

Smart Trash Can Berbasis IOT Dan Mikrokontroler: Solusi Cerdas Untuk Pengelolaan Sampah

Aldi Setiawan¹, Yonky Pernando^{2*}, Ihsan Verdian³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Universal

*Corresponding author yongkyfernando194@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 14-07-2025

Revised 17-07-2025

Accepted 23-07-2025

Keyword:

Smart Trash Can, Internet of Things (IoT), Microcontroller, Waste Management, Ultrasonic Sensor

ABSTRACT

Efficient and effective waste management is crucial for maintaining cleanliness and environmental health, especially in school environments. This research aims to develop and implement a Smart Trash Can system based on the Internet of Things (IoT) and microcontroller as an intelligent solution for waste management at Building B of the Maitreyawira Foundation in Batam. The system is designed to detect the fill level of trash bins in real-time and send notifications to the management center via the IoT network. The Smart Trash Can utilizes ultrasonic sensors to measure the volume of waste and an ESP32 microcontroller to process the data. Information regarding the fill status of the trash bins is transmitted through wireless communication modules to a central server integrated with a web-based application, allowing the building management to monitor and manage waste more efficiently. Test results based on blackbox testing tables show that this prototype functions well, with a detection accuracy rate of 95%. The system can provide accurate information about the fill level of the trash bins and reduce manual checking frequency by up to 80%, thus enhancing the operational efficiency of waste management at Building B of the Maitreyawira Foundation. With the implementation of this technology, it is expected to improve environmental cleanliness and make a positive contribution to better waste management in urban areas.



Copyright © 2025. This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license

I. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini telah mengalami perkembangan pesat dan memiliki dampak besar pada aspek kehidupan manusia([1]). Dari Revolusi Industri yang pertama hingga era digital saat ini, teknologi terus berkembang dengan pesat, memengaruhi hampir semua aktivitas manusia([2]). Internet, cloud computing, kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), dan banyak lagi telah membuka pintu untuk inovasi yang luar biasa dalam komunikasi, pendidikan, kesehatan, bisnis, dan banyak sektor lainnya([3]).

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu nya perkembangan teknologi yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir(K. Gulati et al., 2021). IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia sekitar, menghubungkan berbagai perangkat seperti smartphone, peralatan rumah tangga, kendaraan, dan infrastruktur kota ke

internet([4]). Hal ini memungkinkan pengumpulan data yang besar dan analisis yang mendalam untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari kita([5]). Dengan kemajuan teknologi yang sangat cepat ini maka semua orang dapat mengembangkannya dalam kegiatan atau aktivitas di kehidupan kita, dengan kemajuan yang sangat cepat ini maka kita juga harus mengikuti manfaat dan fungsinya(Cholik, 2021). Perkembangan teknologi saat ini tidak hanya tentang pengurangan ukuran peralatan dan peningkatan kapasitas([6]).

Perkembangan teknologi yang luar biasa berbanding lurus dengan kualitas perangkat lunak yang digunakan dalam teknologi informasi. Memiliki fungsi untuk mendukung dan memajukan pekerjaan manusia, contoh perkembangan Iot di pakai untuk smart home, industri, di Universitas, Agriculture,

Transportasi dan Mobilitas, bahkan di pakai untuk lingkungan([7]). Salah satu penerapan IoT di Universitas adalah untuk memantau lingkungan.

Teknologi analisis data dapat digunakan untuk menganalisis pola penggunaan tempat sampah, volume sampah yang dihasilkan, dan lainnya, sehingga dapat membantu dalam perencanaan pengelolaan sampah yang lebih efisien([8]). Salah satu masalah yang sering dihadapi oleh banyak orang adalah keberadaan sampah, Semakin tinggi aktivitas dan jumlah orang dalam lingkungan itu maka semakin meningkat juga volume sampah [9]. Ketika wadah sampah atau tempat sampah tersebut sudah melebihi batas maksimum maka petugas kebersihan harus segera mengangkut sampah itu agar wadah sampah Kembali kosong dan bisa menampung sampah lagi, dan jika petugas kebersihan telat atau tidak terpantau maka akan terjadinya penumpukan sampah yang mengakibatkan bau tak sedap dan mengganggu kenyamanan lingkungan ([10]).

