tingkat desa yang memiliki keterbatasan dalam teknologi dan sistem pengelolaan yang efektif. Oleh sebab itu, diperlukan upaya yang lebih sistematis dalam pengelolaan sampah, salah satunya melalui proses pemilahan yang lebih efektif dan efisien.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yulita *et al.* [1], pemilahan sampah memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan serta mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Pemisahan sampah sejak awal dapat meningkatkan efektivitas proses daur ulang dan mengurangi jumlah limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA). Lebih lanjut, Taufik *et al.* [2], berpendapat bahwa sampah organik yang dipilah dengan baik dapat diolah menjadi pupuk kompos yang bermanfaat bagi sektor pertanian, sementara sampah anorganik seperti plastik dan kertas dapat digunakan kembali sebagai bahan baku produk baru. Selain itu, sampah logam memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena dapat dijual kembali ke industri daur ulang sehingga logam pun tidak akan menumpuk di TPA.

Di Kabupaten Kuantan Singingi, khususnya di Kecamatan Kuantan Tengah, permasalahan pengelolaan sampah masih menjadi tantangan yang memerlukan solusi inovatif dan berkelanjutan. Rustam [3], dalam laporan tahunan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kuantan Singingi mengungkapkan bahwa volume sampah yang menumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) mengalami peningkatan rata-rata sebesar 3,3% per tahun sejak tahun 2015. Lebih lanjut, sejak tahun 2021 angka ini meningkat menjadi 4,3%. Destiana *et al.* [4], pada penelitiannya berpendapat bahwa pertumbuhan ini tergolong tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata peningkatan volume sampah di daerah perkotaan di Indonesia yang berkisar antara 2–3% per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan sampah di wilayah tersebut memerlukan strategi dan upaya yang lebih efektif guna mengendalikan laju penumpukan sampah di TPA.

Sebagai bagian dari upaya pengelolaan sampah di Desa Koto Taluk, BUMDes Betobo masih menghadapi kendala dalam sistem pemilahan sampah yang dilakukan secara manual. Sampah yang dikumpulkan dari berbagai sumber harus dipilah satu per satu berdasarkan jenisnya, seperti sampah organik, anorganik, dan logam. Metode ini tidak hanya membutuhkan waktu lama, tetapi juga rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*), yang dapat memengaruhi kualitas hasil pemilahan. Penelitian yang dilakukan oleh Aditya *et al.* [5], berpendapat bahwa sistem pemilah sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat meningkatkan efisiensi dengan mempercepat proses pemilahan serta mengurangi keterlibatan tenaga manusia secara langsung.

Sebuah tinjauan literatur sistematis dilakukan oleh Qudsiyah [6], yang menganalisis pemanfaatan IoT dalam pemantauan kadar gas pada alat pengolah

sampah. Tinjauan literatur tersebut mencakup sistem berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan secara *real-time* terhadap kadar gas CO dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama proses pengelolaan sampah. Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan IoT dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan sampah dengan menyediakan data *real-time* mengenai kondisi lingkungan di sekitar tempat pembuangan. Selain itu, sistem ini juga membantu dalam deteksi dini terhadap potensi pencemaran udara akibat proses pembakaran atau dekomposisi sampah organik. Namun, tinjauan ini hanya berfokus pada aspek pemantauan gas dalam sistem pengolahan sampah. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut yang mengeksplorasi penerapan IoT dalam aspek lain, seperti otomatisasi pemilahan sampah.

Sebagai solusi atas permasalahan yang dihadapi, dirancang sebuah prototipe alat pemilah sampah berbasis IoT dalam bentuk konveyor. Sistem ini akan memilah sampah secara otomatis menggunakan tiga sensor *proximity*, yaitu sensor *infrared* (IR) untuk sampah anorganik, sensor kapasitif untuk sampah organik, dan sensor induktif untuk sampah logam. Ketiga sensor ini terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. Hasil klasifikasi sampah akan ditampilkan pada layar LCD 12C 16x2 dan akan diikuti oleh respon 2 buah servo motor di kedua sisi konveyor. Selain itu, data tidak hanya tampil di layar LCD saja namun akan terhubung dengan Firebase secara *real-time*. Melihat fenomena yang terjadi di lapangan seperti yang diungkapkan di atas, penelitian ini dianggap penting untuk dilakukan dengan judul **"Rancang Bangun Prototipe Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis IoT Di BUMDes Betobo Desa Koto Taluk"**.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa masalah utama yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Pemilahan sampah di Bumdes Betobo masih dilakukan secara manual, sehingga prosesnya lambat dan membutuhkan banyak tenaga kerja.
2. Efisiensi pemilahan sampah masih rendah, akibatnya sampah yang tidak terpilah dengan baik dapat menurunkan nilai jual dan menyebabkan penumpukan di TPA.
3. Tenaga kerja berisiko mengalami cedera atau terkena penyakit karena harus memilah sampah secara langsung tanpa perlindungan yang memadai.
4. Belum ada sistem pemilahan sampah otomatis berbasis IoT yang dapat mempercepat proses, meningkatkan akurasi, dan mengurangi risiko bagi pekerja.

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dikemukakan di atas, maka peneliti perlu membatasi masalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dikembangkan hanya berupa prototipe alat pemilah sampah otomatis, bukan untuk skala industri.
2. Alat ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kendali utama serta tiga jenis sensor *proximity* (IR, kapasitif, dan induktif) untuk mendeteksi jenis material sampah yaitu sampah organik, anorganik dan B3 (metal).
3. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan dan pengujian alat pemilah sampah otomatis, tanpa membahas integrasi dengan sistem pengelolaan sampah secara luas.

4. Pengujian alat dilakukan dalam skala laboratorium saja.
5. Alat ini hanya memberikan hasil pemilahan sampah berupa keterangan organik, anorganik dan B3 (metal), tidak menyertakan keterangan tentang berat sampah.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah maka muncul rumusan masalah pada penelitian ini yaitu "Bagaimana merancang dan membangun prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor *proximity* serta menampilkan data pemilahan secara *real-time*?".

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Bersumber pada rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membangun prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT dengan ESP32 sebagai mikrokontroler utama.
2. Mengimplementasikan sensor *proximity infrared*, kapasitif, dan induktif dalam proses pemilahan sampah serta menampilkan data secara *real-time*.

#### **1.6 Kegunaan Penelitian**

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu :

1. Secara teoritis

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi berbasis IoT dalam bidang pengelolaan sampah dan menjadi referensi bagi penelitian-penelitian berikutnya yang berkaitan dengan otomatisasi pemilahan sampah serta memperkaya literatur tentang pemanfaatan sensor dalam proses pemilahan sampah secara otomatis.

## 2. Secara Praktis

### a. Bagi penulis

Dengan penelitian ini diharapkan sebagai tambahan wawasan pengalaman dan pengetahuan bagi penulis dalam mempraktikkan ilmu dan teori tentang alat yang dibuat.

### b. Bagi BUMDes Betobo Desa Koto Taluk

Hasil penelitian ini diharapkan untuk dapat menjadi ide pembuatan alat pemilah dalam skala besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemilahan sampah serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual serta mempercepat waktu pemilahan.

