

Pemanfaatan Teknologi Smart Trash Bin Menggunakan Internet of Things

Akhmad Khojinatul Asror¹, Tb Noval Ilahi², Muhammad Sofian³,

Muhammad Riffai⁴, Imannudin Nurhiadayat⁵

^{1,2,3,4,5} Prodi Sistem Komputer, Universitas Pamulang

E-Mail: ¹khojitea28@gmail.com, ²ilahitbnoval@gmail.com

³muhammadsofian1962@gmail.com, ⁴muhammadramadhanrifai13@gmail.com,

⁵imanrangkas0@gmail.com

Abstrak

Pesatnya perkembangan teknologi digital memungkinkan pengenalan sistem otomatisasi seperti tempat sampah pintar yang dapat diimplementasikan dengan mudah menggunakan Arduino dan komponen servo. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan oleh tim dari Universitas Pamulang PSDKU Kota Serang, dengan fokus pada pengenalan sistem tempat sampah pintar berbasis Arduino servo kepada siswa SMK Negeri 3 Kota Serang, khususnya di jurusan non-teknik yang memiliki keterbatasan akses terhadap peralatan elektronik. Program ini bermula dari terbatasnya ketersediaan perangkat praktikum di sekolah dan kebutuhan untuk mengenalkan teknologi *IoT* yang aplikatif melalui komponen sederhana seperti servo motor. Metode pelatihan dibagi dalam dua tahap utama: (1) tahap persiapan materi tentang dasar-dasar pemrograman Arduino dan prinsip kerja servo motor, serta (2) tahap praktikum langsung merakit dan memprogram sistem tempat sampah pintar menggunakan Arduino Uno dan servo motor sebagai aktuator pembuka tutup. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa 95% peserta mampu memahami konsep dasar sistem otomatisasi tempat sampah pintar, 85% peserta berhasil merakit *prototype* sederhana menggunakan Arduino dan servo, serta terjadi peningkatan minat sebesar 75% terhadap bidang elektronika dan pemrograman. Penggunaan Arduino dengan servo motor terbukti efektif sebagai pengenalan pertama terhadap sistem otomatisasi karena komponen yang terjangkau, pemrograman yang sederhana, dan hasil visual yang langsung terlihat. Kegiatan ini mendukung implementasi Kurikulum Merdeka dengan memberikan pengalaman belajar berbasis proyek nyata, mengembangkan kompetensi teknis dasar, mendorong kolaborasi antar jurusan, dan memperkenalkan solusi teknologi untuk masalah lingkungan sekitar. *Prototype* tempat sampah pintar sederhana ini diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan sistem yang lebih kompleks di masa depan.

Kata kunci: Arduino, motor servo, mikrokontroler, literasi teknologi, simulasi, pendidikan vokasi

Abstract

The rapid development of digital technology enables the introduction of automation systems such as smart trash bins, which can be easily implemented using Arduino and servo components. This community service activity was conducted by a team from Universitas Pamulang PSDKU Kota Serang, focusing on introducing a smart trash bin system based on Arduino servo to students at SMK Negeri 3 Kota Serang, particularly in non-technical majors that have limited access to electronic equipment. The program originated from the limited availability of practical devices in schools and the need to introduce applicable IoT technology through simple components like servo motors. The training method was divided into two main stages: (1) a preparation stage covering the basics of Arduino programming and the principles of servo motor operation, and (2)

a practical stage where participants assembled and programmed a smart trash bin system using Arduino Uno and servo motors as the opening and closing actuators. The results of the activity showed that 95% of participants were able to understand the basic concepts of the smart trash bin automation system, 85% successfully assembled a simple prototype using Arduino and servo, and there was a 75% increase in interest in electronics and programming. The use of Arduino with servo motors proved effective as an introductory experience to automation systems due to the affordability of components, the simplicity of programming, and the immediate visual results. This activity supports the implementation of the Merdeka Curriculum by providing project-based learning experiences, developing basic technical competencies, encouraging collaboration across majors, and introducing technological solutions to environmental issues. The simple smart trash bin prototype is expected to inspire the development of more complex systems in the future.

Keywords: Arduino, motorcycle servo, microcontroller, technology literacy, simulation, vocational education

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan, terutama pada bidang teknik, elektronika, dan informatika. Salah satu perangkat penting yang kini banyak digunakan dalam pembelajaran teknologi adalah mikrokontroler Arduino. Arduino merupakan papan pengendali berbasis *open-source* yang digunakan secara luas dalam berbagai proyek sistem tertanam (*embedded system*), seperti otomasi rumah, robotika, dan perangkat *Internet of Things (IoT)*.

