

Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32 dan Monitoring Blynk

Ahmad Bagus Prakoso^{1*}, Joevan Maulana Florian², Muhammad Fadlan Al Farid³, Pramono⁴

¹Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

^{1*}230103124@mhs.udb.ac.id

²Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

²230103139@mhs.udb.ac.id

³Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

³230103199@mhs.udb.ac.id

⁴Jurusan/Fakultas

Universitas Duta Bangsa

⁴Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Permasalahan pengelolaan sampah yang masih dilakukan secara manual menyebabkan keterlambatan dalam mengetahui kondisi tempat sampah yang telah penuh. Hal tersebut dapat menyebabkan penumpukan sampah dan mengurangi kebersihan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem tempat sampah pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pembukaan otomatis serta monitoring kapasitas sampah secara real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, dua sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek dan pengukur tingkat kepenruhan sampah, serta motor servo sebagai mekanisme pembuka dan penutup tempat sampah. Perancangan sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE, sedangkan proses monitoring dilakukan melalui aplikasi Blynk pada perangkat Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan tangan pengguna untuk mengaktifkan servo secara otomatis serta mampu membaca kondisi kapasitas sampah berdasarkan jarak yang diukur oleh sensor ultrasonik. Ketika kondisi sampah mencapai batas penuh, sistem berhasil mengirimkan informasi peringatan melalui aplikasi Blynk dan menonaktifkan fungsi pembukaan servo. Berdasarkan hasil tersebut, sistem tempat sampah pintar berbasis IoT ini dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah melalui proses otomatisasi dan monitoring jarak jauh.

Kata kunci— Internet of Things, ESP32, Sensor Ultrasonik, Motor Servo, Blynk, Tempat Sampah Pintar

Abstract— This Manual waste management systems often cause delays in identifying when a trash bin reaches its maximum capacity. This condition may lead to waste accumulation and reduce environmental cleanliness. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based smart trash bin system capable of automatic opening and real-time waste level monitoring. The proposed system uses an ESP32 microcontroller as the main controller, two ultrasonic sensors for object detection and waste level measurement, and a servo motor as the mechanism for opening and closing the trash bin lid. The system was developed using Arduino IDE, while monitoring activities were performed through the Blynk application on an Android device. The testing results show that the system is able to detect the presence of users' hands to automatically activate the servo motor and measure the waste level based on the distance detected by the ultrasonic sensor. When the trash bin reaches the full condition, the system successfully sends a warning notification through the Blynk application and disables the servo opening function. Based on these results, the IoT-based smart trash bin system can improve waste management efficiency through automation and remote monitoring capabilities.

Keywords— Internet of Things, ESP32, Ultrasonic Sensor, Servo Motor, Blynk, Smart Trash Bin.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan pengelolaan sampah menjadi salah satu tantangan lingkungan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan aktivitas manusia[1][2]. Peningkatan jumlah sampah yang tidak diikuti dengan sistem pengelolaan yang efektif dapat menyebabkan berbagai permasalahan, seperti penumpukan sampah, pencemaran

lingkungan, serta menurunnya kualitas kebersihan. Salah satu kendala yang sering ditemukan dalam pengelolaan sampah adalah proses pemantauan kondisi tempat sampah yang masih dilakukan secara manual, sehingga pengangkutan sering kali dilakukan setelah tempat sampah mengalami kondisi penuh.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk menciptakan sistem

pengelolaan sampah yang lebih efektif dan terintegrasi[3][4][5]. Teknologi IoT memungkinkan perangkat untuk melakukan pengumpulan data, pemrosesan informasi, serta komunikasi secara real-time melalui jaringan internet. Dalam penerapannya, sistem tempat sampah pintar dapat memanfaatkan sensor dan mikrokontroler untuk mendeteksi kondisi tempat sampah secara otomatis serta memberikan informasi kepada pengguna tanpa harus melakukan pengecekan secara langsung[6][7].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem tempat sampah pintar berbasis IoT dengan berbagai metode, seperti pemantauan kapasitas menggunakan sensor ultrasonik dan sistem pembukaan otomatis menggunakan sensor pendeteksi objek[8]. Namun, sebagian penelitian masih berfokus pada satu fungsi utama, yaitu monitoring atau otomatisasi saja. Integrasi antara sistem otomatisasi pembukaan tutup tempat sampah dan monitoring kondisi kapasitas secara real-time masih memiliki peluang untuk dikembangkan agar menghasilkan sistem yang lebih praktis dan efisien.