Sampah yang dihasilkan manusia memiliki banyak jenis, seperti sampah organik dan sampah non-organik. Pada dasarnya, semua jenis sampah dapat memengaruhi aktivitas manusia. Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang baik dan benar sangat penting untuk menjaga kesehatan lingkungan dan kualitas hidup masyarakat. ([11]). Permasalahan penumpukan sampah dapat diatasi dengan memberikan informasi kepada petugas kebersihan. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi internet dan konsep IoT. Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep di mana informasi dapat saling bertukar antara sekelompok objek, yang disebut "things," yang terdiri dari perangkat fisik yang terhubung ke dalam suatu sistem. Objek-objek ini mencakup perangkat keras atau sistem terbenam yang tertanam dengan perangkat lunak, sensor, dan kemampuan konektivitas ([4]). Konsep IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi tempat sampah secara real-time. Data hasil pemantauan dapat digunakan untuk menentukan kapan sampah harus diangkat. Salah satu metode pemantauan yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan sensor berat dan sensor ultrasonic([12]).

Smart Trash Can dapat dikendalikan melalui pesan Telegram di perangkat apa pun yang telah diinstal aplikasi Telegram. Hal ini memudahkan petugas kebersihan untuk mengontrol keadaan tempat sampah dari jarak jauh, kapan saja, dan di mana saja. Smart Trash Can ini dikembangkan dengan bahasa pemrograman Java C/C++ melalui Arduino Integrated Development Environment (IDE) dan pengolahan data Telegram menggunakan BOT Telegram. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengembangan Smart Trash Can melalui pesan Telegram. Konsep Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk memantau kondisi tempat sampah secara real-time. Salah satu metode pemantauan yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan sensor berat (load cell). Sensor berat dapat mengukur berat sampah yang masuk ke dalam tempat NodeMCU sebuah platform Internet of Things (IoT) yang bersifat sumber terbuka dan dilengkapi dengan modul ESP 12. Platform ini beroperasi menggunakan

firmware esp8266, menjadikannya sebuah mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan modul WiFi. Modul HX711 digunakan untuk mengkonversi nilai berat dari load cell. Sensor magnetic switch digunakan untuk mendeteksi bukaan atau penutupan tempat sampah. Kedua komponen ini dihubungkan dengan mikrokontroler untuk mengontrol sistem monitoring tempat sampah[13], [14]

Sensor Ultrasonic HY SRF05 digunakan untuk mengetahui jarak suatu objek terhadap sensor tersebut (Wijayanti, 2022). Metode yang di gunakan yaitu Prototyping, Prototyping adalah pendekatan yang digunakan dalam pengembangan produk atau sistem untuk menciptakan model awal yang dapat digunakan untuk menguji dan memvalidasi konsep, desain, atau fungsi sebelum produk akhir dibuat. Peningkatan mahasiswa pada Universitas cenderung menghasilkan lebih banyak sampah, terutama dalam bentuk kemasan makanan sekali pakai, botol plastik, dan sampah lainnya([15], [16]).

Ada beberapa penelitian sebelumnya yang telah menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak dengan berbagai metode dan perangkat yang berbeda. Peneliti akan menggunakan penelitian-penelitian ini sebagai acuan, referensi, dan bahan perbandingan untuk mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan yang telah ada. Oleh karena itu, penelitian-penelitian sebelumnya ini akan memberikan referensi dan masukan yang berharga dalam penulisan.

Penelitian yang berjudul "Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3". Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem tempat sampah pintar yang menggunakan Arduino Uno R3 dengan sensor HC-SRF04 telah berhasil diuji dan beroperasi dengan tingkat kinerja yang memuaskan. Sistem ini efektif dalam mendeteksi pergerakan pada jarak 10 cm, yang kemudian mengakibatkan pembukaan tutup tempat sampah secara otomatis oleh servo. Selain itu, sistem juga mampu mengukur volume sampah, dan jika tempat sampah mencapai kapasitas penuh, sistem akan memberikan peringatan berupa suara sirine [17]

