

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan sampah adalah rendahnya tingkat pemilahan sampah sejak dari sumbernya. Pada umumnya, masyarakat masih membuang sampah tanpa memperhatikan jenis dan karakteristik materialnya. Akibatnya, sampah logam dan nonlogam tercampur dalam satu wadah sehingga menyulitkan proses pengolahan dan daur ulang pada tahap selanjutnya. Padahal, sampah logam memiliki nilai ekonomis yang relatif tinggi karena dapat didaur ulang dan dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku industri. Sementara itu, sampah nonlogam memerlukan metode pengelolaan yang berbeda sesuai dengan karakteristik materialnya. Ketidaktepatan dalam proses pemilahan dapat menyebabkan berkurangnya nilai ekonomi sampah, meningkatnya biaya pengelolaan, serta memperbesar risiko pencemaran lingkungan.

Pengelolaan sampah masih menghadapi kendala dalam pemilahan sejak dari sumbernya. Sampah logam dan nonlogam yang tercampur dapat menyulitkan proses pengolahan dan pemanfaatan kembali. Pemilahan secara manual juga bergantung pada kesadaran dan konsistensi pengguna, sehingga diperlukan sistem yang dapat membantu proses pemilahan secara lebih praktis dan otomatis. Perkembangan mikrokontroler, sensor, dan Internet of Things (IoT) memungkinkan proses deteksi serta klasifikasi sampah dilakukan secara otomatis. Penggunaan beberapa sensor secara terpadu (*multi sensor*) juga dapat membantu mengidentifikasi karakteristik sampah berdasarkan jenis materialnya [1].

Selain aspek otomatisasi, penggunaan sumber energi alternatif dapat dipertimbangkan untuk mendukung pengoperasian sistem pada area terbuka. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya pada perangkat elektronik [3]. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan Sistem Tong Sampah Pintar Berbasis Energi Surya dengan Klasifikasi Sampah Logam dan Nonlogam Menggunakan

Multi Sensor dan ESP32. Sistem ini dirancang untuk membantu proses deteksi dan pemilahan sampah secara otomatis dengan memanfaatkan multi sensor, ESP32, dan panel surya. Dengan demikian, sistem diharapkan dapat mendukung proses pemilahan sampah yang lebih praktis serta pemanfaatan energi terbarukan dalam penerapan teknologi pengelolaan sampah.

Pemanfaatan teknologi tersebut dapat diterapkan pada sistem tong sampah pintar yang mampu melakukan klasifikasi sampah berdasarkan jenis materialnya tanpa memerlukan campur tangan pengguna secara langsung [1]. Penggunaan beberapa sensor secara terpadu (multi sensor), seperti sensor proximity, sensor ultrasonik, dan sensor logam, diharapkan mampu meningkatkan tingkat akurasi deteksi dan klasifikasi sampah dibandingkan dengan penggunaan sensor tunggal .

Selain aspek otomatisasi, kebutuhan akan sumber energi yang berkelanjutan juga menjadi perhatian penting dalam pengembangan sistem elektronik modern. Sebagian besar sistem tong sampah pintar masih bergantung pada sumber listrik konvensional sehingga penggunaannya menjadi terbatas pada lokasi tertentu. Di sisi lain, energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah, ramah lingkungan, dan memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber daya mandiri pada perangkat yang ditempatkan di area terbuka [3]. Integrasi panel surya pada sistem tong sampah pintar dapat meningkatkan fleksibilitas penempatan alat sekaligus mendukung upaya pemanfaatan energi bersih yang berkelanjutan [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu inovasi berupa Sistem Tong Sampah Pintar Berbasis Energi Surya dengan Klasifikasi Sampah Logam dan Nonlogam Menggunakan Multi Sensor dan ESP32. Sistem ini dirancang untuk melakukan deteksi, klasifikasi, dan pemilahan sampah secara otomatis berdasarkan jenis materialnya. Dengan memanfaatkan teknologi multi sensor, mikrokontroler ESP32, serta sumber energi mandiri berbasis panel surya, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efektivitas proses pemilahan sampah, mendukung kegiatan daur ulang, mengurangi pencemaran lingkungan,