Penelitian ini menawarkan pengembangan sistem tempat sampah pintar yang menggabungkan fungsi otomatisasi dan monitoring dalam satu sistem berbasis IoT. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi objek dan mengukur tingkat kepenuhan, motor servo sebagai aktuator pembuka dan penutup tempat sampah, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring secara real-time.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem tempat sampah pintar berbasis IoT yang mampu mendeteksi objek, mengontrol mekanisme buka tutup secara otomatis, serta memberikan informasi kondisi tempat sampah melalui aplikasi Blynk[9][10]. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sensor, respon servo, akurasi pembacaan kapasitas, dan keberhasilan komunikasi antara perangkat dengan aplikasi monitoring.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian Penelitian ini menggunakan metode rekayasa sistem dengan pendekatan Internet of Things (IoT). Metode penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis kebutuhan sistem,

perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, pengujian alat, serta analisis hasil pengujian.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan sistem yang bertujuan menentukan komponen yang digunakan dalam proses perancangan. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendalian sistem, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai perangkat input untuk mendeteksi objek dan mengukur jarak permukaan sampah, serta motor servo sebagai perangkat output untuk menggerakkan mekanisme buka tutup tempat sampah. Selain itu, sistem menggunakan koneksi WiFi pada ESP32 untuk menghubungkan perangkat dengan aplikasi Blynk[11].

Tahap perancangan sistem dilakukan dengan membuat hubungan antar komponen sesuai dengan fungsi masing-masing. Sensor HC-SR04 membaca perubahan jarak yang kemudian dikirimkan ke ESP32 untuk diproses. Apabila sensor mendeteksi objek dalam batas jarak tertentu, ESP32 akan memberikan perintah kepada servo untuk membuka tutup tempat sampah. Setelah waktu yang telah ditentukan, servo akan kembali ke posisi awal untuk menutup tempat sampah.

Selain proses otomatisasi, sistem juga melakukan pengukuran tingkat kepenuhan berdasarkan jarak antara sensor dengan permukaan sampah. Data hasil pembacaan sensor kemudian dikonversi menjadi informasi kapasitas tempat sampah dan dikirimkan menuju aplikasi Blynk menggunakan koneksi internet. Apabila kondisi tempat sampah mencapai batas penuh, sistem akan memberikan notifikasi kepada pengguna.

Tahap implementasi perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program dibuat untuk mengatur proses pembacaan sensor, pengendalian servo, perhitungan kapasitas, serta komunikasi data antara ESP32 dengan aplikasi Blynk.

Tahap pengujian dilakukan melalui beberapa skenario, yaitu pengujian sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek, pengujian respon motor servo, pengujian pembacaan tingkat kepenuhan tempat sampah, serta pengujian koneksi IoT dengan aplikasi Blynk. Data hasil pengujian kemudian dianalisis berdasarkan tingkat keberhasilan sistem, waktu respon, dan kestabilan komunikasi perangkat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Hasil penelitian menghasilkan sebuah sistem tempat sampah pintar berbasis IoT yang terdiri dari ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan aplikasi Blynk. Sistem bekerja dengan membaca kondisi lingkungan menggunakan sensor, kemudian melakukan proses pengolahan data melalui ESP32 untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan.

Sensor HC-SR04 pertama digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek pada area tempat sampah. Ketika objek terdeteksi dalam jarak yang telah ditentukan, ESP32 memberikan perintah kepada motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Mekanisme ini bertujuan untuk mengurangi kontak langsung pengguna sehingga meningkatkan kenyamanan dan kebersihan penggunaan.

Sensor kedua digunakan untuk membaca jarak permukaan sampah terhadap sensor. Data jarak tersebut digunakan sebagai parameter untuk menentukan tingkat kepenuhan tempat sampah. Semakin kecil jarak yang terbaca, maka semakin tinggi tingkat kepenuhan sampah.



Gambar 1. Implementasi Tempat Sampah Pintar

3.2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor pertama dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi objek sebagai pemicu pembukaan tutup tempat sampah. Batas aktivasi sistem ditentukan pada jarak ≤ 20 cm.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Deteksi Objek

No	Jarak Objek (cm)	Kondisi Servo	Respon Servo
1	5 cm	Terdeteksi	Membuka
2	10 cm	Terdeteksi	Membuka
3	15 cm	Terdeteksi	Membuka
4	20 cm	Terdeteksi	Membuka
5	25 cm	Tidak terdeteksi	Tetap tertutup

Berdasarkan hasil pengujian, sensor HC-SR04 berhasil mendeteksi objek hingga jarak maksimum 20 cm sesuai dengan parameter program. Dari 5 percobaan yang dilakukan, seluruh sistem memberikan respon sesuai dengan kondisi yang ditentukan sehingga tingkat keberhasilan deteksi mencapai 100%.

