

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Penelitian**

Di tengah arus modernisasi dan kemajuan teknologi yang pesat, persoalan sampah menjadi salah satu isu krusial yang terus mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, laju urbanisasi, serta intensitas aktivitas harian. Lonjakan populasi secara signifikan turut memicu peningkatan volume sampah dari berbagai sektor, termasuk sektor rumah tangga, industri, dan aktivitas komersial. Sayangnya, tidak semua sampah dapat dikelola dengan baik[1]. Akibatnya, banyak wilayah yang mengalami penumpukan sampah, pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, dan menurunnya kualitas hidup masyarakat[2]Untuk itu, dibutuhkan pendekatan yang inovatif, berkelanjutan, dan efisien guna mengatasi permasalahan tersebut, sehingga dampak buruk terhadap lingkungan dan kehidupan sosial masyarakat dapat ditekan seminimal mungkin [3].

Teknologi berbasis Internet of Things (IoT) hadir sebagai salah satu inovasi yang dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah[4]Internet of Things (IoT) merupakan suatu teknologi yang memungkinkan perangkat fisik atau objek untuk terhubung, berinteraksi, dan berbagi data melalui koneksi jaringan internet.[5]. Teknologi ini dapat diaplikasikan di berbagai bidang kehidupan, termasuk di bidang pengelolaan lingkungan. Dalam konteks pengelolaan sampah, implementasi teknologi IoT memungkinkan adanya sistem pemantauan, pengumpulan, dan pengelolaan sampah secara lebih modern dan efektif. Melalui sistem IoT, proses pemantauan kapasitas sampah dapat dilakukan secara realtime sehingga mempermudah proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan sampah[6], [7].

Salah satu pendekatan teknologi yang dapat diterapkan dalam upaya pengelolaan sampah adalah dengan membangun sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan ESP8266 sebagai mikrokontroler utamanya. [8]. ESP8266 merupakan perangkat berbasis microcontroller dengan konektivitas Wi-Fi, yang membuatnya ideal untuk implementasi sistem berbasis IoT[9]. Dengan teknologi ini, tong sampah tidak hanya berfungsi sebagai tempat pembuangan sampah biasa, tetapi juga sebagai perangkat pintar

yang dapat mendeteksi tingkat kepenuhan sampah, membuka dan menutup secara otomatis, serta mengirimkan informasi ke perangkat mobile melalui jaringan internet[9].

Sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis berdasarkan sensor ultrasonik yang berfungsi mendeteksi jarak. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi objek di sekitar tong sampah, seperti tangan pengguna atau penutup tong yang mendekat, sehingga dapat mengaktifkan mekanisme buka-tutup tong sampah menggunakan motor servo[10], [11] Selain itu, sensor ultrasonik dimanfaatkan untuk mengukur tingkat kepenuhan sampah di dalam tong. Informasi yang diperoleh dari sensor tersebut akan dikirimkan ke ESP8266 untuk diproses, lalu diteruskan ke aplikasi mobile melalui jaringan Wi-Fi [12]. Dengan demikian, pengguna dapat memantau status tong sampah secara real-time melalui perangkat mobile.

## 1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, fokus permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang serta mengimplementasikan sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT dengan memanfaatkan ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik HC-SR04[13], motor servo, aplikasi mobile, serta model CNN berbasis ESP8266CAM untuk deteksi kapasitas sampah real-time, klasifikasi jenis sampah organik/non-organik, dan pemantauan melalui platform digital.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

### 1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan ESP8266, dengan integrasi sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, serta model Convolutional Neural Network (CNN) yang dijalankan melalui ESP8266CAM. Sistem ini dirancang guna meningkatkan ketepatan dalam mengidentifikasi jenis sampah organik dan anorganik, memantau volume sampah secara waktu nyata, serta mengoptimalkan fungsi buka-tutup otomatis sebagai upaya mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

