



# Smart Trash Bin Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time Melalui Telegram untuk Optimalisasi Kebersihan Sekolah

Dendy Kurniawan <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang Jawa Tengah, e-mail : [dendy@stekom.ac.id](mailto:dendy@stekom.ac.id)

\* Corresponding Author : Dendy Kurniawan

**Abstract:** This article discusses the design of a smart trash bin system based on a microcontroller that can provide real-time notifications via the Telegram application when the trash volume reaches its maximum capacity or when unpleasant odors are detected. The system is designed to enhance the efficiency of waste management in an elementary school environment in Central Java, Indonesia. The developed device utilizes two ultrasonic sensors to detect object proximity and trash volume, as well as an MQ4 sensor to identify methane gas as an odor indicator. The NodeMCU serves as the central controller and network interface for sending notifications to Telegram. Testing results demonstrate that the system effectively detects the trash bin's condition and delivers timely and automated notifications to cleaning personnel. This innovation is expected to serve as a practical and effective solution in supporting a cleaner and healthier school environment.

**Keywords:** Smart Trash Bin; IoT; NodeMCU; Ultrasonic Sensor; MQ4 Sensor; Telegram

**Abstrak:** Artikel ini membahas perancangan sistem kotak sampah cerdas berbasis mikrokontroler yang mampu memberikan notifikasi secara real-time melalui aplikasi Telegram ketika volume sampah mencapai batas maksimum atau terdeteksi adanya bau tidak sedap. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kebersihan di lingkungan sekolah dasar di Jawa Tengah. Perangkat yang dikembangkan menggunakan dua sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek dan volume sampah, serta sensor MQ4 untuk mendeteksi gas metana sebagai indikator bau. NodeMCU berfungsi sebagai pusat kendali dan penghubung jaringan untuk mengirim notifikasi ke aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi tempat sampah secara akurat dan memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan secara otomatis dan tepat waktu. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan efektif dalam mendukung terciptanya lingkungan sekolah yang bersih dan sehat.

**Kata kunci:** Smart Trash Bin, IoT, NodeMCU, Sensor Ultrasonik, Sensor MQ4, Telegram

Received: 18 Januari 2025

Revised: 2 Februari 2025

Accepted: 27 Maret 2025

Published: 31 Maret 2025

Curr. Ver.: 31 Maret 2025



Copyright: © 2025 by the authors.  
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

## 1. Pendahuluan

Kebersihan lingkungan merupakan faktor penting dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan suatu wilayah, termasuk lingkungan sekolah. Lingkungan yang bersih dapat menciptakan suasana belajar yang sehat, produktif, dan menyenangkan bagi peserta didik. Namun, pengelolaan sampah yang kurang optimal dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti pencemaran udara, penyebaran penyakit, dan penurunan kualitas lingkungan (Wuryanto, 2019).

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), timbulan sampah nasional pada tahun 2022 mencapai sekitar 68,5 juta ton per tahun, dan salah satu kontributor utamanya berasal dari aktivitas sehari-hari di institusi pendidikan (KLHK, 2023).

Sayangnya, sebagian besar pengelolaan sampah di lingkungan sekolah masih dilakukan secara konvensional tanpa dukungan teknologi yang memadai. Hal ini menyebabkan terjadinya penumpukan sampah, keterlambatan dalam proses pengangkutan, hingga munculnya bau tidak sedap di sekitar area pembuangan sementara.

Permasalahan serupa juga ditemukan di SD XYZ, salah satu SD di Kota Kendal Jawa tengah. Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak sekolah, diketahui bahwa volume sampah meningkat tajam pada jam istirahat karena banyaknya sisa makanan dan kemasan yang dibuang siswa. Sayangnya, keterbatasan petugas kebersihan dan tidak adanya sistem pemantauan menyebabkan keterlambatan dalam pengangkutan sampah. Akibatnya, tempat sampah seringkali penuh dan menimbulkan bau tidak sedap yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan warga sekolah