3.3. Pengujian Motor Servo

Pengujian servo dilakukan untuk mengetahui respon aktuator terhadap perintah dari ESP32 berdasarkan hasil pembacaan sensor.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor Servo

No	Kondisi	Sudut Servo	Hasil
1	Tidak ada objek	110°	Tutup
2	Objek terdeteksi ≤ 20 cm	0°	Terbuka
3	Waktu buka 4 detik selesai	110°	Menutup Kembali

Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor servo mampu bekerja sesuai dengan program yang diberikan. Ketika sensor mendeteksi objek, servo berpindah dari posisi 110° menuju 0° untuk membuka

tutup tempat sampah. Setelah melewati waktu 4 detik, servo kembali ke posisi awal untuk menutup kembali.

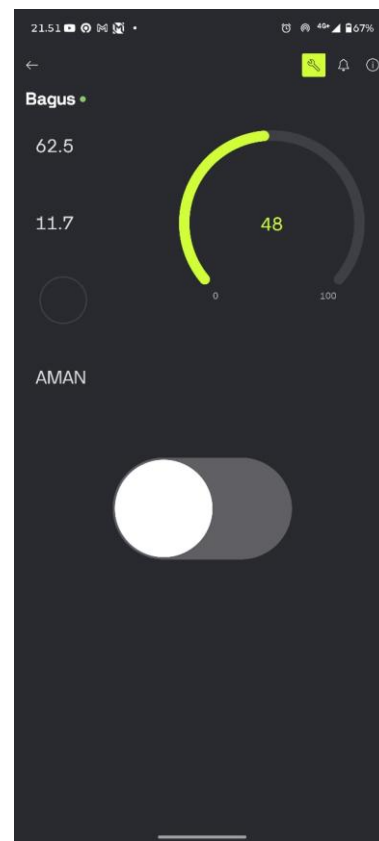
3.4. Pengujian Sensor Kapasitas Sampah

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor kedua dalam membaca tingkat kepenuhan tempat sampah. Perhitungan kapasitas menggunakan rentang jarak 19 cm sebagai kondisi kosong dan 4 cm sebagai kondisi penuh.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kapasitas Tempat Sampah

No	Jarak Sensor (cm)	Persentase Isi	Status
1	19 cm	0%	AMAN
2	15 cm	26%	AMAN
3	10 cm	60%	AMAN
4	7 cm	80%	HAMPIR PENUH
5	4 cm	100%	PENUH

Berdasarkan hasil pengujian, perubahan jarak sensor menunjukkan hubungan terbalik terhadap tingkat kepenuhan sampah. Semakin kecil jarak antara sensor dengan permukaan sampah, maka semakin besar nilai persentase kapasitas yang diperoleh. Sistem mampu mengubah data jarak menjadi informasi kondisi tempat sampah yang dapat dipantau pengguna.



Gambar 2. Pemantauan Sensor Kapasitas Sampah

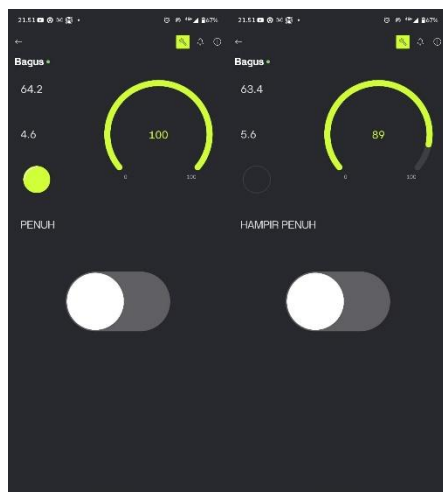
3.5. Pengujian Monitoring Blynk

Pengujian terakhir dilakukan untuk mengetahui keberhasilan komunikasi antara ESP32 dengan aplikasi Blynk.

Tabel 4. Hasil Monitoring Blynk

No	Kondisi Sampah	Tampilan Blynk	Notifikasi
1	Kosong		Tidak ada
2	Terisi 75%	HAMPIR PENUH	Tidak ada
3	Terisi 100%	PENUH	Aktif

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 mampu mengirimkan data sensor menuju aplikasi Blynk secara real-time. Ketika kapasitas mencapai kondisi penuh, sistem mengubah status menjadi "PENUH" dan mengaktifkan indikator notifikasi. Kecepatan pengiriman data dipengaruhi oleh kestabilan koneksi WiFi yang digunakan.



