

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Permasalahan pengelolaan sampah merupakan salah satu isu lingkungan yang terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan urbanisasi di Indonesia. Volume sampah nasional terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun; menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, produksi sampah di Indonesia telah mencapai sekitar 68 juta ton per tahun dengan komposisi 57% sampah organik dan 33% anorganik. Kondisi ini berdampak langsung terhadap pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan, dan rendahnya efektivitas program daur ulang (Khozin et al., 2022). Jika tidak dilakukan inovasi dalam sistem pengelolaan, peningkatan volume sampah akan semakin memperburuk kondisi lingkungan serta menurunkan kualitas hidup masyarakat.

Di berbagai daerah, sistem pengelolaan sampah masih bergantung pada proses manual yang membutuhkan banyak tenaga kerja dan kurang efisien dalam proses pemilahan. Minimnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah sejak dari sumber membuat proses daur ulang tidak optimal (Kurniawan & Rahmawati, 2024). Padahal, pemilahan sampah sejak awal merupakan tahap penting untuk mengurangi beban tempat pembuangan akhir serta meningkatkan nilai ekonomi dari material daur ulang. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu melakukan pemilahan otomatis dengan tingkat akurasi tinggi dan dapat beroperasi secara *real-time*.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang besar dalam menciptakan solusi inovatif terhadap permasalahan tersebut. IoT

memungkinkan integrasi sensor dan mikrokontroler yang saling terhubung melalui internet untuk melakukan *monitoring*, kontrol, dan pertukaran data secara otomatis (Media et al., 2024). Implementasi konsep ini dalam bentuk *Smart Trash System* dapat membantu proses pemilahan dan pemantauan kapasitas tong sampah secara digital, sekaligus mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan apabila tempat sampah telah penuh (Prayoga et al., n.d.). Dengan demikian, penggunaan IoT diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan dan mendukung penerapan konsep *smart city* di Indonesia.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penerapan teknologi IoT dalam sistem pengelolaan sampah. Kurniawan dalam penelitiannya mengembangkan sistem tong sampah pintar berbasis ESP32 yang mampu membedakan sampah organik dan anorganik menggunakan sensor warna serta mengirimkan notifikasi melalui jaringan Wi-Fi (Kurniawan & Rahmawati, 2024). Ismail, Nusri, dan Rahman merancang sistem pemilah sampah otomatis yang mengombinasikan sensor ultrasonik dan infrared untuk mendeteksi jenis sampah, menghasilkan tingkat akurasi pemilahan hingga 90% (Nusri & Rahman, 2023).

Mikrokontroler ESP32 sendiri memiliki keunggulan berupa konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, kapasitas pemrosesan cepat, serta konsumsi daya yang rendah, menjadikannya sangat cocok untuk perangkat pintar yang beroperasi secara mandiri (Wafi et al., 2020). Beberapa studi lokal, membuktikan bahwa ESP32 efektif digunakan dalam pemantauan tempat sampah jarak jauh dengan akurasi pembacaan sensor yang tinggi dan keandalan koneksi stabil. Integrasi teknologi ini dengan sensor pendeteksi material dan sensor ultrasonik

dapat menghasilkan sistem yang mampu memilah sampah secara otomatis sekaligus mengirimkan data ke *cloud* atau *dashboard real-time* (Khoirudin, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada “Sistem *Smart Trash* Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Berbasis *Internet of Things* Menggunakan ESP32”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem yang mampu melakukan pemilahan otomatis, memantau kapasitas tempat sampah secara *real-time*, serta memberikan notifikasi ketika tong penuh. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat dan pengelola kebersihan dalam mempercepat proses daur ulang dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di lingkungan perkotaan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini mencoba merumuskan masalah yang perlu diselesaikan dalam pengembangan Sistem *Smart Trash*: Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Berbasis IoT Menggunakan ESP32. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem tempat sampah cerdas berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mendeteksi dan memilah jenis sampah organik dan anorganik secara otomatis?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan sensor dan aktuator agar sistem dapat beroperasi secara efisien dan memberikan hasil pemilahan yang akurat?
3. Bagaimana menguji kinerja sistem *Smart Trash* berbasis ESP32 dalam hal akurasi pemilahan, kecepatan pengiriman notifikasi, dan stabilitas koneksi jaringan?