serta mendorong penerapan teknologi ramah lingkungan dalam kehidupan masyarakat.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun Sistem Tong Sampah Pintar berbasis energi surya menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor proximity, sensor ultrasonik, dan sensor logam dalam proses deteksi dan klasifikasi sampah logam dan nonlogam?
3. Bagaimana tingkat akurasi sistem dalam mengklasifikasikan sampah logam dan nonlogam menggunakan multi sensor?
4. Bagaimana waktu respon sistem dalam mendeteksi, mengklasifikasi, dan mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai?
5. Bagaimana kinerja sistem catu daya berbasis energi surya dalam menyuplai kebutuhan daya Sistem Tong Sampah Pintar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan Perumusan Masalah yang telah diuraikan, penelitian ini mempunyai tujuan yaitu :

1. Merancang dan membangun Sistem Tong Sampah Pintar berbasis energi surya dengan menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama sistem.
2. Mengimplementasikan sistem multisensor yang terdiri dari sensor proximity, sensor ultrasonik, dan sensor logam untuk mendukung proses deteksi dan klasifikasi sampah logam dan nonlogam secara otomatis.
3. Menganalisis tingkat akurasi sistem dalam mengklasifikasikan sampah logam dan nonlogam berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan.
4. Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan waktu respon sensor, aktuator, dan proses klasifikasi sampah secara real-time.

5. Menganalisis kinerja sistem catu daya berbasis energi surya dalam menyuplai kebutuhan daya Sistem Tong Sampah Pintar selama proses operasional.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

Diharapkan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu dan teknologi

1. Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem tertanam (embedded system) dan Internet Of Things (IoT), khususnya dalam penerapan sistem otomatis untuk klasifikasi sampah.
2. Menambah kajian ilmiah mengenai penerapan multisensory untuk meningkatkan akurasi klasifikasi sampah logam dan nonlogam.
3. Memperkaya penelitian terkait pemanfaatan energi surya sebagai sumber daya mandiri pada sistem otomatis berbasis mikrokontroler.
4. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan teknologi pengelolaan sampah cerdas berbasis IoT.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Membantu masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah logam an nonlogam secara otomatis sehingga proses pemilahan menjadi lebih mudah, cepat dan efisien.
2. Mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif melalui penerapan teknologi multisensor yang mampu mengurangi kesalahan dalam proses klasifikasi sampah.

3. Menjadi alternatif Solusi pengelolaan sampah berbasis teknologi ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya mandiri.
4. Menjadi media pembelajaran dan pengembangan teknologi bagi mahasiswa, peneliti, maupun pihak yang tertarik pada bidang Embedded System, Internet of Things (IoT), dan energi terbarukan.

1.4.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditentukan, maka penelitian ini dinastasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang hanya digunakan untuk mengklasifikasi sampah menjadi dua kategori, yaitu sampah logam dan nonlogam.
2. Sistem menggunakan Capacitance Proximity Sensor LJC18A3, sensor ultrasonik HC-SR04, dan sensor logam induktif LJ12A3-4-Z/BX yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32.
3. Proses klasifikasi sampah dilakukan berdasarkan deteksi material logam sebagai parameter utama dalam pengambilan keputusan data.
4. Sistem hanya difokuskan pada proses deteksi, klasifikasi, dan pemilahan sampah secara otomatis, serta tidak membahas proses pengolahan maupun daur ulang sampah.
5. Monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dibatasi pada pembacaan dan pengiriman data sensor melalui koneksi WiFi ESP32.
6. Sumber daya sistem menggunakan energi surya sebagai catu daya utama dengan baterai sebagai media penyimpanan energi.
7. Pengujian dilakukan dalam skala prototipe pada kondisi lingkungan terbatas.
8. Parameter pengujian meliputi akurasi klasifikasi sampah, waktu respon sistem, kinerja aktuator, serta kestabilan sistem catu daya berbasis energi surya.