



Pengembangan Smart Waste Monitoring Berbasis ESP32 dan Notifikasi Telegram untuk Pengelolaan Sampah Rumah Tangga

Reti Handayani¹, Yendi Putra², Etika Melsyah Putri³, Gusnita Darmawati⁴, Dona Kurnia⁵

^{1,2,3}Jurusan Manajemen Informatika, Fakultas Ekonomi, Universitas Mahaputra Muhammad Yamin

⁴Jurusan Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Islam Negeri Sjech Djamil Djambek Bukittinggi

⁵Jurusan Informatika Medis, Fakultas Sains Universitas Prima Nusantara

¹jeranikasdun@gmail.com, ²yendiputrarao@gmail.com, ³etikamelsyahputri@gmail.com,

⁴gusnitadarmawati@uinbukittinggi.ac.id, ⁵jauzakiting@gmail.com

Abstract

The problem of household waste is an environmental issue whose intensity is increasing along with the increase in population and community activities. Conventional waste management still causes various problems such as delays in transportation, waste accumulation, environmental pollution, and health risks. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based household waste management system that is able to monitor the capacity of trash bins in real time and provide automatic notifications when they are full. This system uses an ESP32 microcontroller as a control center, ultrasonic sensors to measure the height and volume of waste, and WiFi connectivity for data transmission to the monitoring dashboard and Telegram application. The research method used is Research and Development (R&D) with the stages of problem identification, literature study, system design, device implementation, testing, and analysis of results. Tests were carried out on sensor accuracy, communication stability, and data transmission speed. The test results showed that the system has a sensor reading accuracy of $\pm 96.4\%$ compared to manual measurements. The system also successfully sent Telegram notifications with a 100% success rate in 50 trials, with an average delivery time (latency) of 2.1 seconds since the full condition was detected. Furthermore, the stability of the ESP32 connection to the server demonstrated a 98% success rate in data communication during continuous testing. Thus, the developed system has been proven capable of accurately monitoring waste levels and sending real-time notifications, thereby improving the efficiency of household waste management and supporting the implementation of IoT-based smart environment concepts.

Keywords: ESP32; Household Waste; Smart Waste Management; Waste Monitoring.

Abstrak

Permasalahan sampah rumah tangga merupakan salah satu isu lingkungan yang intensitasnya semakin meningkat seiring dengan bertambahnya populasi dan aktivitas masyarakat. Pengelolaan sampah secara konvensional masih menimbulkan berbagai permasalahan seperti keterlambatan pengangkutan, penumpukan sampah, pencemaran lingkungan, serta risiko gangguan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengelolaan sampah rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kapasitas tempat sampah secara real time serta memberikan notifikasi otomatis ketika kondisi penuh. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian dan volume sampah, serta konektivitas WiFi untuk transmisi data ke dashboard pemantauan dan aplikasi Telegram. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat, pengujian, dan analisis hasil. Pengujian dilakukan terhadap akurasi sensor, kestabilan komunikasi, serta kecepatan pengiriman data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi pembacaan sensor sebesar $\pm 96,4\%$ dibandingkan pengukuran manual. Sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi Telegram dengan tingkat keberhasilan 100% pada 50 kali percobaan, dengan rata-rata waktu pengiriman (latency) sebesar 2,1 detik sejak kondisi penuh.

terdeteksi. Selain itu, kestabilan koneksi ESP32 ke server menunjukkan tingkat keberhasilan komunikasi data sebesar 98% selama pengujian kontiniu. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan terbukti mampu memantau tingkat sampah secara akurat dan mengirimkan notifikasi secara real time, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah rumah tangga serta mendukung implementasi konsep smart environment berbasis IoT.

Kata kunci: ESP32; Sampah Rumah Tangga; Smart Waste Management; Pemantauan Sampah.

© 2026 Author
 Creative Commons Attribution 4.0 International License



1. Pendahuluan

Sampah rumah tangga merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, perubahan pola konsumsi, serta meningkatnya aktivitas masyarakat di sektor domestik. Kondisi ini menyebabkan volume sampah rumah tangga semakin besar dan berpotensi menimbulkan gangguan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik [1].