### c. Bagi masyarakat dan pemerintah daerah.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong penggunaan teknologi dalam pengelolaan sampah yang lebih modern dan efisien serta mengurangi jumlah sampah yang tidak terpilah dengan baik sehingga mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

### d. Bagi dunia akademik dan industri

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi model awal dalam penerapan teknologi berbasis IoT untuk pengelolaan sampah di tingkat desa dan mendorong penelitian dan inovasi lebih lanjut dalam bidang sistem otomatisasi dan pengelolaan limbah.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan ini penulisan akan dilakukan dengan sistematika guna untuk memudahkan dalam penelitian, dimana sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

|                |          |                             |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|----------------|----------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>BAB I</b>   | <b>:</b> | <b>PENDAHULUAN</b>          | .                                                                                                                                                                                                                              | . |
|                |          |                             | Dalam pembahasan ini membahas tentang pendahuluan yang mengemukakan tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, dan sistematika penulisan. |   |
| <b>BAB II</b>  | <b>:</b> | <b>TINJAUAN PUSTAKA</b>     |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|                |          |                             | Tinjauan Pustaka yang menguraikan tentang kajian teori yang mendukung penelitian, penelitian terdahulu yang relevan, dan dasar teori terkait dengan alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT.                                 |   |
| <b>BAB III</b> | <b>:</b> | <b>METODE PENELITIAN</b>    |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|                |          |                             | Pada bab ini menjelaskan tentang metode penelitian yang terdiri dari rancangan sistem, spesifikasi perangkat keras dan lunak, serta teknik pengujian yang dilakukan.                                                           |   |
| <b>BAB IV</b>  | <b>:</b> | <b>JADWAL KERJA</b>         |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|                |          |                             | Dalam pembahasan ini membahas tentang jadwal kerja dan kegiatan dari penelitian.                                                                                                                                               |   |
| <b>BAB V</b>   | <b>:</b> | <b>IMPLEMENTASI SISTEM</b>  |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|                |          |                             | Pada bab ini menjelaskan implementasi sistem yang telah dirancang, pengujian sistem, serta evaluasi kinerja alat berdasarkan hasil uji coba di lingkungan penelitian.                                                          |   |
| <b>BAB VI</b>  | <b>:</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|                |          |                             | Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut di masa depan.                                                                                                              |   |

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Rancang**

Rancang merupakan suatu proses berpikir dan perancangan yang dilakukan sebelum membangun atau menciptakan suatu sistem, perangkat, atau konsep tertentu. Dalam dunia teknologi dan rekayasa, rancang sering dikaitkan dengan tahapan awal dalam pengembangan produk atau sistem, di mana analisis kebutuhan dan spesifikasi teknis disusun dengan cermat sebelum tahap implementasi dilakukan, seperti yang dinyatakan oleh Aditya *et al.*, [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Janata [7], berpendapat bahwa perancangan sistem harus dilakukan secara sistematis agar dapat menghasilkan suatu produk yang efektif dan efisien dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.

#### **2.1 Bangun**

Bangun dalam konteks teknologi dan rekayasa merujuk pada proses implementasi dari suatu rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Satria *et al.* [8], menyatakan bahwa membangun suatu sistem atau perangkat memerlukan pemahaman yang mendalam terkait struktur desain, bahan yang digunakan, serta metode produksi yang diterapkan. Tahap pembangunan ini sangat penting karena merupakan langkah konkret dalam merealisasikan konsep atau rancangan yang telah disusun dalam tahap sebelumnya.

Dalam pengembangan teknologi berbasis IoT, proses pembangunan juga melibatkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak agar sistem dapat

berfungsi sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Aditya *et al.* [5], menjelaskan bahwa pembangunan suatu sistem harus melalui serangkaian uji coba dan debugging untuk memastikan keandalan serta efektivitasnya dalam penggunaan nyata. Hal ini juga berlaku dalam pembangunan prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT, di mana setiap komponen harus diuji untuk memastikan kompatibilitasnya dalam sistem yang lebih besar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, pembangunan prototipe alat pemilah sampah otomatis akan dirancang sedemikian rupa sehingga dapat beroperasi secara efisien dan memiliki daya tahan yang baik untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama.

### **2.3 Prototipe**

Prototipe dalam konteks teknologi dan rekayasa adalah model awal dari suatu alat yang dikembangkan sebagai bentuk uji coba sebelum diterapkan secara penuh.. Proses pembuatan prototipe alat harus mempertimbangkan aspek material, mekanisme kerja, serta integrasi dengan sistem elektronik agar dapat merepresentasikan desain final dengan baik. Dalam pengembangan alat pemilah sampah berbasis IoT, prototipe berfungsi sebagai sarana pengujian efektivitas sensor dan sistem otomatisasi dalam memilah sampah berdasarkan jenis materialnya, Lukman *et al.* [9].

### **2.4 Sampah**

Paradida *et al.* [10], menyatakan sampah merupakan material sisa dari aktivitas manusia maupun proses alam yang tidak memiliki nilai guna bagi pemiliknya dan memerlukan pengelolaan yang tepat agar tidak menimbulkan

dampak negatif terhadap lingkungan. Sampah dapat berasal dari berbagai sumber, seperti rumah tangga, industri, dan aktivitas komersial, dengan karakteristik yang berbeda-beda.

Paradida *et al.* [10], menyatakan sampah merupakan material sisa dari aktivitas manusia maupun proses alam yang tidak memiliki nilai guna bagi pemiliknya dan memerlukan pengelolaan yang tepat agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Sampah dapat berasal dari berbagai sumber, seperti rumah tangga, industri, dan aktivitas komersial, dengan karakteristik yang berbeda-beda.



**Gambar 2.1 Sampah yang menumpuk (Sumber:[2]).**

Selain aspek pencemaran, sampah juga memiliki nilai ekonomi apabila dikelola dengan baik. Beberapa jenis sampah, seperti sampah organik, dapat diolah menjadi kompos atau biogas, sementara sampah anorganik dan B3 (metal) dapat didaur ulang menjadi bahan baku industri. Kurangnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah serta keterbatasan infrastruktur daur ulang menjadi

tantangan utama dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan, Paradida *et al.* [10].

#### 2.4.1 Jenis-Jenis Sampah

Berdasarkan sifatnya, sampah dapat dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu sampah organik, sampah anorganik, dan sampah B3 (metal):

##### 1. Sampah Organik

Fikri *et al.* [11], sampah organik atau sampah basah adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup, seperti dedaunan dan sampah dapur. Sampah organik dapat mengalami perubahan atau terurai secara alami (*degradable-waste*). meski dibiarkan begitu saja sampah ini akan menghilang dengan sendirinya. Banyak contoh ini seperti sisa makanan, kulit buah, sisa masakan dari dapur dan lain sebagainya.



**Gambar 2.2 Sampah Organik (Sumber:[2]).**

## 2. Sampah Anorganik

Fikri *et al.* [11], sampah anorganik berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui secara alami atau memerlukan waktu yang sangat lama untuk terurai. Contoh sampah anorganik meliputi plastik, kaca, dan kertas. Sampah ini memiliki potensi besar untuk didaur ulang menjadi produk baru, tetapi jika tidak dikelola dengan baik, dapat mencemari tanah, air, dan udara dalam jangka panjang. Oleh karena itu, sistem pemilahan dan daur ulang sampah anorganik sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.