Seiring berkembangnya teknologi, penerapan Internet of Things (IoT) dalam sistem pengelolaan lingkungan menjadi solusi potensial yang efektif. Salah satu penerapannya adalah dengan membangun sistem smart trash bin berbasis mikrokontroler dan sensor, yang mampu mendeteksi kondisi sampah dan memberikan notifikasi secara real-time kepada petugas melalui platform komunikasi seperti Telegram. Dengan dukungan sensor ultrasonik dan sensor gas MQ4, sistem ini dapat mengukur volume sampah dan mendeteksi keberadaan gas metana sebagai indikator bau tidak sedap, sehingga memungkinkan pengelolaan kebersihan yang lebih responsif dan efisien (Bahri, 2019; Fajar Wicaksono, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi smart trash bin berbasis IoT dengan notifikasi real-time melalui Telegram, yang ditujukan untuk meningkatkan pengelolaan kebersihan di lingkungan SD XYZ, salah satu SD di Kota Kendal Jawa tengah. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi nyata dalam mendukung program sekolah sehat dan ramah lingkungan melalui pemanfaatan teknologi terapan.

## 2. Metode yang Diusulkan

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) untuk menghasilkan produk teknologi berupa sistem Smart Trash Bin berbasis IoT yang mampu memberikan notifikasi kondisi tempat sampah secara real-time melalui Telegram. Model pengembangan mengacu pada tahapan modifikasi dari Borg & Gall, yang telah disesuaikan untuk lingkup penelitian teknologi terapan.

### 2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SD XYZ Kabupaten Kendal, Jawa Tengah pada rentang waktu Maret hingga Juni 2022.

### 2.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

#### a. Identifikasi Masalah

Permasalahan diidentifikasi melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak sekolah, khususnya petugas kebersihan. Ditemukan bahwa volume sampah yang meningkat pada jam istirahat dan keterlambatan dalam pengangkutan menyebabkan tempat sampah sering penuh dan menimbulkan bau tidak sedap. Selain itu, belum adanya sistem berbasis teknologi untuk mendukung manajemen kebersihan sekolah.

#### b. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui:

- Observasi lingkungan sekolah.
- Wawancara dengan guru dan petugas kebersihan.
- Studi literatur dari jurnal, buku, dan laporan penelitian terbaru mengenai sistem IoT, mikrokontroler, dan pengelolaan sampah pintar.

#### c. Perancangan Produk

Perancangan sistem dilakukan menggunakan komponen:

- NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali dan pengirim data melalui internet.

- Sensor Ultrasonik HC-SR04 (2 unit), untuk deteksi objek dan volume sampah.
- Sensor MQ4, untuk mendeteksi bau tidak sedap (gas metana).
- Servo Motor, untuk buka-tutup otomatis tutup tempat sampah.
- LCD I2C, untuk menampilkan status tempat sampah.
- Adaptor, sebagai catu daya.

Software yang digunakan meliputi:

- Arduino IDE, untuk pemrograman mikrokontroler.
- Fritzing, untuk desain sirkuit elektronik.
- Telegram Bot API, untuk sistem notifikasi.

**d. Validasi Desain**

Desain produk divalidasi oleh dosen pakar di bidang sistem tertanam dan Internet of Things untuk memastikan kesesuaian fungsi dan komponen dengan tujuan penelitian.

**e. Revisi Desain**

Perbaikan dilakukan berdasarkan masukan dari validasi desain hingga sistem siap diuji coba di lingkungan nyata

**f. Uji Coba Produk**

Uji coba dilakukan di SD XYZ Kabupaten Kendal, Jawa Tengah dengan melibatkan petugas kebersihan. Uji coba difokuskan pada:

- Kemampuan sistem mendeteksi volume sampah.
- Keakuratan sensor bau (MQ4).
- Respons dan keandalan pengiriman notifikasi ke Telegram.

**2.3. Teknik Analisis Data**

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan pengukuran jarak, kadar gas, dan respon waktu pengiriman notifikasi. Validitas dan kelayakan sistem juga dianalisis melalui kuesioner yang diberikan kepada dosen ahli dan pengguna akhir (user) di lokasi penelitian.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Hasil Perancangan dan Implementasi Sistem**

Sistem kotak sampah cerdas yang dikembangkan terdiri dari integrasi komponen NodeMCU ESP8266, dua sensor ultrasonik HC-SR04, sensor gas MQ4, servo motor, LCD I2C, dan pemrograman dengan Arduino IDE. Sistem ini mampu:

- Membuka tutup tempat sampah otomatis saat mendeteksi objek.
- Menentukan volume sampah berdasarkan ketinggian.
- Mendeteksi bau busuk melalui sensor gas.
- Memberikan notifikasi melalui Telegram kepada petugas kebersihan.