Namun, masih terdapat kendala dalam penggunaan Arduino di lingkungan pendidikan menengah seperti sekolah menengah kejuruan (SMK), khususnya di jurusan Desain Komunikasi Visual (DKV). Kekurangan ruang laboratorium dan perangkat keras untuk mendukung pengalaman praktik merupakan salah satu tantangan utama. Banyak sekolah tidak memiliki cukup modul Arduino, sensor, atau perangkat pendukung lainnya untuk setiap siswa. Akibatnya, kesempatan siswa untuk terlibat dalam kegiatan praktis menjadi lebih sedikit, dan proses pembelajaran lebih banyak berfokus pada teori.

Teknologi simulasi digital muncul sebagai pendekatan yang berbeda untuk masalah ini. Pembuatan tempat sampah pintar menggunakan Arduino dan motor servo adalah salah satu inovasi yang dapat diterapkan. Dengan menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup tutupnya secara otomatis, tempat sampah pintar ini mempermudah pengguna untuk membuang sampah tanpa harus menyentuh wadahnya.

Melalui proyek tempat sampah pintar berbasis servo, proyek layanan masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam menggunakan Arduino. Melalui rangkaian yang mencakup motor servo, peserta siswa sekolah menengah kejuruan yang memfokuskan diri pada Desain Komunikasi Visual akan mempelajari dasar-dasar mikrokontroler, logika pemrograman, dan pengujian proyek digital.

Siswa didorong untuk belajar dengan mencoba dan mengembangkan tugas-tugas kecil secara mandiri melalui penggunaan pembelajaran berbasis proyek, seperti merakit sistem tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup sendiri. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa tidak hanya memahami teorinya tetapi juga dapat menerapkannya sendiri menggunakan alat-alat yang bermanfaat.

Pengantar tentang Arduino dan motor servo dalam proyek tempat sampah pintar adalah cara ideal untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran interaktif, langsung, berbasis teknologi dan sumber daya yang tersedia. Kegiatan ini tidak hanya memberikan solusi

dalam situasi di mana sumber daya terbatas, tetapi juga berfungsi sebagai strategi untuk merangsang rasa ingin tahu, kreativitas, dan kesiapan siswa-siswi dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 dan perkembangan IoT di masa depan.

Menggunakan motor servo dalam proyek tempat sampah pintar adalah salah satu cara kreatif untuk mempelajari mikrokontroler. Siswa dapat belajar bagaimana aktuator berfungsi dalam sistem otomatisasi dengan menggunakan motor servo dalam proyek ini. Karena mendukung berbagai sensor dan modul serta mudah digunakan di PC atau perangkat seluler dengan koneksi internet, platform ini sangat ideal untuk digunakan dalam lingkungan pendidikan.

Ada beberapa manfaat menggunakan motor servo dalam pembelajaran, seperti menurunkan biaya pembelian peralatan praktik, meningkatkan keselamatan belajar karena tidak ada kemungkinan kerusakan komponen fisik, dan mempercepat proses iterasi desain serta debug program. Pemula juga dapat memanfaatkan proyek tempat sampah pintar untuk mempelajari dasar-dasar pemrograman mikrokontroler karena antarmukanya yang sederhana.

Namun, tidak semua Guru dan siswa-siswi DKV memiliki pengetahuan tentang motor servo atau memanfaatkannya secara maksimal dalam proyek ini. Saat ini, di banyak sekolah masih sedikit modul pembelajaran yang mengintegrasikan penggunaan servo ke dalam proses mengajar dan belajar. Sebenarnya, proyek ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan kompetensi teknik dan informatika siswa secara menyeluruh dengan menggunakan strategi yang tepat, seperti pembelajaran berbasis proyek atau pembelajaran berbasis masalah.

Tujuan dari pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk mengajarkan kepada siswa sekolah menengah kejuruan bagaimana memanfaatkan Arduino dan motor servo sebagai alat pembelajaran alternatif yang efektif dan instruktif. Latihan ini mencakup segala hal mulai dari dasar-dasar pemrograman hingga pengujian sistem di dunia nyata saat peserta menggunakan Arduino dan motor servo untuk membangun dan menciptakan sistem tempat sampah pintar. Metode ini mendorong kreativitas siswa dalam menciptakan solusi teknologi yang menangani masalah praktis sekaligus meningkatkan pemahaman konsep.

Diharapkan bahwa siswa-siswi akan mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang dasar-dasar mikrokontroler dan motor servo serta kemampuan untuk merancang proyek dasar sendiri dengan menerima instruksi dan praktik melalui proyek tempat sampah pintar. Untuk mempersiapkan anak-anak menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 dan Internet of Things, kegiatan ini juga berupaya menumbuhkan semangat kreativitas dan adaptasi teknis sejak usia dini.

