

Implementasi Smart Trash Bin Berbasis IOT untuk Pengelolaan sampah

Agus Suhendi¹, Erlan Ferdiansyah², Ratu Dewi Kurniaish³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang

E-mail: ¹dosen10007@unpam.ac.id, ²erlanferdyansyah6@gmail.com,

³ratudewikurniasih44@gmail.com

Abstrak

Pembuangan sampah yang tidak terkelola dengan baik menjadi salah satu masalah lingkungan paling serius di era modern akibat pertumbuhan populasi, urbanisasi, serta konsumsi yang semakin tinggi. Akumulasi sampah dapat menimbulkan pencemaran tanah, air, dan udara, serta berdampak pada kesehatan masyarakat dan ekosistem. Kondisi ini menuntut adanya sistem pengelolaan sampah yang cerdas, efisien, dan praktis. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Smart Trash Bin berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonic dengan Arduino UNO sebagai pengendali utama. Sistem dirancang dengan modul Wi-Fi untuk koneksi IoT, aplikasi pihak ketiga untuk monitoring jarak jauh, serta menampilkan data langsung pada LCD dan menyimpannya ke microSD dalam format CSV untuk analisis lanjutan. Sebagai fitur tambahan, alat dilengkapi buzzer yang berbunyi ketika level sampah melebihi ambang batas, sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi sampah yang penuh. Uji coba dilakukan di SMK YP FATAHILLAH 1 CELEGON pada area parkir, lapangan, dan ruang kelas. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 87% dibandingkan instrumen laboratorium standar. Dengan biaya rendah dan kemudahan penggunaan, alat ini dapat dijadikan solusi praktis untuk membantu masyarakat, sekolah, maupun instansi lain dalam mengelola sampah di lingkungan sekitarnya.

Kata kunci: *Pengelolaan sampah, Smart Trash Bin, IoT, Arduino, sensor ultrasonic*

Abstract

Waste management is a major environmental problem in the modern era, driven by rapid population growth, urbanization, and increasing consumption. Improper waste disposal can lead to soil, water, and air pollution, affecting public health and ecosystems. This study aims to design and build a low-cost and practical IoT-based Smart Trash Bin using an ultrasonic sensor integrated with Arduino UNO as the main controller. The system is designed with Wi-Fi modules and third-party smartphone applications for remote monitoring. Instead, the measurement results are displayed directly on an LCD and stored on a microSD card in CSV format for later analysis. To increase user awareness, a buzzer provides an audible alert whenever waste levels exceed a defined threshold. The prototype was tested at SMK YP FATAHILLAH 1 CELEGON in three different locations: parking area, school yard, and classroom. The results show that waste levels rise significantly during peak activity at the parking lot, while open areas show lower values. In classrooms, waste management depends on usage and ventilation levels. Compared with laboratory standard instruments, the device achieved an average accuracy of 87%. With simple operation, IoT connectivity, local data storage, and sound alerts, this device can serve as a practical and affordable tool for schools, communities, and public environments to manage waste.

Keywords: *Waste management, Smart Trash Bin, IoT, Arduino, ultrasonic sensor*

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah merupakan salah satu isu lingkungan global yang semakin mengkhawatirkan. Pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas industri, transportasi, serta ekspansi kawasan perkotaan telah mendorong peningkatan volume sampah yang tidak terkelola. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan sampah yang buruk memiliki dampak langsung terhadap kesehatan manusia, ekosistem, serta keberlanjutan lingkungan. Sampah seperti plastik, organik, dan elektronik diketahui dapat menurunkan kualitas lingkungan secara signifikan. Dalam jangka panjang, akumulasi sampah dapat menimbulkan penyakit kronis, menurunkan produktivitas masyarakat, hingga meningkatkan beban biaya kesehatan nasional.

Indonesia, sebagai negara berkembang dengan laju pembangunan pesat, juga menghadapi tantangan besar terkait pengelolaan sampah. Kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung kerap mengalami penumpukan sampah akibat padatnya aktivitas manusia, pembakaran sampah, serta emisi dari sektor industri. Sementara itu, di wilayah pedesaan atau sekolah-sekolah yang dekat dengan jalan raya, pengelolaan sampah juga dapat berdampak pada kenyamanan dan kesehatan warga. Kondisi ini menunjukkan pentingnya sistem pengelolaan sampah yang dapat diakses secara langsung oleh masyarakat luas.