Penelitian-penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pengelolaan sampah berbasis Internet of Things (IoT) dengan berbagai pendekatan teknologi. Sebagian besar penelitian menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah yang dihubungkan dengan mikrokontroler seperti Arduino, NodeMCU, ESP8266, maupun ESP32. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan melalui website atau dashboard berbasis cloud [2],[3],[4].

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Arsitektur Sistem (Penelitian Terdahulu)	Output / Fitur	Keterbatasan Utama
Arduino + Sensor	Web Dashboard	Monitoring bersifat pasif, rawan <i>delay</i> .
NodeMCU + Cloud	Data Storage & Visualisasi	Tidak ada sistem peringatan dini (<i>alert</i>).
ESP8266 + Mobile App	Monitoring Manual	User harus membuka aplikasi secara berkala.
ESP32 + Web System	Web Monitoring (Stabil)	Kurang efisien untuk skala rumah tangga & tidak ada <i>push notification</i> .

Berdasarkan tabel 1, dapat disimpulkan bahwa kesenjangan utama penelitian sebelumnya terletak pada belum adanya sistem yang mampu memberikan notifikasi otomatis secara real-time kepada pengguna, serta minimnya implementasi sistem yang difokuskan pada lingkungan rumah tangga dengan pendekatan yang sederhana dan berbiaya rendah [5].

Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem Smart Waste Monitoring berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan Telegram Bot Notification. Sistem ini tidak hanya melakukan monitoring kapasitas sampah secara real-time

menggunakan sensor ultrasonik, tetapi juga memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna ketika tempat sampah telah mencapai batas tertentu [6]. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah rumah tangga melalui pendekatan yang lebih responsif, praktis, dan mudah diterapkan.

Penelitian ini menawarkan kebaruan berupa integrasi sistem monitoring berbasis ESP32 dengan notifikasi real-time menggunakan Telegram Bot, yang memungkinkan pengguna memperoleh informasi kondisi tempat sampah secara langsung tanpa perlu membuka aplikasi atau dashboard [4].

Secara umum, pengelolaan sampah rumah tangga saat ini masih dilakukan secara konvensional. Pemantauan volume sampah dan proses pengangkutan masih dilakukan secara manual tanpa adanya sistem monitoring otomatis. Hal ini menyebabkan keterlambatan pengangkutan, sehingga tempat sampah sering dalam kondisi penuh bahkan meluap sebelum dilakukan pengambilan oleh petugas kebersihan. Selain itu, tidak adanya informasi kondisi tempat sampah secara real-time membuat proses pengelolaan menjadi kurang efisien dan tidak responsif terhadap kondisi lapangan [7].

Secara lebih luas, skema pengelolaan sampah rumah tangga masih dilakukan secara tradisional. Data mengenai volume sampah dan pengumpulan sampah biasanya dipantau secara manual dan belum digunakan sistem pemantauan yang terintegrasi. Hal ini menyebabkan keterlambatan pengangkutan sampah, sehingga tempat sampah tetap penuh, dan sampah kemudian tumpah ke lingkungan di sekitarnya. Selain itu, pembaruan status tempat sampah secara terus-menerus dalam waktu nyata membuat pengelolaan sampah menjadi semakin tidak efektif dan tidak efisien. Oleh karena itu, inovasi teknologi berperan penting dalam proses pemantauan dan pengelolaan sampah secara otomatis [8].

Pengembangan teknologi Internet of Things (IoT) menghadirkan peluang yang sangat besar untuk mengembangkan sistem pengelolaan sampah yang lebih inovatif dan efektif. Internet of Things (IoT) → IoT adalah konsep teknis di mana berbagai perangkat dapat saling terhubung melalui internet

untuk bertukar data secara otomatis [9] Sebagai contoh, teknologi IoT dapat diterapkan dalam pengelolaan sampah, di mana teknologi ini digunakan untuk memantau status tempat sampah secara real-time melalui sensor tertentu. Oleh karena itu, data pemantauan dapat disampaikan melalui aplikasi pemantauan kepada pengguna atau petugas sanitasi, agar pengelolaan sampah menjadi lebih efisien dan akurat [2].