**Gambar 2.3 Sampah Anorganik(Sumber:[2]).**

## 3. Sampah B3 (Metal)

Putri *et al.* [12], sampah B3 (metal) terdiri dari berbagai jenis logam, seperti besi, aluminium, dan tembaga, yang biasanya berasal dari industri, kendaraan, serta peralatan elektronik yang sudah tidak terpakai. Sampah jenis ini memiliki nilai ekonomi tinggi karena dapat dilebur dan digunakan kembali sebagai bahan baku industri.



**Gambar 2.4 Sampah B3 (Metal) (Sumber:[2]).**

## **2.5 Internet of Things (IoT)**

Nofri Wandi [13], dalam penelitiannya menyatakan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah konsep yang memanfaatkan internet sebagai alat interaksi antar actor. IoT mengacu pada miliaran perangkat yang saling terhubung, yang dapat disebut sebagai “Objek Cerdas” atau “Benda Cerdas” .

Widayanti [14], dalam pengelolaan lingkungan, IoT dapat digunakan untuk mengembangkan sistem pemantauan dan pemilahan sampah yang lebih efisien. Teknologi ini memungkinkan integrasi sensor yang dapat mendeteksi jenis dan volume sampah secara *real-time*, sehingga memudahkan proses pengelolaan limbah. Dengan pemanfaatan IoT, sistem pemilah sampah otomatis yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat mengirimkan data langsung ke platform pemantauan, memungkinkan optimalisasi dalam pengambilan keputusan terkait daur ulang dan pengolahan limbah.

## 2.6 Konveyor Pemilah Sampah Otomatis

Konveyor pemilah sampah otomatis adalah sistem mekanis yang dirancang untuk memisahkan berbagai jenis sampah secara otomatis berdasarkan karakteristik tertentu, seperti berat, ukuran, atau jenis materialnya. Sistem ini biasanya terdiri dari sabuk berjalan (*conveyor belt*) yang dilengkapi dengan sensor dan mekanisme pemilah yang bekerja secara otomatis untuk mengarahkan sampah ke kategori yang sesuai, seperti organik, anorganik, atau logam. Dengan adanya teknologi ini, proses pemilahan dapat dilakukan lebih cepat, efisien, dan akurat dibandingkan metode manual, sehingga mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia serta meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan sampah. Selain itu, integrasi dengan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan data secara *real-time*, sehingga dapat membantu optimalisasi dalam proses daur ulang dan pengolahan limbah secara berkelanjutan, Rozaq [15].

### 2.6.1 ESP32

Taufik[2], ESP32 adalah mikrokontroler yang banyak digunakan dalam sistem *Internet of Things* (IoT) karena memiliki kemampuan konektivitas nirkabel yang mendukung komunikasi data secara *real-time*. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan fitur Wi-Fi dan Bluetooth *Low Energy* yang memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan perangkat lain untuk menciptakan sistem otomatisasi yang efisien. Selain itu, ESP32 memiliki prosesor *dual-core* dengan konsumsi daya rendah, berbeda dengan ESP8266 dengan hanya memiliki 1 inti saja, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi yang memerlukan efisiensi ataupun tidak memerlukan daya yang banyak.



**Gambar 2.5 Mikrokontroler ESP32 (Sumber:[2]).**

### **2.6.2 Sensor *proximity infrared* (IR)**

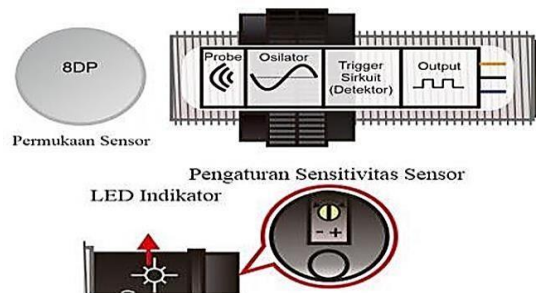
Nurcahyo *et al.* [17], sensor *proximity infrared* (IR) adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pemantulan sinar inframerah untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tanpa kontak fisik. Sensor ini biasanya digunakan dalam sistem otomatisasi untuk mendeteksi jarak dan keberadaan benda di sekitarnya. Sensor IR memiliki keterbatasan dalam mendeteksi benda yang tidak memantulkan cahaya inframerah dengan baik, seperti material transparan atau gelap. Oleh karena itu, dalam sistem pemilah sampah otomatis, sensor IR sering dikombinasikan dengan sensor lain untuk meningkatkan akurasi deteksi.



**Gambar 2.6 Sensor *proximity infrared* (Sumber:[2]).**

### 2.6.3 Sensor *proximity* kapasitif

Nurcahyo *et al.* [17], sensor *proximity* kapasitif adalah sensor yang bekerja dengan prinsip perubahan kapasitansi listrik akibat adanya benda di sekitarnya. Sensor ini mampu mendeteksi berbagai jenis material, baik yang bersifat konduktif maupun non-konduktif, seperti plastik, kaca, kertas, dan cairan. Dalam sistem pemilah sampah otomatis, sensor kapasitif dapat digunakan untuk membedakan antara sampah organik dan anorganik berdasarkan sifat dielektriknya. Keunggulan sensor ini adalah kemampuannya dalam mendeteksi objek tanpa kontak langsung dan sensitivitas yang tinggi terhadap berbagai jenis material. Namun, sensor kapasitif memiliki kelemahan dalam mendeteksi benda pada jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan sensor lainnya, sehingga penggunaannya sering dikombinasikan dengan sensor lain untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.



**Gambar 2.7** Komponen Sensor *proximity* kapasitif (Sumber:[2]).

Adapun komponen dari sensor *proximity* kapasitif yaitu :

1. Probe kapasitif atau piring memiliki fungsi untuk pemancar medan listrik.
2. Osilator berfungsi sebagai penghasil sinyal yang akan dipancarkan oleh probe melalui permukaan sensor. ketika sebuah objek memiliki jarak yang jauh dengan permukaan sensor maka kondisi sinyal dari osilator akan melemah

atau normal. Begitu juga sebaliknya, jika sebuah objek memiliki jarak yang dekat dengan permukaan sensor maka sinyal dari osilator akan semakin kuat.

3. Level detektor sinyal berfungsi sebagai pendeteksi perubahan sinyal osilator ketika probe kapasitif mendeteksi objek kemudian dikeluarkan pada output.
4. Potensiometer berfungsi untuk menyesuaikan sensitivitas sensor. Pengaturan sensitivitas sensor *proximity* kapasitif dapat dilakukan dengan memutar potensiometer pada belakang sensor *proximity* kapasitif yang terdapat *sensitivity adjustment*. Jika potensiometer diputar ke kiri maka sensitivitas sensor *proximity* kapasitif akan berkurang dalam mendeteksi objek, sebaliknya jika potensiometer diputar ke kanan maka sensitivitas sensor *proximity* kapasitif akan bertambah dalam mendeteksi objek.