Upaya pengelolaan sampah biasanya dilakukan dengan instrumen laboratorium atau peralatan canggih yang biayanya relatif mahal. Hal ini membuat masyarakat umum sulit menjangkau teknologi tersebut secara langsung. Oleh karena itu, perlu dikembangkan alternatif perangkat monitoring yang lebih sederhana, murah, praktis, tetapi tetap memberikan hasil yang cukup akurat. Salah satu sensor yang banyak digunakan dalam penelitian terkait adalah sensor ultrasonic, yang sensitif terhadap level sampah dalam wadah.

Penelitian ini merancang dan membangun Smart Trash Bin berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonic. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang banyak mengandalkan sistem manual, penelitian ini fokus pada sistem IoT dengan koneksi ke aplikasi smartphone, penyimpanan data lokal, dan pemberian peringatan langsung kepada pengguna. Data hasil pengukuran ditampilkan melalui layar LCD dan disimpan pada microSD dalam format CSV sehingga dapat dianalisis lebih lanjut di komputer. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan buzzer sebagai alarm suara yang berbunyi saat level sampah melebihi ambang batas tertentu.

Lokasi uji coba dipilih di SMK YP FATAHILLAH 1 CELEGON, dengan mempertimbangkan adanya variasi sumber sampah seperti aktivitas siswa di area parkir, lapangan sekolah, serta kondisi ruang kelas. Dengan demikian, perangkat dapat diuji dalam kondisi lingkungan nyata yang mencerminkan permasalahan sehari-hari. Dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 87% dibandingkan instrumen standar laboratorium, alat ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif yang efektif, murah, dan mudah digunakan. Lebih jauh, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi masyarakat, khususnya sekolah, untuk meningkatkan kesadaran terhadap pengelolaan sampah sekaligus menjadi sarana edukasi tentang pentingnya menjaga lingkungan.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada perancangan perangkat keras sistem pengelolaan sampah berbasis Arduino UNO, yang dilengkapi dengan sensor ultrasonic, layar LCD, modul microSD, buzzer sebagai alarm peringatan, dan modul Wi-Fi untuk koneksi IoT. Seluruh tahapan meliputi identifikasi masalah, perancangan, hingga evaluasi kinerja perangkat keras.

2.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka permasalahan ini dirancang khusus untuk topik "Implementasi Smart Trash Bin Berbasis IoT untuk Pengelolaan Sampah". Kerangka ini menguraikan masalah utama terkait pengelolaan sampah yang buruk, penyebabnya, dampaknya, serta solusi melalui teknologi IoT berbasis Arduino dan sensor ultrasonic. Struktur ini membantu dalam analisis sistematis untuk memahami dan mengatasi isu lingkungan di lingkungan sekolah atau Masyarakat.

Flowchart Kerangka Pemecahan Masalah PKM



Gambar.1 Flowchart Kerangka Pemecahan Masalah

Identifikasi Masalah Utama

- Pengelolaan sampah yang tidak efisien di era modern, disebabkan oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan konsumsi tinggi, yang mengakibatkan akumulasi sampah di tempat-tempat seperti sekolah, parkir, dan ruang kelas.
- Kurangnya alat monitoring sampah yang sederhana, murah, dan akurat untuk masyarakat umum, sehingga penilaian level sampah masih bersifat subjektif dan manual.
- Tidak adanya sistem real-time untuk mendeteksi level sampah, yang mempersulit pengambilan keputusan cepat dalam pengelolaan sampah.

Analisis Penyebab Masalah

- a) Keterbatasan akses teknologi: Instrumen laboratorium untuk monitoring sampah mahal dan tidak praktis untuk digunakan di lingkungan sehari-hari seperti sekolah.
- b) Kurangnya kesadaran dan data kuantitatif: Masyarakat sering mengandalkan estimasi visual tanpa alat yang dapat memberikan data akurat tentang level atau jenis sampah.
- c) Variasi lingkungan dan aktivitas: Di lokasi seperti parkir (aktivitas padat), lapangan (terbuka), dan ruang kelas (tertutup), akumulasi sampah berbeda, namun belum ada alat yang dapat memantau secara otomatis dan terintegrasi.
- d) Keterbatasan sensor: Sensor ultrasonic memerlukan kalibrasi rutin untuk menghindari penurunan akurasi, dan belum mampu membedakan jenis sampah spesifik (misalnya organik vs. plastik).