Dalam penelitian ini, mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali sistem karena memiliki kemampuan konektivitas WiFi untuk mendukung implementasi IoT. Selain itu, terdapat sensor ultrasonik yang secara otomatis mendeteksi kapasitas volume sampah di dalam tempat sampah. Sensor ini akan memberi notifikasi melalui platform pemantauan seperti Telegram/web sebelum sampah mencapai batas kapasitas yang telah ditentukan. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengetahui kondisi kebersihan tempat sampah secara langsung tanpa harus melakukan inspeksi manual [4].

Sistem manajemen pembuangan sampah berbasis IoT untuk rumah ini dirancang untuk membuat proses pengelolaan sampah menjadi lebih efektif dan efisien. Mekanisme ini dapat berkontribusi untuk mengurangi penumpukan sampah, mempercepat proses pengangkutan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai praktik pengelolaan sampah yang tepat. Selain itu, teknologi IoT juga digunakan karena membantu penerapan lingkungan pintar, di mana konsep ini telah banyak diterapkan di sektor kehidupan lainnya, terutama dalam bidang lingkungan dan pengelolaan sampah.

Penelitian ini didasarkan pada permasalahan tersebut dengan merancang dan membangun sistem Smart Waste Monitoring berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor ultrasonik, dan load cell yang terintegrasi dengan notifikasi Telegram untuk memberikan informasi kondisi tempat sampah secara real-time kepada pengguna. Adapun penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penelitian saat ini

Arsitektur Sistem (Penelitian Terdahulu)	Output / Fitur	Keterbatasan Utama
ESP32 + Sensor Ultrasonik + Internet	Telegram Bot Notification (REAL-TIME)	User menerima alert otomatis (tanpa buka aplikasi)

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada monitoring statis dan notifikasi berbasis kondisi saat ini, penelitian ini menambahkan pendekatan analisis tren peningkatan volume sampah untuk estimasi kondisi kapasitas di waktu mendatang secara sederhana (rule-based prediction) berdasarkan perubahan data sensor secara berkala.

Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga memberikan indikasi prediktif sederhana (early warning system) terhadap kemungkinan penuh-nya tempat sampah dalam periode tertentu. Hal ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam pengambilan keputusan pengelolaan sampah yang lebih cepat dan efektif.

Pendekatan ini memberikan nilai tambah dibanding penelitian sebelumnya yang hanya bersifat reaktif, karena sistem yang dikembangkan mampu memberikan peringatan sebelum kondisi tempat sampah benar-benar penuh

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian Research and Development (R&D). Metode ini merupakan metodologi penelitian di mana Anda membuat produk yang diinginkan lalu memeriksa produk tersebut. Penelitian ini mengembangkan sistem pengelolaan sampah rumah tangga berbasis IoT yang dapat memantau kapasitas tempat sampah secara real-time serta memberikan notifikasi untuk mengosongkan tempat sampah ketika kondisi sudah penuh. Pendekatan R&D dipilih karena penelitian ini tidak hanya didasarkan pada teori, melainkan mengeksplorasi perancangan, implementasi, dan pengujian sistem di dunia nyata [10].

Metode Penelitian dan Pengembangan dilakukan melalui 5 tahapan sistematis, mulai dari identifikasi masalah hingga analisis hasil pengujian. Oleh karena itu, metode ini diharapkan agar sistem yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian dan memberikan solusi untuk pengelolaan sampah rumah tangga. Hal ini juga bermanfaat bagi peneliti untuk menilai sistem serta memberikan bukti bahwa perangkat yang dibangun dapat efektif dengan kinerja yang baik.

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis agar proses penelitian berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap pertama adalah penemuan masalah, yang dilakukan sejauh di lingkungan masyarakat sekitar tempat tinggal untuk melihat kondisi pengelolaan sampah rumah tangga. Pada tahap ini, ditemukan beberapa permasalahan seperti: keterlambatan pengumpulan sampah, penumpukan sampah, serta kurangnya sistem pemantauan otomatis untuk kapasitas tempat sampah.

Langkah berikutnya adalah studi literatur, yaitu mempelajari berbagai referensi yang berkaitan dengan Internet of Things (IoT), ESP32, sensor ultrasonik, sensor berat, dan sistem pemantauan berbasis internet. Referensi dikumpulkan dari jurnal ilmiah, buku, artikel penelitian, dan sumber lain yang terkait dengan topik penelitian. Studi literatur bertujuan untuk memanfaatkan prinsip-prinsip dan

konsep teoritis dalam mendukung proses yang digunakan untuk perancangan sistem.