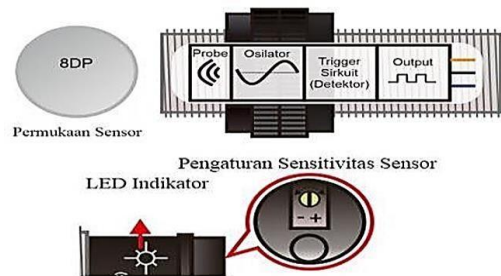


**Gambar 2.8 Sensor *proximity* kapasitif (Sumber:[2]).**

#### **2.6.4 Sensor *proximity* induktif**

Tony *et al.* [18], sensor *proximity* induktif adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan objek berbahan logam. Sensor ini banyak digunakan dalam sistem otomatisasi industri, termasuk dalam pemilahan sampah, untuk mendeteksi dan mengidentifikasi material berbasis logam seperti besi, aluminium, dan tembaga. Dalam sistem

pemilah sampah otomatis, sensor induktif memungkinkan pemisahan sampah B3 (metal) dari jenis sampah lainnya dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem dan tidak terpengaruh oleh material non-logam. Namun, kelemahannya adalah keterbatasan dalam mendeteksi objek non-logam, sehingga perlu dikombinasikan dengan sensor lain untuk mendukung sistem pemilahan yang lebih komprehensif.



**Gambar 2.9 Komponen Sensor *proximity* induktif (Sumber:[2]).**

Adapun komponen dari sensor *proximity* induktif yaitu :

1. Probe induktif atau piring memiliki fungsi untuk pemancar medan listrik.
2. Osilator berfungsi sebagai penghasil sinyal yang akan dipancarkan oleh probe melalui permukaan sensor. ketika sebuah objek (logam) memiliki jarak yang jauh dengan permukaan sensor maka kondisi sinyal dari osilator akan melemah atau normal. Begitu juga sebaliknya, jika sebuah objek (logam) memiliki jarak yang dekat dengan permukaan sensor maka sinyal dari osilator akan semakin kuat.
3. Level detektor sinyal berfungsi sebagai pendeteksi perubahan sinyal osilator ketika probe induktif mendeteksi suatu objek (logam) kemudian dikeluarkan pada output.



**Gambar 2.10 Sensor *proximity* induktif (Sumber:[2]).**

### **2.6.5 Motor Servo**

Motor servo adalah jenis motor listrik yang dirancang untuk memberikan kontrol pergerakan dengan tingkat presisi tinggi. Motor yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor ini bekerja dengan menerima sinyal kontrol dari mikrokontroler untuk menentukan posisi, kecepatan, dan arah pergerakan yang diinginkan. Motor servo sering digunakan dalam sistem otomatisasi, robotika, dan perangkat industri karena kemampuannya dalam menghasilkan gerakan yang stabil serta akurat, Razaq *et al.* [15].

Cara kerja motor servo didasarkan pada mekanisme umpan balik (*feedback*), di mana sensor di dalam motor membaca posisi rotor saat ini dan menyesuaikan sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan. Sistem ini memungkinkan motor servo untuk mempertahankan posisi tertentu tanpa mengalami pergeseran. Motor servo biasanya dikendalikan menggunakan sinyal pulsa lebar (PWM) yang menentukan sudut putaran motor. Dalam penerapan pada konveyor pemilah sampah otomatis, motor servo digunakan untuk mengontrol mekanisme pemilah agar dapat bergerak secara presisi dalam mengarahkan sampah ke kategori yang sesuai, Razaq *et al.* [15].



**Gambar 2.11 Motor Servo (Sumber:[2]).**

#### **2.6.6 Motor DC**

Arifin *et al.* [19], motor DC (*Direct Current*) adalah jenis motor listrik yang beroperasi menggunakan arus searah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC dapat berputar ke arah yang berbeda tergantung pada polaritas tegangan yang diberikan, sehingga fleksibel untuk berbagai sistem penggerak, seperti konveyor dan robotika. Dalam penerapannya pada sistem pemilah sampah otomatis, motor DC berfungsi sebagai penggerak utama konveyor, memastikan pergerakan material yang stabil dan terkontrol selama proses pemilahan.



**Gambar 2.12 Motor DC (Sumber:[2]).**

#### **2.6.7 Kabel Jumper**

Bahri [20], kabel jumper adalah kabel penghantar listrik yang digunakan dalam perakitan dan pengujian rangkaian elektronik untuk menghubungkan

berbagai komponen tanpa perlu penyolderan. Kabel ini sering digunakan dalam sistem prototipe, terutama pada breadboard, untuk menghubungkan sirkuit sementara sebelum dilakukan perakitan permanen. Kabel jumper memiliki beberapa jenis konektor, seperti *male-to-male*, *male-to-female*, dan *female-to-female*, yang memungkinkan fleksibilitas dalam konfigurasi rangkaian. Dalam sistem pemilah sampah otomatis berbasis IoT, kabel jumper berfungsi sebagai penghubung antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator untuk memastikan komunikasi data yang stabil dan efisien.



**Gambar 2. 13 Kabel Jumper (Sumber:[2]).**

#### **2.6.8 Arduino IDE**

Yahya [21], Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah lingkungan Arduino IDE mendukung berbagai bahasa pemrograman berbasis C/C++, serta menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan untuk pengembangan sistem tertanam (*embedded system*). Perangkat lunak ini dilengkapi dengan pustaka (*library*) yang memudahkan integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator, sehingga sangat cocok digunakan dalam penelitian dan pengembangan sistem otomatisasi. Dalam sistem pemilah sampah otomatis berbasis IoT, Arduino IDE digunakan untuk memprogram mikrokontroler ESP32

agar dapat mengontrol sensor, motor servo, serta mengelola komunikasi data secara *real-time*.



**Gambar 2.14 Logo Arduino IDE (Sumber:[22]).**

### **2.6.9 Firebase**

Maulana dan Alanda [23], firebase adalah platform layanan berbasis cloud yang dikembangkan oleh Google untuk mendukung pengembangan aplikasi web dan mobile dengan fitur seperti database *real-time*, autentikasi, hosting, dan *cloud storage*. Firebase memungkinkan aplikasi untuk menyimpan dan menyinkronkan data secara *real-time*, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Dalam sistem pemilah sampah otomatis berbasis IoT, *firebase* dapat digunakan untuk menyimpan data hasil pemilahan sampah, memungkinkan pengguna untuk memantau dan menganalisis informasi melalui antarmuka berbasis web atau aplikasi seluler.

### **2.6.10 MIT App Inventor**

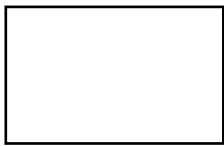
Amalia dan Herawati [22], MIT App Inventor adalah platform berbasis visual yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi Android tanpa memerlukan pemrograman tingkat lanjut. Dengan menggunakan antarmuka *drag-and-drop*, MIT App Inventor memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi dengan lebih mudah, terutama bagi pemula dalam pengembangan perangkat lunak.