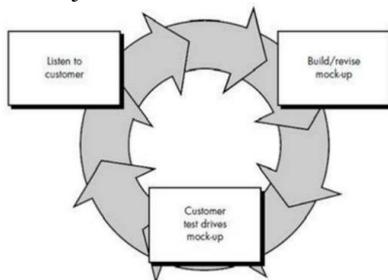
Penelitian yang berjudul "Smart Trash Can: Innovation of Automatic Trash Can with Arduino Uno-Based as an Effort to Support Global Sustainable Development Goals (SDGs) Action". Hasil penelitian ini di dapatkan tempat sampah pintar yang dirancang untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang pengelolaan sampah yang ramah lingkungan sebagai upaya mendukung rencana tindakan global untuk Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Dalam penelitian ini menggunakan Arduino, Proximity Sensor, Infrared Sensor, Microcontroller, Linear Actuator, Quality Function Development dan komponen lainnya. Tempat sampah pintar ini adalah detektor sampah organik, anorganik, dan logam, serta fitur hand sanitizer yang bertujuan membuat pengguna lebih peduli akan kebersihan setelah membuang sampah. Semua fitur ini dikendalikan oleh Arduino Uno[18].

Masalah pengelolaan sampah menjadi tantangan yang semakin serius di berbagai kota, terutama di wilayah dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang pesat.

Setiap harinya, volume sampah yang dihasilkan masyarakat terus bertambah, namun sistem pengelolaan dan pemantauan sampah yang tersedia sering kali belum mampu mengimbangnya secara efisien. Kondisi ini menyebabkan banyak tempat sampah yang cepat penuh, meluap, dan bahkan luput dari jadwal pengangkutan. Akibatnya, lingkungan menjadi kotor, menimbulkan bau tak sedap, serta berpotensi menyebarkan penyakit. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan dan menguji prototipe tempat sampah pintar sebagai bentuk kontribusi nyata terhadap solusi permasalahan lingkungan. Dengan pendekatan ini, diharapkan akan tercipta ekosistem pengelolaan sampah yang lebih cerdas, responsif, dan berkelanjutan.

II. METODE

Metode berisi tahapan atau prosedur penelitian dan algoritma yang digunakan dalam penelitian, formula permasalahan yang diteliti dengan lebih rinci, serta perancangan sistem jika dibutuhkan.



Gambar 1 Diagram Perancangan Alat[5]

A. Analisis Kebutuhan,

Analisis Kebutuhan merupakan langkah dalam penelitian yang berkaitan dengan evaluasi input dan output yang diperlukan untuk menentukan semua persyaratan yang diperlukan dalam perancangan sistem. Dalam tahap analisis ini, peneliti akan mengevaluasi kebutuhan seperti jenis sensor dan mikrokontroler yang akan digunakan, spesifikasi prototipe tempat sampah, dan komponen-komponen yang diperlukan.

B. Perancangan Prototype

Fokus utama dalam tahap ini adalah merancang konfigurasi komponen. Setelah peneliti memiliki semua peralatan dan bahan yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah merancang perangkat tersebut. Dalam tahap ini, peneliti akan membuat model prototipe tempat sampah, menyusun komponen, dan melakukan pemrograman pada sensor. Pada langkah ini, penulis mulai merencanakan komponen-komponen untuk menciptakan prototipe tempat sampah pintar yang akan digunakan dalam penelitian. Desain tempat sampah dibuat sesuai dengan spesifikasi prototipe, sementara komponen-komponen

yang diperlukan sudah dipasang pada prototype tersebut, dan pemrograman sensor ultrasonic juga telah dilakukan.

1. Merancang Prototype Smart Trash Can
2. Merangkai Komponen
3. Pemrograman Sensor dan Telegram Bot.

C. Implementasi

Tahap implementasi prototipe tempat sampah pintar dimulai dengan pembuatan prototipe tempat sampah hingga mencapai hasil akhir berupa tempat sampah yang dapat dikendalikan oleh petugas kebersihan. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah memasang komponen-komponen dan sensor pada prototipe tempat sampah. Tahap ini merupakan proses perakitan yang akan dijelaskan secara lebih rinci.