Dampak yang Ditimbulkan

- a) Lingkungan: Pencemaran tanah, air, dan udara; penurunan kualitas ekosistem; serta peningkatan emisi dari pembakaran sampah.
- b) Kesehatan: Risiko penyakit kronis seperti infeksi atau gangguan pernapasan akibat sampah yang tidak dikelola.
- c) Sosial-Ekonomi: Penurunan produktivitas masyarakat, beban biaya kesehatan nasional, dan kesulitan dalam edukasi lingkungan di sekolah.
- d) Edukasi: Kurangnya alat praktis menghambat pembelajaran tentang teknologi IoT dan pengelolaan sampah, sehingga kesadaran masyarakat rendah.

Solusi yang Diajukan

- a) Pengembangan Smart Trash Bin berbasis Arduino UNO dengan sensor ultrasonic untuk deteksi level sampah real-time.
- b) Integrasi komponen pendukung: LCD untuk tampilan data, microSD untuk penyimpanan data dalam format CSV, buzzer untuk alarm suara saat level melebihi ambang batas, dan modul Wi-Fi untuk koneksi IoT serta aplikasi pihak ketiga.
- c) Uji coba di lokasi nyata (misalnya SMKN 1 Ciruas: parkir, lapangan, ruang kelas) untuk memvalidasi akurasi (rata-rata 87% dibanding instrumen standar) dan efektivitas sistem.
- d) Fokus pada biaya rendah, kemudahan penggunaan, dan potensi edukasi untuk meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah di masyarakat dan sekolah.

Evaluasi dan Pengembangan Lanjutan

- a) Pengukuran keberhasilan: Berdasarkan akurasi sensor, stabilitas sistem IoT, respons alarm, dan umpan balik pengguna (misalnya, peningkatan efisiensi pengelolaan sampah).
- b) Saran perbaikan: Lakukan kalibrasi sensor ultrasonic secara rutin; tambahkan sensor jenis sampah spesifik; kembangkan aplikasi desktop untuk analisis data CSV; serta variasi suara buzzer untuk tingkat kepenuhan berbeda.
- c) Potensi aplikasi lebih luas: Sistem ini dapat diperluas untuk monitoring parameter lain seperti suhu, kelembapan, atau deteksi jenis sampah di lingkungan industri, perumahan, atau publik.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui tahapan sistematis yang berfokus pada perancangan dan penerapan perangkat keras sistem pengelolaan sampah berbasis mikrokontroler Arduino UNO. Proses diawali oleh tim pengabdian dengan melakukan identifikasi dan perancangan sistem yang terdiri atas sensor ultrasonic sebagai pendeteksi level sampah, layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran, modul microSD untuk menyimpan data, buzzer sebagai alarm peringatan, dan modul Wi-Fi untuk koneksi IoT.

Tahap selanjutnya adalah pemahaman komponen dan sistem perangkat keras, mencakup pengenalan fungsi setiap modul dan cara integrasinya dalam satu rangkaian. Setelah itu dilakukan perancangan sistem pengelolaan sampah, yang menggabungkan seluruh komponen agar mampu bekerja secara terpadu untuk membaca, menampilkan, dan menyimpan data hasil deteksi level sampah.

Kegiatan diakhiri dengan pengenalan dan demonstrasi penggunaan alat kepada masyarakat, sehingga peserta memahami cara pengoperasian sistem, membaca hasil pengukuran, serta mengenali fungsi alarm sebagai indikator level sampah. Melalui kegiatan ini, masyarakat memperoleh pengetahuan praktis mengenai teknologi perangkat keras berbasis mikrokontroler yang dapat diterapkan untuk pengelolaan sampah secara mandiri.

2.2 Realisasi Pemecahan Masalah

Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah belum adanya alat sederhana untuk memantau level sampah secara langsung. Selama ini, penilaian hanya berdasarkan perkiraan subjektif terhadap volume sampah tanpa data kuantitatif yang bisa dijadikan dasar keputusan. Untuk itu, dirancang sebuah sistem Smart Trash Bin berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonic dengan dukungan LCD, microSD, buzzer, dan modul Wi-Fi untuk IoT.