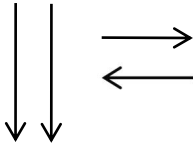
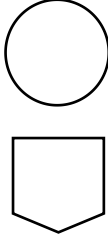
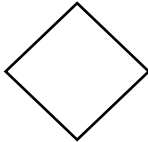
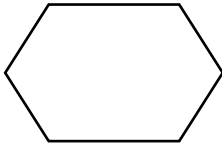
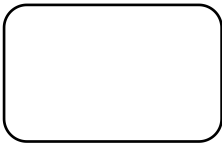
Platform ini menyediakan berbagai komponen yang dapat diintegrasikan dengan fitur perangkat keras, seperti GPS, sensor, dan konektivitas internet. Dalam sistem pemilah sampah otomatis berbasis IoT, MIT App Inventor dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi pemantauan yang memungkinkan pengguna untuk melihat data hasil pemilahan sampah secara *realtime* melalui perangkat seluler.

## 2.7 Flowchart Diagram

*Flowchart Diagram* adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong analisis dalam untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian [1]. Simbol-simbol yang digunakan dalam *Flowchart Diagram* yaitu :

**Tabel 2.1 Simbol *Flowchart Diagram***

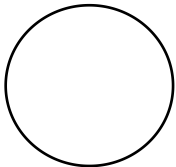
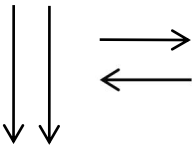
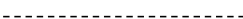
| No | Gambar                                                                              | Nama                | Keterangan                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  | <i>Input/Output</i> | Simbol <i>input/output</i> ( <i>input/output symbol</i> ) digunakan untuk mewakili data <i>input/output</i> . |
| 2  |  | <i>Process</i>      | Simbol proses ( <i>process symbol</i> ) digunakan untuk mewakili proses.                                      |
| 3  |  | <i>Document</i>     | Simbol dokumen ( <i>document process</i> ) laporan berupa print out.                                          |

|   |                                                                                     |                           |                                                                                                                                                      |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 |    | <i>Flow Line</i>          | Simbol garis alir ( <i>flow line symbol</i> ) digunakan untuk menunjukkan arus dari proses.                                                          |
| 5 |    | <i>Connector</i>          | Simbol penghubung ( <i>connector symbol</i> ) digunakan untuk menunjukkan dari bagian alir yang terputus dihalaman yang sama atau dihalaman lainnya. |
| 6 |   | <i>Decision</i>           | Simbol keputusan ( <i>decision</i> ) digunakan untuk suatu penyelesaian kondisi didalam program.                                                     |
| 7 |  | <i>Predefined Process</i> | Simbol proses terdefinisi ( <i>predefined process symbol</i> ) digunakan untuk menunjukkan suatu operasi yang rinciannya ditunjukkan ditempat lain.  |
| 8 |  | <i>Preparation</i>        | Simbol persiapan ( <i>preparation symbol</i> ) digunakan untuk memberi nilai awal suatu besaran.                                                     |
| 9 |  | <i>Terminal Point</i>     | Simbol titik terminal ( <i>terminal point symbol</i> ) digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari suatu proses.                                 |

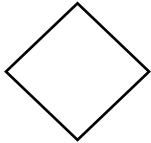
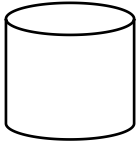
## 2.8 Blok Diagram

Blok Diagram merupakan suatu alur dari sistem secara sederhana yang bertujuan untuk menerangkan dari cara kerja sistem yang dibuat. Dengan blok diagram dapat mempermudah menganalisa cara kerja rangkaian dan merancang hardware [1]. Simbol-simbol yang digunakan dalam Blok Diagram yaitu:

**Tabel 2.2 Simbol Blok Diagram**

| No | Gambar                                                                              | Nama                | Keterangan                                                                  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  |    | <i>Input/Output</i> | Menunjukkan <i>input</i> dan <i>output</i> dari sistem.                     |
| 2  |  | <i>Process</i>      | Menunjukkan proses, operasi, atau langkah langkah pada sistem.              |
| 3  |  | <i>Circle</i>       | Menunjukkan titik koneksi atau <i>junction</i> dalam suatu sistem.          |
| 4  |  | <i>Arrow</i>        | Menunjukkan arah aliran data atau kontrol.                                  |
| 5  |  | <i>Dashed Line</i>  | Menunjukkan hubungan yang tidak langsung atau komunikasi bersifat opsional. |

---

|   |                                                                                   |                 |                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|
| 6 |  | <i>Diamond</i>  | Menunjukkan keputusan atau percabangan dalam aliran proses. |
| 7 |  | <i>Cylinder</i> | Menunjukkan penyimpanan data, seperti database.             |

---

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan alat pemilah sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan berbagai pendekatan teknologi. Penelitian yang dilakukan oleh Yulita *et al.* [1], merancang sistem pemilah sampah otomatis yang menggunakan sensor berbasis IoT untuk memilah sampah logam dan non-logam. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi pemantauan berbasis Blynk untuk mengetahui kapasitas tempat sampah secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu meningkatkan efisiensi dalam pemilahan sampah dan mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia.

Putri *et al.* [12], pengembangan sistem monitoring pada alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk. Sistem ini fokus pada pemantauan ketinggian sampah di dalam wadah guna mengoptimalkan proses pengangkutan limbah. Dengan menggunakan sensor ultrasonik, penelitian ini berhasil mengembangkan sistem yang mampu memberikan notifikasi saat tempat sampah sudah penuh. Namun, penelitian ini masih terbatas pada aspek pemantauan dan belum mencakup mekanisme otomatisasi pemilahan sampah secara fisik.

Tony *et al.* [18], perancangan alat pemisah sampah cerdas berbasis IoT yang dapat membedakan sampah logam dan non-logam secara otomatis. Sistem ini menggunakan sensor *proximity* induktif untuk mendeteksi logam dan memisahkannya dari sampah lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor *proximity* meningkatkan tingkat akurasi pemilahan sampah. Namun, alat ini masih memiliki keterbatasan dalam memilah sampah organik dan anorganik non-logam secara lebih spesifik.

Berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini akan mengembangkan alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT yang menggunakan sistem konveyor untuk meningkatkan efisiensi pemilahan. Dengan integrasi sensor *proximity infrared*, kapasitif dan induktif, sistem ini mampu mengidentifikasi dan memilah sampah lebih akurat berdasarkan jenis materialnya yaitu organik, anorganik dan B3 (metal). Selain itu, penggunaan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan *Firebase* dan aplikasi berbasis MIT App Inventor akan memungkinkan pemantauan data pemilahan secara *real-time*. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem pemilah sampah yang lebih cerdas, efisien, dan dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih luas.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Uraian Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) "Betobo", yang berlokasi di Desa Koto Taluk. BUMDes ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki peran strategis dalam pengelolaan sampah di wilayah tersebut. Sebagai pusat pengelolaan sampah, BUMDes "Betobo" telah menerapkan sistem pemilahan sampah berdasarkan jenis materialnya. Sistem ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses pengolahan sampah agar memiliki nilai guna yang lebih tinggi serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.