D. Pengujian

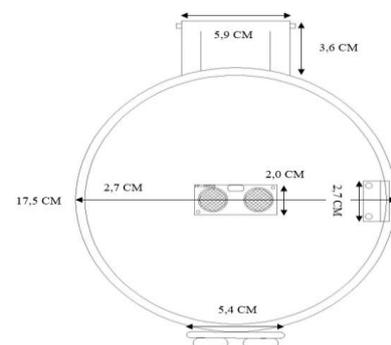
peneliti akan mengumpulkan data dari hasil pengujian sensor, dan jika terdapat kesalahan atau kekurangan, peneliti akan melakukan perbaikan jika diperlukan. Pada tahap ini peneliti menguji prototipe hasil penelitiannya yaitu Smart Trash Can, di tahap ini prototipe di uji apakah semua sensor berfungsi dengan baik atau sesuai dengan apa yang telah di program.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat lunak yang digunakan untuk memonitor status sampah yang dihasilkan adalah Telegram, dengan menggunakan Telegram bot yang diprogram atau diinput. Cara kerja Telegram bot melibatkan beberapa langkah utama, seperti mendaftarkan bot di Telegram, mendapatkan token API, dan menulis kode Arduino untuk berkomunikasi dengan bot melalui protokol Bot API Telegram :

a. Rangkaian

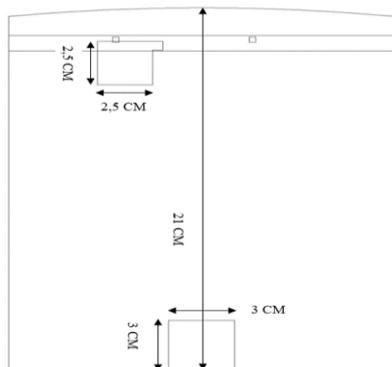
Rangkaian dari perancangan prototipe Smart Trash Can yang akan di buat. Prototipe ini dibuat dengan ukuran tinggi 21 cm dan diameter 17,5 cm Gambar 2.



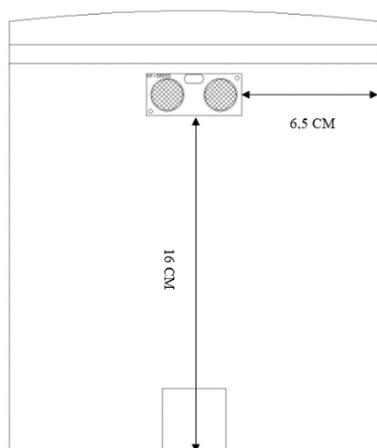
Gambar 2 Alat Arduino

Selanjutnya, pada gambar 3 dan 4 terdapat rangkaian badan tempat sampah. Pada rangkaian

ini terdapat 1 sensor ultrasonic yang menghadap kedepan, 1 motor servo dan 1 sensor magnetic switch bawah:

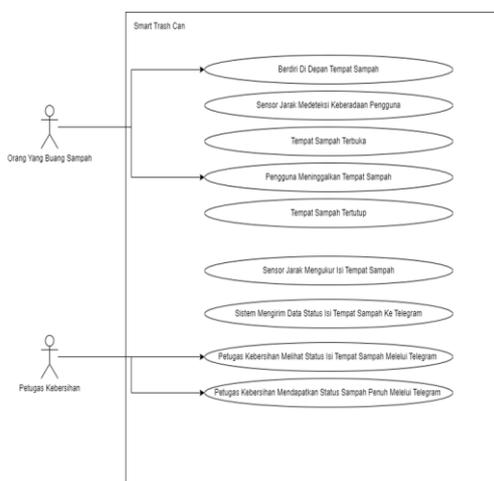


Gambar 3 Bagian badan belakang tempat sampah.



Gambar 4 Bagian badan depan tempat sampah

b. UML (Unified Modeling Language)
a. Use Case Diagram

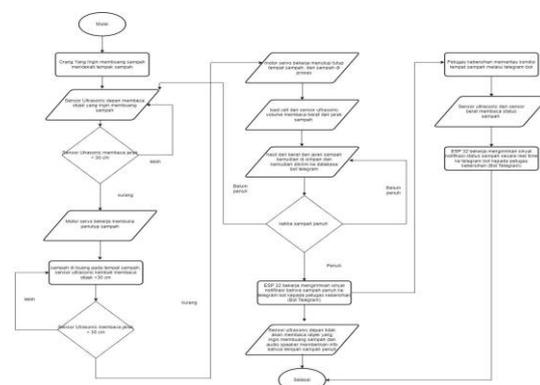


Gambar 5 Use Case Diagram Smart Trash Can

Use case diagram dari prototype smart trash can ditunjukkan dalam Gambar 5 dengan satu aktor utama, yaitu "Petugas Kebersihan" dan aktor kedua yaitu orang yang membuang sampah. Dalam penelitian ini, petugas kebersihan bisa mengontrol dan memonitor tempat sampah melalui Telegram Bot. Telegram Bot mampu memberikan respons atau umpan balik sesuai dengan inputan program yang telah dimasukkan oleh petugas kebersihan