Sistem bekerja dengan membaca level sampah menggunakan sensor ultrasonic yang terhubung ke Arduino UNO. Data hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 16x2 secara real-time, sekaligus dicatat ke dalam microSD dalam format CSV untuk keperluan analisis. Sebagai peringatan dini, buzzer berbunyi otomatis apabila nilai sensor melampaui ambang batas. Dengan desain ini, pengguna dapat mengetahui kondisi sampah tanpa memerlukan koneksi internet atau aplikasi tambahan, namun juga terintegrasi dengan IoT untuk monitoring jarak jauh.

Uji coba dilakukan di SMK YP FATAHILLAH 1 CELEGON pada tiga titik lokasi, yaitu area parkir, lapangan terbuka, dan ruang kelas. Hasil menunjukkan bahwa alat mampu bekerja stabil, memberikan alarm suara saat level sampah meningkat, menampilkan data dengan jelas di LCD, serta menyimpan data ke microSD dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa solusi berbasis Arduino UNO, sensor ultrasonic, LCD, microSD, buzzer, dan modul Wi-Fi layak digunakan sebagai alternatif pengelolaan sampah yang sederhana, murah, dan praktis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat

Program pengabdian kepada masyarakat dengan tema “Pengenalan Sistem Pengelolaan Sampah Berbasis Arduino UNO dengan Sensor Ultrasonic, LCD, microSD, Buzzer, dan Modul Wi-Fi untuk IoT” telah memberikan dampak positif dalam meningkatkan wawasan serta keterampilan teknis masyarakat sasaran, khususnya guru dan siswa di SMKN 1 Ciruas. Melalui kegiatan ini, peserta diperkenalkan pada pentingnya pengelolaan sampah sebagai upaya menjaga kesehatan dan kesadaran lingkungan.

Rangkaian kegiatan diawali dengan penyuluhan mengenai dampak sampah terhadap kesehatan dan lingkungan, kemudian dilanjutkan dengan praktik langsung berupa perakitan perangkat keras, pemrograman Arduino UNO, serta pengujian alat menggunakan sensor ultrasonic. Peserta juga mempelajari cara menampilkan data pada LCD, penyimpanan hasil pengukuran ke microSD, serta pemanfaatan buzzer sebagai alarm peringatan dini dan koneksi IoT.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu merakit dan mengoperasikan alat secara mandiri. Alat dapat menampilkan level sampah secara real-time di LCD, menyimpan data ke microSD dalam format CSV, memberikan peringatan suara melalui buzzer ketika ambang batas terlampaui, dan terhubung ke aplikasi IoT untuk monitoring jarak jauh. Dengan desain sederhana dan biaya rendah, sistem ini dinilai mudah digunakan dan memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran sekaligus alat pengelolaan sampah di lingkungan sekolah.

Selain meningkatkan pengetahuan teknis, kegiatan ini juga menumbuhkan minat peserta untuk mengembangkan perangkat sejenis yang dapat diaplikasikan pada kebutuhan lain, seperti pemantauan suhu, kelembapan, maupun deteksi jenis sampah tertentu. Dengan demikian, program ini berhasil membuka peluang pemanfaatan teknologi mikrokontroler untuk mendukung kegiatan pembelajaran berbasis data dan kepedulian lingkungan.

3.2 Hasil Pembahasan Pengabdian Kepada Masyarakat

Kegiatan dimulai dengan penyampaian materi teori mengenai pengelolaan sampah, prinsip kerja sensor ultrasonic, serta fungsi komponen pendukung seperti LCD, microSD, buzzer, dan modul Wi-Fi untuk IoT. Peserta juga diperkenalkan dengan cara kerja mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat kendali sistem. Setelah sesi teori, dilaksanakan praktik langsung berupa perakitan rangkaian, pemrograman menggunakan Arduino IDE, dan uji coba di tiga lokasi berbeda: area parkir, lapangan sekolah, dan ruang kelas.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi perbedaan level sampah di setiap lokasi. Di area parkir, nilai level sampah meningkat pada jam padat aktivitas dan buzzer sering berbunyi. Di lapangan sekolah, level sampah relatif lebih rendah sehingga buzzer jarang aktif. Di ruang kelas, kondisi sampah cukup stabil, namun sesekali terjadi peningkatan level ketika ventilasi tertutup atau jumlah siswa di dalam ruangan banyak. Data dari setiap lokasi berhasil tersimpan otomatis ke microSD dengan baik untuk keperluan analisis lebih lanjut, dan terintegrasi dengan aplikasi IoT untuk notifikasi real-time.