**Gambar 3. 1 BUMDes Betobo Desa Koto Taluk.**

Sampah yang dikumpulkan di BUMDes ini dikategorikan ke dalam beberapa jenis utama. Sampah organik, seperti dedaunan, sisa sayuran, dan limbah makanan, diolah menjadi pupuk kompos. Pupuk yang dihasilkan dikemas dengan baik dan dijual kembali sebagai produk yang dapat digunakan oleh petani maupun masyarakat umum. Sementara itu, sampah anorganik dipilah lebih lanjut

berdasarkan jenisnya, seperti plastik, kaca, dan kertas. Sampah yang masih memiliki nilai ekonomi dijual ke pengepul atau industri daur ulang untuk diproses kembali menjadi bahan baku. Selain itu, terdapat pula sampah logam yang terdiri dari besi dan material B3 (metal) lainnya. Sampah jenis ini dikumpulkan secara terpisah dan dijual kepada pihak yang membutuhkan, seperti industri pengolahan logam.

Dengan sistem yang telah diterapkan, BUMDes "Betobo" tidak hanya berperan dalam pengelolaan sampah tetapi juga turut berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat. Sampah yang sebelumnya dianggap sebagai limbah kini dapat dikelola menjadi sumber pendapatan baru. Namun, dalam praktiknya, proses pemilahan masih dilakukan secara manual, yang sering kali membutuhkan waktu lama serta tenaga kerja yang cukup banyak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan adanya alat ini, diharapkan proses pemilahan dapat dilakukan secara lebih cepat, efisien, dan akurat, sehingga meningkatkan efektivitas kerja serta meminimalkan kesalahan dalam pemilahan sampah.

### **3.1.1 Sejarah Singkat Tempat Penelitian**

BUMDes "Betobo" yang artinya "gotong royong" didirikan pada tahun 2016 sebagai salah satu unit usaha desa yang bertujuan untuk mengelola sampah dengan lebih sistematis dan profesional. Terletak di belakang Masjid Al-Jihad Desa Koto Taluk. Pendirian BUMDes ini dilatarbelakangi oleh permasalahan sampah yang semakin meningkat di Desa Koto Taluk. Sebelum adanya BUMDes

"Betobo", masyarakat cenderung membuang sampah secara sembarangan, baik dengan cara dibakar maupun dibuang ke sungai, yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pemerintah desa bersama masyarakat berinisiatif untuk mendirikan badan usaha yang berfokus pada pengelolaan sampah yang lebih baik dan berkelanjutan.

Sejak berdirinya, BUMDes "Betobo" mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Struktur organisasi yang mengelola BUMDes ini terdiri dari Direktur Utama, yakni Robby Anggriawan, serta beberapa anggota pengelola lainnya, yaitu Hendrik dan Bambang. Selain itu, terdapat tiga pegawai wanita yang bertanggung jawab dalam pencatatan administrasi, pengemasan produk kompos, serta pengelolaan hasil daur ulang. Dengan adanya tim yang solid, BUMDes ini dapat menjalankan operasionalnya dengan baik dalam mengumpulkan, memilah, serta mendistribusikan sampah yang telah dikelola.

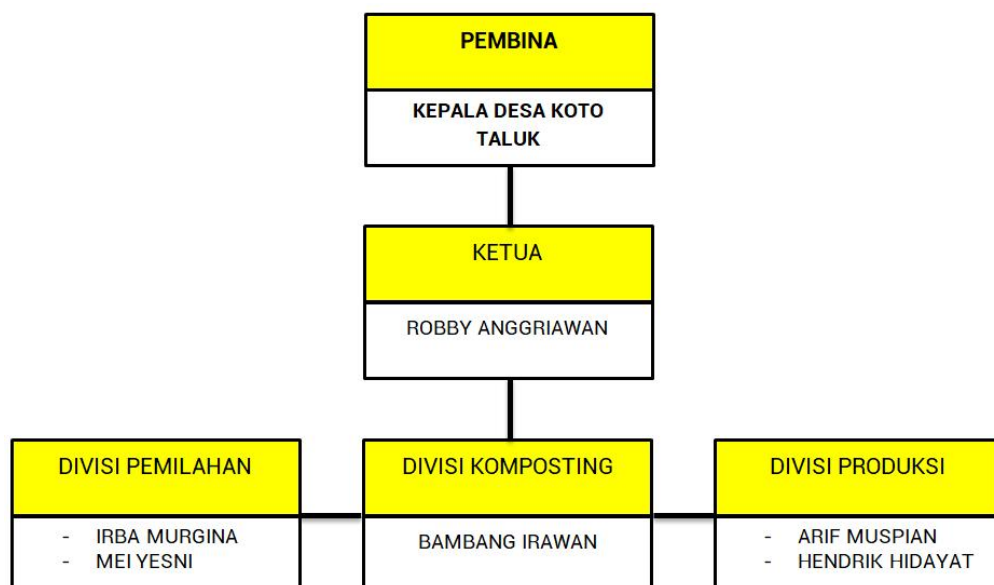
Keberadaan BUMDes "Betobo" membawa dampak positif bagi masyarakat setempat. Selain mengurangi pencemaran lingkungan, badan usaha ini juga membuka lapangan pekerjaan baru bagi warga desa. Sistem pengelolaan sampah yang diterapkan juga memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai pentingnya memilah sampah sejak dari rumah. Namun, meskipun telah berjalan cukup baik, masih terdapat berbagai tantangan, seperti efisiensi dalam pemilahan sampah, keterbatasan tenaga kerja, serta kebutuhan akan teknologi yang lebih modern untuk meningkatkan produktivitas.

Dalam konteks penelitian ini, pengembangan prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT diharapkan dapat menjadi solusi bagi permasalahan yang ada. Dengan penerapan teknologi yang lebih canggih, sistem pemilahan

dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurat, sehingga dapat meningkatkan kinerja serta efektivitas operasional di BUMDes "Betobo". Selain itu, penggunaan alat ini juga diharapkan dapat menjadi contoh bagi desa-desa lain dalam menerapkan sistem pengelolaan sampah berbasis teknologi untuk mendukung pembangunan desa yang lebih bersih dan berkelanjutan.

### 3.1.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi dalam suatu lembaga sangat penting untuk memastikan bahwa setiap bagian memiliki tugas dan tanggung jawab yang jelas dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. BUMDes "Betobo" memiliki struktur organisasi yang terdiri dari beberapa posisi utama yang berperan dalam menjalankan operasionalnya sehari-hari. Struktur organisasi ini dirancang agar pengelolaan sampah di BUMDes dapat berjalan secara efektif dan efisien. Berikut adalah diagram struktur organisasi BUMDes Betobo Desa Koto Taluk:



**Gambar 3. 2 Struktur Organisasi BUMDes Betobo Tahun 2016.**

Struktur organisasi ini mencerminkan pembagian tugas yang jelas dalam sistem pengelolaan sampah di BUMDes Betobo, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pemilahan dan pengolahan sampah guna mendukung keberlanjutan lingkungan serta perekonomian desa.