c. Flowcart

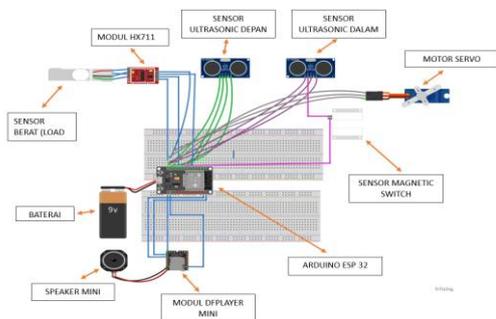
Gambar 6 Merupakan gambar dari flowchart Smart Trash Can yang berfokus pada pedeteksiian sampah dan notifikasi yang di butuhkan oleh petugas kebersihan agar membantu mereka dalam mengolah sampah lebih baik. Smart Trash Can ini berfokus pada pengolahan sampah yang memberikan status sampah dan notifikasi sampah kepada petugas kebersihan.



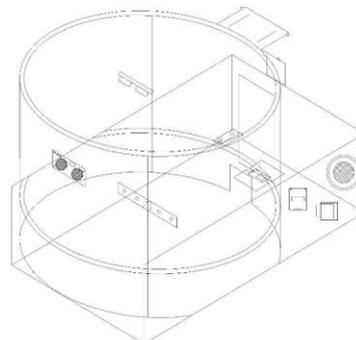
Gambar 6 Flowchart Smart Trash Can

d. Gambar Rangkaian

Pada Gambar 7 terdapat rangkaian sensor dengan menggunakan fritzing. Terdapat 2 sensor ultrasonic, 1 magnetic switch, 1 modul MP3, 1 speaker audio mini, 1 sensor berat beserta modul hx711, 1 motor servo, dan ESP32 yang menghubungkan semua komponen tersebut dengan di berikan daya baterai 9v.



Gambar 7 Fritzing Prototype Smart Trash Can



Gambar 8 Design Prototype Smart Trash Can

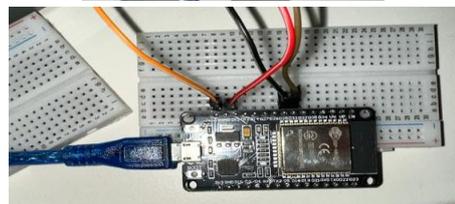
e. Desain Tempat Sampah

Desain tempat sampah pada prototipe smart trash can ini melibatkan tempat sampah berukuran kecil dengan tutup yang dapat dibuka, memiliki ketinggian 21 cm dan diameter 17,5 cm. Pada bagian engsel tempat sampah, dipasang motor servo yang bertujuan untuk membuka dan menutupnya. Di bagian depan tempat sampah, terdapat sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi objek yang akan membuang sampah.

Di bagian bawah tutup tempat sampah, terdapat sensor ultrasonik volume yang berfungsi untuk mengukur volume sampah yang dihasilkan. Untuk mendukung sensor berat, sebuah alas berukuran kurang lebih sama dengan lingkaran tempat sampah dipasang di atas sensor berat, yang berfungsi sebagai alas timbangan untuk mengetahui berat sampah yang dihasilkan. Pada bagian pinggiran antara penutup dan tepi lingkaran tempat sampah, dipasang sensor magnetic switch yang terdiri dari dua bagian dan dipasang sejajar.