**2.2. Pengujian Sensor dan Fungsi Sistem**

**a. Sensor Ultrasonik 1 dan Servo Motor (Buka Tutup Otomatis)**

Sensor ini dipasang pada bagian atas untuk mendeteksi objek (tangan) pengguna. Jika objek terdeteksi pada jarak kurang dari 6 cm, servo akan membuka tutup tempat sampah.

Tabel 1. Pengujian Pendeteksi Objek dan Servo Motor

Jarak Objek (cm)	Sudut Servo (°)	Status Tutup
59	90	Tertutup

15	90	Tertutup
10	90	Tertutup



Gambar 1 Pengujian Servo

**b. Sensor Ultrasonik 2 (Deteksi Volume Sampah)**

Sensor kedua mendeteksi ketinggian tumpukan sampah dari dasar tempat sampah. Bila mencapai ambang batas tertentu, sistem mengirim notifikasi ke Telegram.

Tabel 2. Pengujian Pendeteksi Volume Sampah

Ketinggian Sampah (cm)	Persentase Volume	Status Notifikasi
2	92%	Terkirim: "Sampah Penuh"
5	80%	Tidak ada notifikasi
15	40%	Tidak ada notifikasi



Gambar 2 Deteksi Ketinggian Sampah dan notifikasi Telegram

**c. Sensor MQ4 (Deteksi Gas/Bau)**

Sensor MQ4 mendeteksi kandungan gas metana dari sampah. Ambang batas ditetapkan pada  $\pm 500$  ppm.

Tabel 3. Pengujian Pendeteksi Bau dengan Sensor MQ4

Kondisi Sampah	Nilai Sensor (ppm)	Status Notifikasi Telegram
Tanpa bau	486	Tidak ada notifikasi
Dengan bau menyengat	522	"Peringatan! Kadar Bau dalam Sampah Tinggi!"

**d. Tampilan LCD**

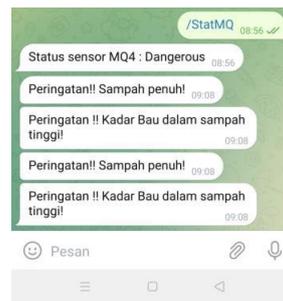
LCD I2C digunakan untuk menampilkan status volume dan bau. Terdapat 4 jenis tampilan: kondisi normal, penuh, bau, dan selesai membuang.



Gambar 3 Tampilan LCD

**e. Notifikasi Telegram Bot**

Bot Telegram memberikan umpan balik otomatis berdasarkan status sensor. Diuji dengan dua kondisi: sampah penuh dan bau menyengat.



Gambar 5 Tampilan notifikasi bot Telegram:

**3. Validasi Sistem**

Validasi dilakukan kepada dua kelompok: dosen pakar dan pengguna (petugas kebersihan SD XYZ Kabupaten Kendal, Jawa Tengah). Skala penilaian 1–4 menunjukkan kualitas sistem.

Tabel 4. Hasil Rekap Validasi Sistem

Validator	Jumlah Responden	Total Nilai	Rata-rata	Kategori
Dosen Pakar	1	37	37.0	Sangat Baik
User (Petugas)	10	400	40.0	Sangat Baik

Total skor: 437 / 11 responden = **39,7** = *Sangat Baik (Valid)*.

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Smart Trash Bin berbasis IoT dengan notifikasi real-time melalui Telegram berhasil berfungsi dengan baik dalam mendeteksi keberadaan objek, volume sampah, dan kadar bau tidak sedap menggunakan kombinasi sensor ultrasonik, sensor MQ4, serta mikrokontroler NodeMCU. Sistem ini mampu memberikan notifikasi otomatis yang akurat kepada petugas kebersihan melalui aplikasi Telegram dan menampilkan status terkini pada LCD, sehingga mendukung efisiensi pengelolaan kebersihan di SD XYZ Kabupaten Kendal

jawa Tengah. Hasil validasi dari pakar dan pengguna akhir menunjukkan bahwa sistem ini layak diterapkan dan dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung terciptanya lingkungan sekolah yang bersih dan sehat.