### 3.1.3 Tugas Pokok dan Fungsi dari Struktur Organisasi

Adapun tugas pokok dan fungsi dari struktur organisasi pada tempat penelitian ini yaitu :

**Tabel 3.1 Tugas Pokok dan Fungsi (Tupoksi)**

| <b>Jabatan</b> | <b>Nama</b>            | <b>Tugas Pokok dan Fungsi (Tupoksi)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pembina        | Kepala Desa Koto Taluk | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan arahan strategis, kebijakan umum, serta dukungan terhadap program pengelolaan sampah BUMDes.</li> <li>2. Mewakili otoritas desa dalam pengawasan.</li> </ol>                                                                                                                                |
|                | Ketua                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bertindak sebagai pimpinan utama yang bertanggung jawab atas seluruh kegiatan operasional dan manajerial BUMDes.</li> <li>2. Mengawasi sistem pengelolaan sampah, menjalin kerja sama eksternal, dan memastikan seluruh divisi berjalan sesuai visi dan misi BUMDes Betobo Desa Koto Taluk.</li> </ol> |

|                      |                                  |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Divisi<br>Pemilahan  | Irba Murgina, Mei<br>Yesni       | 1. Bertugas melakukan pemilahan sampah menjadi dua kategori utama: organik dan anorganik.                                                                                                                             |
|                      |                                  | 2. Selain itu, mereka juga mencatat data jumlah dan jenis sampah setiap hari sebagai bagian dari sistem monitoring dan evaluasi.                                                                                      |
| Divisi<br>Komposting | Bambang Irawan                   | 1. Mengelola proses pembuatan kompos dari sampah organik, mulai dari fermentasi, pembalikan, hingga pengemasan.                                                                                                       |
|                      |                                  | 2. Bertanggung jawab atas mutu produk kompos dan distribusinya.                                                                                                                                                       |
| Divisi<br>Produksi   | Arif Muspian,<br>Hendrik Hidayat | 1. Hendrik khususnya bertugas mengangkut sampah dari titik-titik pengumpulan di desa, sedangkan proses pengolahan bahan anorganik dan B3 (metal) dilakukan bersama Arif Muspian untuk menghasilkan produk daur ulang. |

### 3.2 Metode yang digunakan

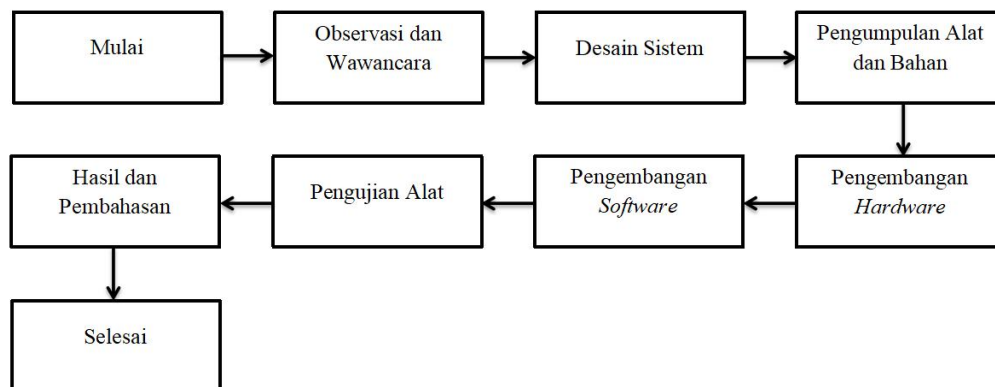
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen sebagai pendekatan utama untuk menguji efektivitas sistem pemilahan sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang. Metode eksperimen dipilih karena mampu memberikan

pengamatan langsung terhadap variabel yang dimanipulasi, memungkinkan peneliti untuk memperoleh data yang akurat dalam kondisi yang terkontrol, Santi [24].

Eksperimen dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap perancangan sistem dan tahap pengujian. Pada tahap perancangan, perangkat keras dan lunak disusun untuk mengidentifikasi jenis sampah berdasarkan sifat materialnya yaitu sampah organik, sampah anorganik dan sampah B3 (metal). Kemudian pada tahap pengujian, sistem diuji dengan berbagai jenis sampah untuk menilai akurasi pemilahan dan waktu proses. Penggunaan metode eksperimen dalam penelitian teknologi pemilahan sampah telah terbukti relevan dalam berbagai studi sebelumnya, seperti yang ditunjukkan oleh Wibowo dan Nurcahyo [17], yang berhasil mengembangkan prototipe alat pemilah sampah berbasis mikrokontroler dengan hasil pemilahan yang lebih cepat dan efisien.

### 3.3 Diagram Alur Penelitian

Berikut adalah diagram alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini :



**Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian.**

## 1. Mulai

Tahapan awal dimulainya kegiatan penelitian. Peneliti menentukan tujuan dan ruang lingkup penelitian berdasarkan topik yang telah ditetapkan.

## 2. Observasi dan Wawancara

Peneliti melakukan observasi dan wawancara langsung di BUMDes Betobo untuk memahami kondisi nyata pengelolaan sampah.

## 3. Desain Sistem

Tahap ini melibatkan perancangan arsitektur sistem alat pemilah sampah otomatis, termasuk pemilihan sensor, mikrokontroler, dan alur mekanis konveyor.

## 4. Pengumpulan Alat dan Bahan

Semua komponen dan bahan fisik yang dibutuhkan dalam pembangunan prototype dikumpulkan, seperti sensor proximity, ESP32, servo motor, dan bahan konveyor. Komponen disesuaikan dengan rancangan sistem yang telah dibuat.

## 5. Pengembangan Hardware

Proses ini mencakup perakitan semua komponen elektronik dan mekanik ke dalam bentuk fisik alat. Koneksi antar komponen diuji agar berfungsi secara terpadu.

## 6. Pengembangan Software

Pengembangan kode dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE. Lalu dihubungkan dengan Firebase untuk menyimpan data dari sensor dan ditampilkan dengan aplikasi MIT App Inventor.

## 7. Pengujian Alat

Prototipe diuji menggunakan berbagai jenis sampah untuk mengamati kemampuan sistem dalam mengenali dan memilah jenis sampah secara otomatis. Data hasil uji dicatat untuk analisis lebih lanjut.

## 8. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian dianalisis untuk mengevaluasi keakuratan sensor, kecepatan sistem, dan keefektifan alat secara keseluruhan. Temuan dijadikan dasar dalam menyusun pembahasan dan kesimpulan.

## 9. Selesai

Kegiatan penelitian diakhiri dengan penyusunan laporan akhir dan kesimpulan. Saran pengembangan alat juga diberikan sebagai bahan untuk penelitian selanjutnya.

### **3.4 Teknik Mengumpulkan Data**

Adapun teknik pengumpulan data yang peneliti gunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah :

#### 1. Metode Observasi

Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung dengan pengamatan langsung terhadap bagaimana sistem pemilahan sampah yang ada pada BUMDes Betobo Desa Koto Taluk. Dengan tujuan untuk mendapatkan data data yang diperlukan.