### 1.3.2 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

- Memberikan kontribusi dalam penerapan Internet of Things (IoT) untuk sistem pengelolaan sampah, khususnya integrasi mikrokontroler ESP8266 dengan sensor ultrasonik dan model CNN.
- Memperkaya studi tentang penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) dalam klasifikasi sampah organik dan non-organik berbasis gambar, serta validasi model pada perangkat mikrokontroler.
- Menjadi acuan akademis untuk pengembangan sistem otomatis berbasis sensor dan aktuator dalam konteks lingkungan, termasuk optimasi algoritma deteksi kapasitas sampah.
- Mekanisme buka-tutup otomatis menggunakan motor servo meminimalkan interaksi langsung dengan tong sampah, sehingga menurunkan risiko penyebaran penyakit.
- Meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai peran teknologi dalam pengelolaan sampah yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan.

#### 1.4 Batasan Penelitian

Ruang lingkup permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi hal-hal berikut.

- Komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi mobile bergantung pada jaringan Wi-Fi, sehingga tidak mendukung teknologi komunikasi lain seperti LoRa atau GSM.
- Antarmuka pengguna dikembangkan khusus untuk platform Android menggunakan Flutter SDK, belum diadaptasi untuk iOS atau sistem operasi lain.
- Pelatihan model CNN menggunakan dataset dengan variasi gambar terbatas (pencahayaannya, sudut pengambilan), yang berpotensi memengaruhi akurasi klasifikasi pada kondisi nyata.
- Navigasi mobil RC bergantung pada Google Maps API dan modul GPS Neo 6M, sehingga memerlukan sinyal GPS stabil dan koneksi internet aktif selama operasi.
- Sistem dirancang untuk skala rumah tangga atau lingkungan kecil, belum diuji untuk aplikasi skala besar seperti perkotaan atau industri.

## 1.5 Keterbaruan

Penelitian ini memiliki sejumlah pembaruan yang merujuk pada hasil-hasil dari penelitian sebelumnya.

1. Lailiyah et al. [14] Mengimplementasikan ESP8266 untuk pemantauan kapasitas sampah melalui aplikasi Flutter. Penelitian ini menambahkan fitur klasifikasi jenis sampah organik dan anorganik dengan memanfaatkan model Convolutional Neural Network (CNN) yang dijalankan melalui ESP8266CAM (akurasi validasi 83,18%).

2. Muntasiroh, et al. [15] Notifikasi kapasitas sampah penuh via Telegram dan mekanisme buka-tutup otomatis. Dalam penelitian ini Penggunaan Google Maps API untuk navigasi mobil RC ke lokasi tong sampah.

3. Jusuf, et al. [16] merancang prototipe tempat sampah pintar menggunakan sensor inframerah (IR) dan mekanisme servo. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang tempat sampah yang mampu melakukan buka-tutup otomatis saat mendeteksi keberadaan objek. Sistem ini menggunakan sensor infrared (IR) untuk mendeteksi objek dan motor servo sebagai aktuator mekanisme buka-tutup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan responsif dan mampu meningkatkan kenyamanan bagi pengguna.

4. Firdaus, et al. [17] Penelitian ini berfokus pada perancangan tempat sampah pintar dengan menggunakan ESP8266 dan sistem pemantauan berbasis komunikasi melalui Telegram. Tujuannya adalah menciptakan smart trash can yang mampu secara otomatis mendeteksi kondisi penuh menggunakan sensor ultrasonik dan menggerakkan mekanisme buka- tutup dengan motor servo, serta mengirimkan pemberitahuan ke pengguna melalui aplikasi Telegram. Sistem berhasil diimplementasikan dengan mekanisme buka-tutup otomatis dan notifikasi real-time, sehingga mempermudah pengelolaan sampah.

5. Firmansyah D, et al. [18] mengembangkan smart bin berbasis IoT dengan ESP8266 dan platform ThingSpeak untuk monitoring kapasitas sampah. Penelitian ini bertujuan memantau ketinggian sampah secara real-time menggunakan sensor ultrasonik yang terhubung ke platform ThingSpeak. Hasilnya, sistem berhasil memantau kapasitas sampah secara real-time dan menampilkan data dengan akurat melalui ThingSpeak, sehingga memudahkan pemantauan dan pengelolaan