Gambar 3. Pengujian Monitorin Sampah
Melalui Aplikasi Blynk

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah berhasil menjalankan fungsi utama yaitu deteksi objek, otomatisasi pembukaan tutup menggunakan servo, pengukuran kapasitas sampah, serta monitoring melalui aplikasi Blynk. Faktor yang dapat memengaruhi performa sistem antara lain posisi pemasangan sensor, kondisi permukaan sampah, serta kualitas jaringan internet. Sistem ini masih memiliki keterbatasan karena hanya melakukan pengukuran berdasarkan jarak tanpa mengenali jenis sampah, sehingga pengembangan berikutnya dapat menambahkan sensor klasifikasi sampah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem tempat sampah pintar berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 berhasil dibuat dan dapat menjalankan fungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu melakukan pembukaan tutup tempat sampah secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek dengan batas aktivasi 20 cm dan motor servo sebagai aktuator penggerak tutup.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor deteksi objek mampu bekerja dengan tingkat keberhasilan 100% pada lima skenario pengujian.

Sensor pengukur kapasitas juga mampu membaca perubahan kondisi sampah berdasarkan jarak 19 cm sebagai kondisi kosong dan 4 cm sebagai kondisi penuh. Selain itu, sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk berhasil menampilkan informasi kondisi tempat sampah secara real-time melalui koneksi WiFi.

Secara keseluruhan, integrasi ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan aplikasi Blynk mampu menghasilkan sistem pengelolaan sampah berbasis IoT yang lebih efektif. Sistem ini dapat membantu pengguna melakukan pemantauan kondisi tempat sampah tanpa pengecekan manual. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan fitur klasifikasi jenis sampah atau integrasi sistem pengelolaan sampah yang lebih luas.

REFERENSI

- [1] L. J. Lingga, M. Yuana, N. A. Sari, H. N. Syahida, C. Sitorus, and S. Shahron, "Sampah di Indonesia: Tantangan dan solusi menuju perubahan positif," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 4, pp. 12235–12247, 2024.
- [2] K. K. A. Sholihah and B. Hariyanto, "Kajian tentang pengelolaan sampah di Indonesia," *Swara Bhumi*, vol. 3, no. 3, 2020.
- [3] M. Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, "Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, pp. 73–79, 2020.
- [4] K. Fatmawati, E. Sabna, Y. Irawan, T. Informatika, and S. Hang Tuah Pekanbaru, "Rancang bangun tempat sampah pintar menggunakan sensor jarak berbasis mikrokontroler Arduino," *Riau Journal Of Computer Science*, vol. 6, no. 2, pp. 124–134, 2020.
- [5] M. W. Rahman, R. Islam, A. Hasan, N. I. Bithi, M. M. Hasan, and M. M. Rahman, "Intelligent waste management system using deep learning with IoT," *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 34, no. 5, pp. 2072–2087, 2022.
- [6] M. Ismail, R. K. Abdullah, and S. Abdussamad, "Tempat sampah pintar berbasis internet of things (iot) dengan sistem teknologi informasi," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [7] K. Pardini, J. J. P. C. Rodrigues, O. Diallo, A. K. Das, V. H. C. De Albuquerque, and S. A. Kozlov, "A smart waste management solution geared towards citizens," *Sensors*, vol. 20, no. 8, p. 2380, 2020.
- [8] J. P. Perdana and T. Wellem, "Perancangan dan implementasi sistem kontrol untuk tempat sampah otomatis menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik," *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 2, no. 2, pp. 104–117, 2023.
- [9] A. T. Ashari and J. Sudrajat, "Sistem Otomatisasi Tempat Sampah dengan Sensor Ultrasonik dan PIR Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal RESTIKOM: Riset Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 6, no. 3, pp. 534–543, 2024.
- [10] T. J. Sheng et al., "An internet of things based smart waste management system using LoRa and tensorflow deep learning model," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 148793–148811, 2020.
- [11] A. Priyansah, M. Adam, T. Arrahman, and N. A. I. Sakdiyah, "Kotak Sampah Pintar berbasis IoT Menggunakan ESP 32 dan Sensor Ultrasonik," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 7, no. 2, pp. 176–187, 2025.