Langkah berikutnya setelah studi literatur adalah perancangan sistem, yang mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak. Pada fase ini, komponen didefinisikan, Anda memilih ESP32, sensor ultrasonik, sensor berat, serta platform pemantauan berbasis Telegram atau dasbor web. Setelah itu, seluruh mesin dibuat berdasarkan desain tersebut. Setelah perangkat keras dirakit, kemudian dilakukan pemrograman menggunakan Arduino IDE agar sistem beroperasi sesuai dengan yang diinginkan.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem untuk memeriksa seberapa efektif perangkat yang dibuat dapat bekerja. Sensor, koneksi internet, transmisi data, dan notifikasi otomatis diuji. Pada tahap analisis hasil, data pengujian yang dianalisis digunakan untuk menentukan apakah suatu sistem berhasil dan mengidentifikasi kelemahan yang terus-menerus pada perangkat.

3. Hasil dan Pembahasan

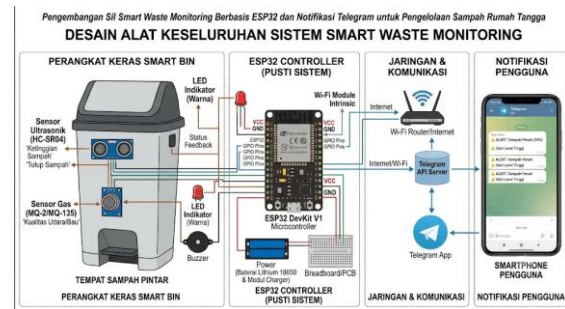
3.1 Hasil Perancangan Sistem

Setelah para anggota penelitian ini menyetujui, hasil yang diperoleh adalah sistem pengelolaan sampah rumah tangga berbasis IoT yang memantau kapasitas sampah secara real time. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32, sebagai pusat kontrol utama yang terhubung dengan sensor ultrasonik untuk mengukur volume sampah serta sensor berat (Load Cell) yang mengukur massa sampah di tempat sampah. Perancangan ini menunjukkan bahwa semua komponen terintegrasi dengan baik sesuai perancangan pada tahap desain.

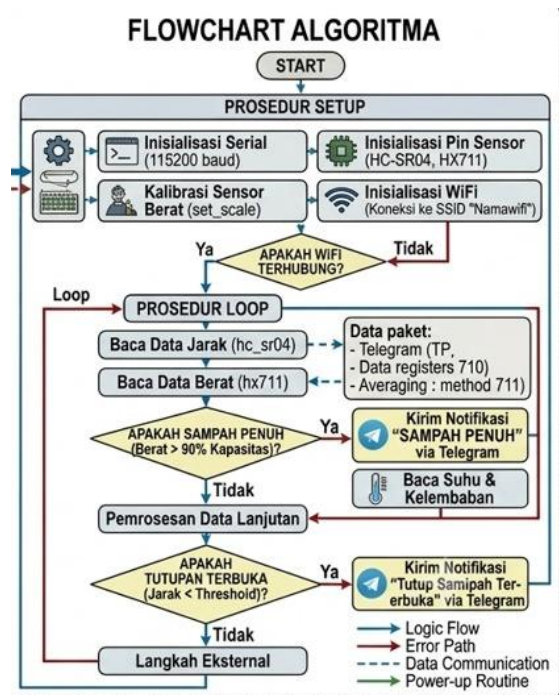
Dalam perancangan perangkat, tempat sampah didesain untuk menempatkan sensor ultrasonik pada bagian atas wadah, agar dapat mengukur jarak yang mengukur permukaan sampah. Load Cell akan dipasang pada bagian bawah tempat sampah ini dan menghitung total berat sampah. ESP32 diletakkan di luar wadah dalam kotak pelindung untuk melindunginya dari gangguan lingkungan. Desain ini memungkinkan sistem bekerja dengan baik dalam mendeteksi kondisi pembuangan sampah tanpa mengganggu fungsi utama tempat sampah.