Baterai 9V dipasang di bagian belakang atau punggung tempat sampah. Selain itu, beberapa komponen seperti Arduino ESP32, modul HX771, DFPlayer Mini, dan speaker dipasang di bagian belakang tempat sampah yang berfungsi untuk menghindari sampah basah, maka di buat suatu kotak untuk menjadi tempat duduk sampah serta untuk komponen smart trash can lainnya.

f. Implementasi



Gambar 9 Pemasangan Sensor Ultrasonik Depan

g. Implementasi Telegram



Gambar 10 Penginstalan Telegram Bot
 Kemudian ketik /newbot karena sebelumnya bot Telegram belum dibuat. Username dari bot baru harus belum pernah digunakan sebelumnya. Setelah membuat username bot baru, BotFather akan memberikan atau mengirimkan Token API.

h. Implementasi Telegram

Pengujian sensor ultrasonik depan ini bertujuan untuk memaksimalkan deteksi objek atau orang yang ingin membuang sampah serta menguji efektivitas sensor ultrasonik depan terhadap berbagai objek. Uji coba ini dilakukan dengan mengukur respons sensor pada beberapa jarak berbeda untuk memastikan sensor dapat mendeteksi objek dengan akurasi tinggi dan memberikan respons yang tepat.

Pengujian Sensor Ultrasonic Depan			
Pengujian	Jarak (Cm)	Pembacaan Sensor (Cm)	Status
1	2cm	2cm	Tutup Sampah Terbuka
2	3cm	3cm	Tutup Sampah Terbuka
3	4cm	4cm	Tutup Sampah Terbuka
4	5cm	5cm	Tutup Sampah Terbuka
5	7cm	7cm	Tutup Sampah Terbuka
6	9cm	9cm	Tutup Sampah Terbuka
7	10cm	10cm	Tutup Sampah Terbuka
8	11cm	11cm	Tutup Sampah Tidak Terbuka
9	12cm	12cm	Tutup Sampah Tidak Terbuka

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari observasi dan informasi yang dikumpulkan untuk merancang pembuatan penghapus papan tulis otomatis dengan koneksi Bluetooth adalah bahwa penggunaan observasi sangat penting dalam mengembangkan alat yang fungsional dan efektif. Dalam hal ini, observasi membantu dalam memahami aspek-aspek kritis yang harus

diperhatikan dalam perancangan alat. Salah satu aspek penting yang diamati adalah bagaimana mengatasi masalah pergerakan penghapus papan tulis. Untuk memastikan bahwa penghapus berhenti pada saat di tepi papan tulis, solusi yang efektif adalah memberikan batas akhir. Batas akhir ini dapat diimplementasikan dengan membatasi pergerakan papan tulis oleh motor atau dengan menggunakan sekat atau penghalang fisik di tepi papan tulis. Melalui observasi, peneliti menyadari bahwa implementasi batas akhir adalah langkah kritis untuk menjaga penghapus papan tulis otomatis tetap berfungsi sesuai kebutuhan. Hal ini membantu mencegah penghapus terus bergerak dan jatuh dari papan tulis, serta menghindari kerusakan atau kegagalan operasional yang mungkin terjadi. Dengan demikian, observasi memberikan wawasan penting dalam merancang alat penghapus papan tulis otomatis dengan koneksi Bluetooth yang efisien, aman, dan sesuai dengan kebutuhan. Kesimpulan ini menegaskan pentingnya memahami aspek teknis dan praktis yang berkaitan dengan implementasi alat tersebut untuk mencapai hasil yang diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada peneliti yang luar biasa ini atas kontribusinya yang tak ternilai dalam penelitian dan pengembangan prototype alat penghapus papan tulis. Dengan dedikasi dan kerja keras peneliti, kami berhasil menciptakan solusi yang inovatif dan bermanfaat bagi Pendidikan. Tak hanya itu, semangat kerja tim dan komitmen untuk menjalani proses penelitian ini benar-benar menginspirasi. Keberhasilan ini adalah bukti dari kerja keras, dedikasi, dan kerja sama yang luar biasa. Peneliti telah bersama-sama melewati perjalanan ini dengan tujuan menciptakan solusi yang bermanfaat, dan telah membawa kita lebih dekat pada pencapaian tersebut. Ucapan terima kasih ini memberikan penghargaan kepada peneliti atas kontribusinya yang berarti dalam penelitian dan pengembangan prototype alat penghapus papan tulis.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. S. Rahmatullah, E. Mulyasa, S. Syahrani, F. Pongpalilu, and R. E. Putri, "Digital era 4.0," *Linguistics and Culture Review*, vol. 6, pp. 89–107, Jan. 2022, doi: 10.21744/lingcure.v6ns3.2064.