## Daftar Pustaka

- [1] Aluh Ashari, M., & Lidyawati, L. (2018). IoT berbasis sistem smart home menggunakan NodeMCU V3. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, 3(2).
- [2] Andrianto, H., & D. (2017). *Arduino belajar cepat dan pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- [3] Anus, W., & N., H. (2019). Perancangan sistem tempat sampah pintar dengan sensor HCRSF04 berbasis Arduino UNO R3. *Paradigma-Jurnal Informatika dan Komputer*, 1.
- [4] Arsa Priyo Rahardjo, S. D. (2017). Perancangan tempat sampah pembuka tutup otomatis dan indikator kapasitas. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 139.
- [5] Arsa Priyo Rahardjo, S. H. (2017). Perancangan tempat sampah pembuka tutup otomatis dan indikator kapasitas. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 136–137.
- [6] Cokrojoyo, A., Andjarwirawan, & Noertjahyana, A. (2017). Pembuatan bot Telegram untuk mengambil informasi dan jadwal film menggunakan PHP. *Jurnal Teknologi Industri Universitas Kristen Petra, Jurnal Teknik Elektro*, Surabaya.
- [7] Destiarini, P. W. (2019). Robot line follower berbasis mikrokontroler. *Jurnal Informatika*, 20.
- [8] Dr. Budiyo Sapaturo, M. (2017). *Manajemen penelitian pengembangan (research & development) bagi penyusun tesis dan disertasi*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- [9] Eka Permana, R. H. (2017). Rancang bangun sistem keamanan rumah berbasis SMS gateway menggunakan mikrokontroler. *Teknologi Informasi dan Komunikasi STIMK Subang*, 5.
- [10] Hasbullah, T., Asha, T., & dkk. (2017). Analisis pengelolaan sampah di Kota Subulussalam, tahun 2017. *JUMANTIK*, 4(2).
- [11] Joni, A. B. M., Widodo, S., & dkk. (2019). Rancang bangun alat pengukur kadar gas metana (CH<sub>4</sub>) pada lahan gambut menggunakan mikrokontroler berbasis IoT. *Jurnal Informatika*, 5(2).
- [12] Kurniawan, D., Siswanto, E., & Pratama, M. R. (2024). PEMANFAATAN IOT PADA KOLAM AQUARIUM UNTUK BUDIDAYA IKAN. *Informatika: Jurnal Teknik Informatika dan Multimedia*, 4(2), 30-38.
- [13] Kurniawan, D. (2018). Rancang Bangun Alat Musik Piano, Harpa, Marching Bell Digital Berbasis Arduino Menggunakan Cahaya Laser dan LDR (Studi Kasus: SMP NU 07 Brangsong). *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 11(1), 9-19.
- [14] Martua, S. A. I. (2019). Rancang bangun AMF-ATS berbasis SIM800L dengan fungsi monitoring status switching pada genset. *Jurnal Teknik Elektro*, 83.
- [15] Mulyani, S. (2017). Metode analisis dan perancangan sistem. *Abdi Sistemika*.
- [16] Mochamad Fajar Wicaksono, H. (2017). Mudah belajar mikrokontroler Arduino. *Informatika Bandung*, 6–9.
- [17] Ramayani, L. D. (2018). Article detail. *Anak TK.A-1 dapat melakukan apa yang dikatakan psikolog Ratih Ibrahim*, 1.
- [18] Rahardjo, A. P. (2017). Perancangan tempat sampah pembuka tutup otomatis dan indikator kapasitas. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 136-137.
- [19] Robby Yuly, A. C. (2019). Model smart room dengan menggunakan mikrokontroler Arduino untuk efisiensi sumber daya. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematik*, 3.
- [20] Santoso, & Nurmawati, R. (2017). Perencanaan dan pengembangan aplikasi absensi mahasiswa menggunakan smart card guna pengembangan kampus cerdas: Studi kasus Politeknik Negeri Tahanh Laut. *Jurnal Integrasi*, 86.
- [21] Sukarjadi, D. (2017). Perancangan dan pembuatan smart trash bin berbasis Arduino Uno di Universitas MAARIF Hasyim Latif. *Engineering dan SAIN*, 102–103.

- 
- [22] Umami, A. K., & Kurniawan, D. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING SUHU COOL BOX VAKSIN MENINGITIS MPSV4 BERBASIS IoT. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer (JITEK)*, 3(3), 228-234.
- [23] Wibawanto, W. (2017). *Desain dan pemrograman multimedia pembelajaran interaktif*. Jember, Jawa Timur: Cerdas Ulet Kreatif.
- [24] Zamzami Elamin, M., Nuril Ilmi, K., & dkk. (2018). Analisis pengelolaan sampah pada masyarakat desa Disanah Kecamatan Sreseh Kabupaten Sampang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(4).