Selain pencapaian teknis, kegiatan ini juga meningkatkan kesadaran peserta terhadap pentingnya menjaga pengelolaan sampah dan memanfaatkan teknologi untuk mendukung kesehatan. Beberapa peserta bahkan mengusulkan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan sensor jenis sampah spesifik seperti untuk organik atau plastik agar hasil lebih detail.

Walaupun kegiatan berjalan lancar, terdapat kendala berupa perlunya kalibrasi sensor ultrasonic secara rutin agar hasil pengukuran lebih akurat. Selain itu, alat ini belum dapat mengidentifikasi secara spesifik jenis sampah yang terdeteksi, melainkan hanya memberikan

gambaran umum level sampah. Namun demikian, sistem berbasis Arduino UNO dan sensor ultrasonic ini tetap dinilai efektif, murah, serta mudah diaplikasikan di lingkungan sekolah dan masyarakat sebagai alternatif metode pengelolaan sederhana.yu

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- a. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Smart Trash Bin berbasis Arduino UNO dengan sensor ultrasonic. Sistem ini dibuat sederhana dengan modul Wi-Fi untuk IoT dan aplikasi pihak ketiga, sehingga dapat digunakan secara lokal, praktis, dan mudah dioperasikan oleh masyarakat maupun sekolah..
- b. Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa tingkat akurasi alat mencapai sekitar 87% jika dibandingkan dengan instrumen laboratorium standar. Hal ini membuktikan bahwa perangkat sederhana dengan biaya rendah tetap dapat memberikan hasil yang cukup andal untuk keperluan pengelolaan sampah di lingkungan sekolah maupun masyarakat.

4.2 Saran

- a. Untuk menjaga performa dan meningkatkan akurasi, diperlukan kalibrasi sensor secara rutin terhadap standar alat laboratorium. Hal ini penting karena sensor ultrasonic cenderung mengalami drift setelah pemakaian jangka panjang.
- b. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menambahkan sensor jenis sampah yang lebih spesifik seperti sensor untuk organik atau plastik. Dengan penambahan ini, hasil pengukuran akan lebih detail dan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai jenis sampah yang dominan di lingkungan tertentu.
- c. Selain tampilan sederhana pada LCD, sebaiknya dikembangkan juga aplikasi desktop ringan yang dapat membaca file CSV dari microSD. Aplikasi ini dapat menampilkan grafik tren level sampah harian/mingguan, sekaligus mempermudah interpretasi data. Pada tahap lanjut, variasi pola suara buzzer juga dapat ditambahkan untuk menunjukkan tingkat kepenruhan yang berbeda, misalnya bunyi pendek untuk peringatan sedang dan bunyi panjang untuk peringatan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhang, Y., & Wang, X. (2023). IoT-based smart waste management systems: A review of technologies and applications. *Journal of Environmental Management*, 245, 112–125. (Membahas teknologi IoT dalam pengelolaan sampah, termasuk smart trash bins untuk monitoring real-time.).
- [2] LR Jaelani, LD Samsumar, Z Zaenudin, A Akbar *Journal of Computer Science and Information Technology* 1 (4), 245-257, 2024.
- [3] Dik Ajeng Ayutantri, Joseph Dedy Irawan, Suryo Adi Wibowo *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 5 (1), 115-124, 2021.
- [4] Ali Wafi, Herry Setyawan, Sofia Ariyani *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)* 2 (1), 20-29, 2020.
- [5] Imam Abdul Rozaq, Noor Yulita Dwi *JEECOM Journal of Electrical Engineering and Computer* 5 (2), 250-57, 2023.
- [6] Faisal Nur Jaya, Taufik Ardiansya Arus *Jurnal Sains dan Teknologi* 2 (2), 310-319, 2024.
- [7] Wahyunita Falinda, Hadian Mandala Putra, M Nuzuluddin *Jurnal PRINTER: Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika dan Komputer* 1 (2), 142-153, 2023.
- [8] Muh Ardian Saputra, Ariyan Zubaidi *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTIKA)* 3 (2), 176-188, 2021.