[2] M. Ryalat, H. ElMoqet, and M. AlFaouri, "Design of a Smart Factory Based on Cyber-Physical Systems and Internet of Things towards Industry 4.0," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 4, Feb. 2023, doi: 10.3390/app13042156.

[3] T. Batool *et al.*, "Intelligent model of ecosystem for smart cities using artificial neural networks," *Intelligent Automation and Soft Computing*, vol. 30, no. 2, pp. 513–525, 2021, doi: 10.32604/iasec.2021.018770.

- [4] K. Y. Sun, Y. Pernando, and M. I. Safari, "Perancangan Sistem IoT pada Smart Door Lock Menggunakan Aplikasi BLYNK," *JUTSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 1, no. 3, pp. 289–296, 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i3.1360.
- [5] Y. R. Yonky Pernando, "Perancangan Prototype Kapal Untuk Monitoring Sensor Ultrasonik," *Journal Sensi*, vol. 09, no. 02, 2022.
- [6] K. Wójcicki, M. Biegańska, B. Paliwoda, and J. Górna, "Internet of Things in Industry: Research Profiling, Application, Challenges and Opportunities—A Review," Mar. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/en15051806.
- [7] K. O. M. Salih, T. A. Rashid, D. Radovanovic, and N. Bacanin, "A Comprehensive Survey on the Internet of Things with the Industrial Marketplace," Feb. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/s22030730.
- [8] S. Hossain, H. Anzum, and S. Akhter, "Comparison of YOLO (V3, V5) and MobileNet-SSD (V1, V2) for Person Identification Using Ear-Biometrics," ... *Journal of Computing and ...*, 2024, [Online]. Available: <https://journal.uob.edu.bh/handle/123456789/5144>
- [9] T. Nasional SINTA and M. Zulfan Hakim, "Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan," *Amanna Gappa*, vol. 27, no. 2, 2019, [Online]. Available: <https://internasional.kompas.com/read/2018/11/21/18465601/sampah-plastik-dunia-dalam-angka>,
- [10] A. Agung and A. Sutraningrum, "ORGANIC TRASH MANAGEMENT TOURISM ACCOMMODATION AT MAIMAGOT ORGANIC FARM IN ABIANBASE VILLAGE, BERKATAN, BADUNG REGENCY TITLE IN ENGLISH HERE." [Online]. Available: <http://ojs.uhnsugriwa.ac.id/index.php/ride>
- [11] A. Sugih, M. Huda, T. A. Zuraiyah, and F. L. Hakim, "Prototype Alat Pengukur Jarak Dan Sudut Kemiringan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Accelerometer Berbasis Arduino Nano," *Bina Insani Ict Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 185–194, 2019.
- [12] I. W. A. W. K. Heru Purwanto, Malik Riyadi, Destiana Windi Widi Astuti, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2019.
- [13] A. Buana Surabaya and A. Nur Rifky, "Iot-Based Smart Trash Monitoring Using Blynk Application," vol. 03, no. 2, p. 2021.
- [14] Y. Hirmawan, E. Riyanto, and D. Solikhin, "Membangun Sistem Smart Trash Menggunakan Mikrokontroler Motor Servo Panjerino."
- [15] M. Malik and A. Prasetyo, *Design a Smart Trash Using Fuzzy Logic Algorithm*. 2022.
- [16] H. Muhammad Rifai, H. Hafisah, R. Mulyati, and F. Eka Putri, "Rancang Bangun Pembuatan Smart Trash Bin Berbasis Arduino Uno," 2023.
- [17] A. Wuryanto, N. Hidayatun, M. Rosmiati, and Y. Maysaroh, "Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3," vol. 21, no. 1, pp. 55–60, 2019, doi: 10.31294/p.v20i2.
- [18] R. M. Aqilah, A. Sahirah Elfahmi, R. Fariza, R. Dwi Oktalia, and B. T. Wahyudi, "Smart Trash Can: Innovation of Automatic Trash Can with Arduino Uno-Based as an Effort to Support Global Sustainable Development Goals (SDGs) Action," 2021.