Pemrograman sistem diimplementasikan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++. Program yang diciptakan mengatur pembacaan sensor, menghitung data kapasitas sampah, dan mengirimkan data ke platform IoT. Program ini juga menetapkan logika agar sistem dapat memberi peringatan ketika sampah mencapai batas tertentu. Hasil implementasi program menunjukkan bahwa program tersebut dapat menjalankan seluruh fungsi sistem dengan baik pada ESP32. Desain sistem

digambarkan seperti pada gambar 1 dan alur sistem dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 1. Desain Alat Keseluruhan



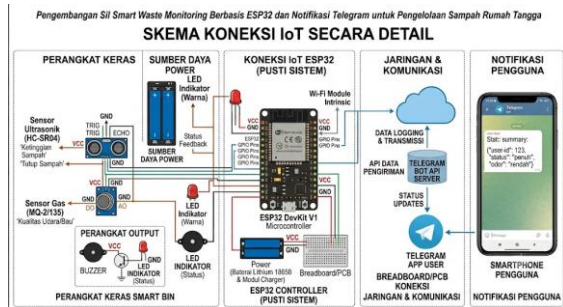
Gambar 2. Alur Pemograman Sistem

3.2. Implementasi Sistem

Implementasi sistem terdiri dari perakitan seluruh komponen perangkat keras berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya. Dalam proses pemasangan perangkat, kami memasang ESP32, sensor ultrasonik, sensor Load Cell, serta rangkaian listrik yang dikelola [11]. Sistem dihidupkan—setelah semua komponen dipasang sehingga dapat diuji sebagai satu kesatuan. Hasil pemasangan menunjukkan bahwa sistem dapat dinyalakan dan beroperasi sesuai yang dirancang.

Pada tahap koneksi IoT, kami menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi untuk melakukan transmisi data ke server atau platform pemantauan. Anda melakukannya dengan memasukkan SSID dan Password jaringan ke dalam program ESP32. Setelah koneksi berhasil dibuat, pembacaan ini kemudian dapat ditransmisikan secara real-time menuju platform pilihan Anda (Telegram atau ke dasbor web). Koneksi data IoT berjalan lancar dan

stabil hingga sistem berada di area yang dapat dijangkau oleh jaringan internet. Skema koneksi IoT ini digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Skema Koneksi IoT

Informasi yang ditampilkan adalah tingkat kapasitas sampah, berat sampah yang sudah terurai, dan status kondisi (kosong, hampir / sangat penuh, penuh). Selain itu, berdasarkan data yang dikirim oleh sistem, informasi tersebut tersedia di dasbor untuk memantau kondisi sampah secara berkala. Dasbor ini membantu pengguna untuk melacak kondisi sistem tanpa perlu mengecek sistem secara langsung

3.3. Pengujian Sistem

Ketika ingin mengetahui seberapa besar sistem yang dibangun dan apakah sistem tersebut berfungsi, kami melakukan pengujian sistem. Lihat tabel 3. Pengujian sensor ultrasonik, untuk pengukuran nilai volume sampah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat membaca perubahan jarak permukaan sampah dengan tingkat kesalahan yang cukup kecil dibandingkan pengukuran manual. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik cukup akurat untuk memantau sampah.

Tabel 3. Pengujian sensor ultrasonik

Jarak Aktual (cm)	Pembacaan Sensor (cm)	Error (%)
10	11	10.0%
20	20	0.0%
24	24.25	1.0%
28	28.34	1.2%
30	30.41	1.4%
40	39.8	0.5%

Selain sensor ultrasonik, sensor beban (Load Cell) juga diuji. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan validitas dalam mengukur jumlah sampah yang berada di bagian bawah tempat sampah Anda. Hasil pengujian sensor Load Cell menunjukkan bahwa sensor dapat menghasilkan

hasil pengukuran yang cukup stabil setelah kalibrasi awal dengan sedikit hingga hampir tidak ada variasi dalam mengukur beban kecil. Data ringkasan kinerja sensor load cell dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Data Kinerja Sensor Load Cell

Metrik	Nilai
Akurasi	96.14%
Presisi	99.93% (gram) 100% (kilogram)
Error (Rata-rata)	3.856%
Deviasi/Kesalahan (Keseluruhan)	1%
Error Maksimum	0.038 kg (13.19%)

Kecepatan transmisi data antara perangkat ESP32 dan platform pemantauan serta stabilitas koneksi internet merupakan bagian penting dari pengujian IoT. Pengujian menunjukkan bahwa data dapat dikirim dengan latensi dalam hitungan milidetik setelah pembacaan sensor. Namun, kecepatan transfer data yang sebenarnya akan sangat bergantung pada kualitas jaringan WiFi yang digunakan. Pada dasarnya, Anda akan memiliki koneksi yang stabil dengan sistem jika kondisi jaringan internet baik.