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini berjalan terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah dirumuskan, maka ruang lingkup penelitian perlu dibatasi. Batasan masalah ini disusun berdasarkan empat poin utama rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya. Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan sistem tempat sampah cerdas berbasis mikrokontroler ESP32 dibatasi hanya untuk mendeteksi dan memilah dua jenis sampah, yaitu organik dan anorganik.
2. Integrasi sensor dan aktuator dibatasi pada penggunaan satu sensor pendeteksi logam, satu sensor warna RGB, serta servo motor sebagai aktuator utama.
3. Pengujian kinerja sistem *Smart Trash* berbasis ESP32 difokuskan pada tiga parameter utama yaitu, akurasi pemilahan sampah, kecepatan pengiriman notifikasi dan stabilitas koneksi jaringan.

### **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem tempat sampah cerdas berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mendeteksi dan memilah jenis sampah organik dan anorganik secara otomatis.
2. Mengintegrasikan sensor dan aktuator agar sistem dapat beroperasi secara efisien dan memberikan hasil pemilahan yang akurat.

3. Melakukan pengujian kinerja sistem *Smart Trash* berbasis ESP32 dalam hal akurasi pemilahan, kecepatan pengiriman notifikasi, dan stabilitas koneksi jaringan.

#### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Jadi dasar penelitian lanjutan di bidang *smart waste management* dan pemilah sampah otomatis.
2. Menunjukkan kombinasi efektif antara sensor logam, sensor warna RGB, dan servo motor dalam sistem cerdas.
3. Menghasilkan alat prototipe yang membantu masyarakat memilah sampah organik dan anorganik otomatis.
4. Dapat digunakan di kampus, sekolah, atau instansi pemerintah sebagai alat percontohan sistem pengelolaan sampah pintar.
5. Menunjukkan bagaimana ESP32 dan IoT dapat diimplementasikan untuk *monitoring* dan notifikasi *real-time* dengan biaya rendah.
6. Mendukung program pemerintah menuju lingkungan bersih dan berkelanjutan (*smart city & green technology*).
7. Meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memilah sampah sejak dari sumber.
8. Mengurangi volume sampah campuran yang berakhir di TPA dan mempercepat proses daur ulang.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini agar dapat disusun sebagaimana mestinya adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Bagian ini memberikan gambaran umum mengenai alasan dilakukannya penelitian serta arah pengembangannya.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memuat teori-teori yang relevan dengan topik penelitian, mencakup penjelasan mengenai teknologi *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler ESP32, sensor pendeteksi logam, sensor warna RGB, servo motor, dan sensor ultrasonik. Selain itu, dibahas juga hasil penelitian terdahulu yang mendukung pengembangan sistem *Smart Trash* sebagai dasar teoretis penelitian ini.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi jenis dan pendekatan penelitian, rancangan sistem, spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak, prosedur kerja sistem, serta teknik pengumpulan dan analisis data. Bab ini juga mencantumkan jadwal pelaksanaan penelitian untuk menunjukkan tahapan kerja secara sistematis.

**BAB IV : IMPLEMENTASI SISTEM**

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem yang telah dibuat, termasuk hasil pengujian akurasi pemilahan sampah, kecepatan notifikasi IoT, serta analisis performa sistem. Selain itu, dibahas pula interpretasi data dan perbandingan hasil penelitian dengan teori atau penelitian sebelumnya.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

**BAB VI : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh serta saran-saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang, baik dalam aspek teknis maupun penerapan di lingkungan nyata.