#### 2. Wawancara

Pengumpulan data yang dilakukan dengan metode wawancara ini yaitu penulis melakukan wawancara dengan pengurus BUMDes Betobo Desa Koto Taluk untuk mendapatkan informasi berupa data yang diperlukan dalam penelitian ini.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT ini berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan. Sistem mampu mendeteksi jenis jenis sampah secara otomatis berdasarkan sinyal yang dideteksi oleh sensor, kemudian menampilkan informasi pada LCD, lalu menggerakkan sampah yang dibantu servo motor sesuai jenis sampah. Serta mengirim dan menyimpan data di Firebase secara *real-time*. Pengujian juga menunjukkan bahwa sistem mampu merespon dengan baik setiap sampah yang diletakkan pada konveyor, dengan tampilan data yang jelas di LCD dan pencatatan yang tepat di Firebase. Aplikasi android yang terhubung dengan Firebase juga mampu menampilkan data sampah secara langsung. Dengan demikian, sistem prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT ini dapat meningkatkan efisiensi pemilahan sampah, sehingga layak untuk diimplementasikan dalam skala industri.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan pengamatan dan pengalaman selama proses perancangan dan pengujian, terdapat beberapa saran untuk pengembangan dan peningkatan dalam upaya pengelolaan sampah pada sistem prototipe alat pemilah sampah otomatis berbasis IoT ini antara lain :

1. Peningkatan akurasi dalam mendeteksi sampah, misalnya untuk mendeteksi sampah kertas, daun, sisa makanan, kaleng dan lain sebagainya. Tidak hanya mendeteksi kategori material sampahnya saja.
2. Penambahan fitur *machine learning* dan kamera agar pemilahan semakin akurat dalam memilah sampah sehingga dapat memilah sampah yang kompleks maupun dalam situasi sampah bertumpuk sekalipun.
3. Penambahan sistem penimbang berat sampah setelah sampah terpilah agar sampah dapat diketahui detail beratnya untuk mempercepat efisiensi pengelolaan.
4. Implementasi dalam skala besar atau yang layak pakai bagi tempat usaha, agar alat ini dapat membantu meringankan pekerja dalam mengelola sampah dan upaya pencegahan penumpukan sampah pada TPA.
5. Penambahan alat pemisah sampah di awal konveyor untuk memisahkan kategori sampah ringan dan sampah berat untuk meningkatkan efisiensi dan keakuratan alat dalam memilah sampah.
6. Penambahan fungsi konveyor agar sampah dapat di drop (*bulk*) sehingga tidak perlu dimasukkan satu satu lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Rozaq, N. Yulita, and D. Setyaningsih, “Pengembangan tempat sampah otomatis berbasis internet of things ( IoT ) untuk pengelolaan sampah logam dan non- logam,” pp. 250–257, 2023.
- [2] R. aisal Nur Jaya, Taufik Ardiansya, Adriani, “Perancangan smart trash menggunakan mikrokontroler nodemcu berbasis IoT (internet of things),” Universitas Muhammadiyah Makassar, 2024.
- [3] Rustam, “Rencana strategis tahun 2021-2026,” Kuantan Singingi, 2021.
- [4] R. Destiana *et al.*, “Pengelolaan limbah sampah dan bank sampah dan re-branding produk UMKM desa keduanan,” *Safari J. Pengabd. Masy. Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 43–50, 2023.
- [5] F. Aditya, A. D. Putra, and A. Surahman, “Rancang bangun aplikasi penjualan berbasis android,” vol. 3, no. 3, pp. 316–329, 2022.
- [6] Masluch Ambhar Qudsiyah, “Sistem pemantau kadar gas co dan co2 berbasis IoT terintegrasi blynk menggunakan sensor mq-7 dan sensor mq-135 pada alat pengolah sampah,” Politeknik Negeri Jember, 2025.
- [7] R. Janata, A. T. Priandika, and R. D. Gunawan, “Pengembangan game petualangan edukasi pengenalan satwa dilindungi di indonesia menggunakan construct 2,” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 3, no. 3, pp. 286–294, 2022.
- [8] R. Satria, I. Ahmad, and R. D. Gunawan, “Rancang bangun e-marketplace berbasis mobile untuk meningkatkan pelayanan penjualan,” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, pp. 89–95, 2023.
- [9] R. Lukman, Y. Fernando, and A. Jayadi, “Perancangan alat pakan bebek otomatis terjadwal berbasis arduino uno dengan penjadwalan android,” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, pp. 10–21, 2023.
- [10] Y. P. Paradida, M. L. Tarigan, F. D. N. Luhulima, and P. Ansiska, “Pengelolaan lingkungan pesisir melalui aksi bersih sampah sebagai upaya konservasi di wisata pantai putih kabupaten manokwari, papua barat,” *J. Pengabd. Arumbai*, vol. 1, no. 2, pp. 84–90, 2023.
- [11] I. Fikri, F. Hafidh, and H. Sirajuddin, “Sistem pengelolaan bank sampah

- berbasis digital dengan metode PLC (project life circle),” *Technol. J. Ilm.*, vol. 14, no. 1, p. 67, 2023.
- [12] T. W. O. Putri, G. Alvianingsih, and P. Maharani, “Perancangan sistem monitoring pada pemilah sampah otomatis berbasis internet of things menggunakan aplikasi blynk,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 15, no. 1, pp. 1–10, 2022.
  - [13] N. W. Al-hafiz, “Design of an internet of things-based automatic cat feeding control device ( IoT ),” vol. 13, no. 1, pp. 161–169, 2024.
  - [14] I. yolia dewi Widayanti, J. Maulindar, and Nurchim, “Perancangan sistem sampah organik dan anorganik berbasis mikrokontroler menggunakan sensor proximity,” *Infotech J.*, vol. 9, no. 1, pp. 207–214, 2023.
  - [15] D. Al Razaq, F. Badri, and E. S. Wirateruna, “Rancang bangun konveyor penyortir buah belimbing berdasarkan tingkat kematangan dari warna berbasis arduino uno,” *Sci. Electro*, vol. 16, no. 3, 2023.
  - [16] M. Yusro and A. Diamah, “Workshop pemanfaatan teknologi internet of things (IoT) menggunakan mikrokontroler esp32 untuk guru-guru SMK,” *Sarwahita*, vol. 19, no. 01, pp. 83–92, 2022.
  - [17] R. Nurcahyo, M. Asvial, N. Wibowo, and A. T. Setyoko, *Alternatif Strategi Pengelolaan E-Waste di Jakarta*, no. Maret. 2023.
  - [18] S. Tony Gunawan, Ahmad Subki, Ardiyallah Akbar, Lalu Delsi Samsumar, “Rancang bangun alat pemisah sampah cerdas berbasis internet of things,” *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 359–360, 2024.
  - [19] Z. Arifin, M. Zaenudin, and Y. K. P. Saleh, “Perancangan kontroler pada konveyor pendeteksi berat menggunakan load cell berbasis PLC,” *Technopex 2023*, no. November, pp. 66–78, 2023.
  - [20] S. ade sudrajat Bahri, “Rancang bangun prototype sistem pendeteksi gempa berbasis IoT menggunakan notifikasi telegram,” *Ranc. Bangun Prototype Sist.*, vol. 4, no. May, pp. 14–20, 2024.
  - [21] F. Yahya, “Teknologi penyiraman tanaman taugé otomatis berbasis internet of things menggunakan nodemcu esp8266 dengan pemrograman arduino ide,” vol. 11, no. 6, pp. 6530–6534, 2024.
  - [22] R. Amalia and Y. Herawati, “Implementation of mit app inventor in go

- rempah development,” *J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 155–161, 2022.
- [23] A. Maulana Ibrahim and A. Alanda, “Sistem keamanan pintu rumah berbasis cloud computing,” *J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–29, 2022.
- [24] S. Damayanti and Z. M. Noer, “Smart dustbin based on internet of things ( IoT ) information system using telegram,” vol. 5, no. January, pp. 451–462, 2025.