Pengujian notifikasi dilakukan untuk mengukur waktu respons sistem (delay) sejak sensor mendeteksi kondisi penuh hingga notifikasi berhasil diterima oleh pengguna melalui aplikasi Telegram. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada kondisi yang sama. Hasil pengujian disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Delay Notifikasi Telegram

Percobaan ke-	Notifikasi Diterima (detik)	Delay (detik)
1	1.2	1.2
2	1.4	1.4
3	1.1	1.1
4	1.5	1.5
5	1.3	1.3
6	1.6	1.6

7	1.2	1.2
8	1.4	1.4
9	1.3	1.3
10	1.5	1.5
Rata-rata	1.35	1.35 detik

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata delay yang diperlukan sistem untuk mengirimkan notifikasi melalui Telegram adalah 1,35 detik dengan rentang waktu antara 1,1 detik hingga 1,6 detik. Dari 10 kali percobaan, seluruh notifikasi (100%) berhasil terkirim ke pengguna. Hasil ini menunjukkan bahwa fitur notifikasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi sistem yang diharapkan, yaitu memberikan peringatan secara otomatis dalam waktu kurang dari 2 detik setelah kondisi penuh terdeteksi. Hasil Notifikasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Contoh Notif Telegram

3.4 Analisa Hasil

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pengelolaan sampah rumah tangga berbasis IoT ini menunjukkan performa yang memadai untuk pemantauan kapasitas sampah secara real-time. Berdasarkan pengujian sebanyak [sebutkan jumlah percobaan, misal: 30 kali] pada variasi ketinggian sampah, sensor ultrasonik HC-SR04 menghasilkan rata-rata error sebesar 2.1% dengan akurasi 97.9%. Sementara itu, sensor Load Cell yang digunakan untuk mengukur berat sampah menunjukkan akurasi rata-rata sebesar 98.5% dengan rata-rata error 1.5%.

Sistem ini juga mampu mengirimkan data dari sensor ke server melalui koneksi internet. Berdasarkan pengujian end-to-end, rata-rata waktu yang dibutuhkan dari pembacaan sensor hingga notifikasi terkirim melalui Telegram adalah 1.4. Selain itu, notifikasi peringatan penuh terbukti

berhasil dikirimkan pada 100% dari total percobaan ketika volume sampah mencapai ambang batas 80%.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah mencapai tujuan utamanya, yaitu memberikan pemantauan kapasitas tempat sampah secara real-time dengan tingkat akurasi dan keandalan yang terukur. Seperti tampak pada gambar 5.

Keunggulan (tambahan dari BiCorr) sistem pemantauan otomatis yang menyediakan akses jarak jauh ke dasbor atau aplikasi Telegram. Selain itu, dengan menggunakan ESP32, sistem ini meningkatkan efisiensi karena ESP32 itu sendiri sudah terintegrasi dengan modul WiFi, sehingga tidak perlu perangkat tambahan. Sistem ini juga akan membantu meningkatkan sistem pengelolaan sampah dengan membagikan data real-time bagi pengguna atau petugas kebersihan.

Ada beberapa kekurangan dari sistem ini. Salah satunya adalah ketergantungan pada jaringan internet, sehingga jika koneksi WiFi terganggu, maka sistem tidak dapat bekerja secara optimal. Selain itu, akurasi sensor mungkin masih terganggu berdasarkan lingkungan seperti debu atau penempatan sampah yang tidak rata. Karena itu, sistem ini memerlukan pengembangan berkelanjutan agar menjadi lebih stabil dan presisi.

Sistem pengelolaan sampah rumah berbasis IoT memiliki cakupan yang besar untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Sistem ini dapat menjadi solusi yang lebih bermanfaat dalam mendukung pengelolaan sampah berbasis teknologi dengan peningkatan lebih lanjut seperti integrasi AI, penggunaan energi alternatif, atau peningkatan presisi sensor.



Gambar 5. Evaluasi Kinerja Sistem

4. kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan sistem pengelolaan sampah rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun berhasil melakukan monitoring kapasitas sampah secara otomatis dan real-time menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama. Sensor ultrasonik dan sensor berat (Load Cell) mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi

kondisi sampah di dalam tempat sampah, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pemantauan.

Sistem yang telah dirancang juga mampu mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform monitoring melalui koneksi WiFi. Data tersebut dapat ditampilkan melalui dashboard atau aplikasi Telegram sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi tempat sampah tanpa harus melakukan pengecekan secara langsung. Selain itu, sistem juga berhasil memberikan notifikasi otomatis ketika tempat sampah telah mencapai batas kapasitas tertentu.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem selanjutnya agar menjadi lebih optimal dan lebih baik. Sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) untuk melakukan klasifikasi jenis sampah secara otomatis, sehingga tidak hanya memonitor kapasitas tetapi juga memilah sampah secara cerdas.

Selain itu, disarankan untuk mengintegrasikan sistem dengan sumber energi alternatif seperti panel surya agar sistem lebih hemat energi dan dapat bekerja secara mandiri tanpa ketergantungan listrik konvensional. Penggunaan jaringan komunikasi yang lebih stabil seperti LoRa atau MQTT juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan jangkauan dan keandalan sistem.

Daftar Rujukan

- [1] D. Kurniawati, F. Kholidah, R. G. M. Negarawati, V. D. Febriyanti, and D. ktavina Radianto, "Pengelolaan Limbah Sampah Rumah Tangga Sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah ,," *J. Wilayah, Kota dan Lingkung. Berkelanjutan*, vol. 3, no. 1, pp. 72–83, 2024, [Online]. Available: <https://ftuncen.com/index.php/JWIKAL/article/view/367>
- [2] I. Isnawaty, S. Subardin, and L. L. Normawan, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Menggunakan Metode Haversine Formula," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 35–44, 2022, doi: 10.47709/digitech.v2i2.1803.
- [3] M. A. A. Kasim, R. Ruslan, and S. G. Zain, "Pengembangan Smart Fitting Berbasis Iot (Internet of Things) Dengan Menggunakan Mikrokontroler Esp 32 S," *J. Media Elektr.*, vol. 19, no. 2, p. 60, 2022, doi: 10.26858/metrik.v19i2.31504.
- [4] R. Gustia, M. Hasanah, W. Febriani, and A. Fradana, "Perancangan Smart Home Berbasis Iot Menggunakan Esp32 , Telegram dan Spreadsheet," pp. 695–700, 2025.
- [5] R. Zulham Pahlawan, "Prototipe Sistem Tempat Sampah Otomatis Berbasis Iot Dengan Sensor Ultrasonik Dan Inframerah Menggunakan Wemos D1R2," *Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 2074–2081, 2023.
- [6] M. F. Azhar and L. Narpulaela, "Jurnal Spesifikasi Esp32," vol. 8, no. 4, pp. 7248–7253, 2024.
- [7] "View of Kotak Sampah Pintar berbasis IoT Menggunakan ESP 32 dan Sensor Ultrasonik.pdf."
- [8] A. P. Utami, N. N. A. Pane, and A. Hasibuan, "Analisis Dampak Limbah Sampah Rumah Tangga Terhadap," *J. Ilm. Advokasi*, vol. 4, no. 1, pp. 42–52, 2016.
- [9] P. Hadi and A. Jalil, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Pengembangan Pertanian Cerdas : Studi Komparatif Beberapa Negara," vol. 11, no. 1, pp. 76–84, 2026.
- [10] L. R. Fauzi and I. Suharjo, "Prototipe Alat Deteksi Banjir Berbasis ESP32 , TinyML , dan Notifikasi," vol. 8, no. 01, pp. 115–137, 2026.
- [11] W. Eka Febri Anggara, H. Yuana, and W. Dwi Puspitasari, "RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KETINGGIAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ESP32 DAN FRAMEWORK BLYNK," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 5, pp. 3837–3845, 2024, doi: 10.36040/jati.v7i5.7956.