Penggunaan proyek tempat sampah pintar ini dengan Arduino dan motor servo merupakan langkah nyata menuju penyelesaian kesulitan dalam pembelajaran teknis di tengah keterbatasan sumber daya. Selain pengetahuan teknis, siswa-siswi memperoleh kemampuan pemecahan masalah, kerja sama tim, dan literasi digital melalui pelatihan terstruktur dan interaktif semua hal ini akan menjadi sangat penting di masa depan. Oleh karena itu, kegiatan ini secara langsung berkontribusi dalam meningkatkan standar pengajaran teknologi di sekolah menengah.

2. METODE

Untuk menjamin bahwa barang tersebut berfungsi sesuai dengan tujuan yang dimaksud, metode kegiatan yang digunakan dalam perancangan dan pembangunan tempat sampah otonom berbasis Arduino ini dapat mencakup beberapa tahap metodis. Di antara metode kegiatannya adalah:

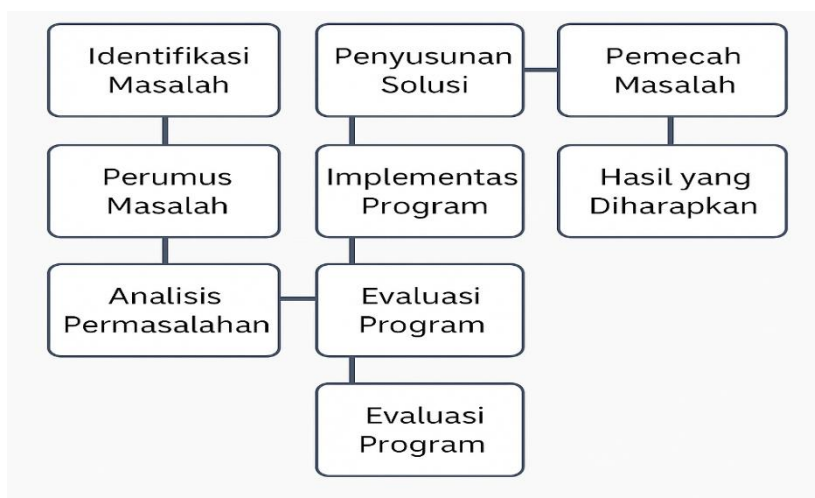
1. Observasi Masalah Langkah pertama dimulai dengan mengamati lingkungan sekitar, terutama terkait dengan praktik pembuangan sampah masyarakat dan masalah yang muncul, seperti ketidakinginan untuk membuka tutup tempat sampah secara manual

dan keterlambatan dalam pengumpulan sampah karena tidak diketahui kapan tempat sampah penuh.

2. Tinjauan Pustaka Penulis meninjau literatur mengenai mikrokontroler Arduino, sistem otomasi dasar, dan teknologi sensor ultrasonik. Sumber informasi berasal dari buku, jurnal, publikasi ilmiah, dan dokumentasi daring dari inisiatif terkait.
3. Desain Sistem
 - a. Skematik rangkaian elektronik (servo motor, sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno).
 - b. Diagram blok sistem dan desain alur kerja perangkat. d. Merancang konstruksi nyata tempat sampah.
4. Pemrograman dan Perakitan
 - a. Merakit komponen elektronik prototipe tempat sampah.
 - b. Membuat program Arduino IDE yang membaca jarak sensor ultrasonik dan menggerakkan servo motor untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis.
 - c. Menyertakan sistem pemberitahuan indikator penuh berbasis buzzer ketika jumlah sampah melebihi ambang batas yang telah ditentukan.
5. Penilaian dan Pengujian
 - a. Menguji gadget di beberapa lokasi penting, seperti area publik atau lingkungan kampus.
 - b. Mengevaluasi daya tahan komponen, kinerja sensor, dan waktu respons perangkat.
 - c. Mendokumentasikan hasil pengujian untuk menentukan apakah perangkat berfungsi sesuai harapan.
6. Penyempurnaan Jika ditemukan masalah teknis, seperti respons servo yang tertunda atau kesalahan pembacaan sensor, berdasarkan hasil pengujian, baik perangkat fisik maupun pemrogramannya diperbaiki.

2.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Ada tiga tahap utama dalam proyek pengabdian masyarakat ini: tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi. Tujuan dari rangkaian latihan lengkap ini adalah untuk memberikan mahasiswa jurusan Desain Komunikasi Visual (DKV) pengenalan tentang Arduino dan aplikasi motor servo sebagai cara untuk mempelajari mikrokontroler dalam konteks pembuatan tempat sampah pintar.



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah

Penerapan fitur pemilahan sampah dan sistem yang melacak tingkat sampah serta memberi notifikasi kepada pengguna saat tempat sampah penuh adalah topik utama dari laporan akhir mengenai implementasi pemecahan masalah untuk tempat sampah pintar di SMK Negeri 3 Kota Serang. Teknologi IoT, sensor, dan otomatisasi digunakan dalam sistem ini untuk memaksimalkan pengumpulan dan pengolahan sampah. Meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, mengurangi biaya, dan meminimalkan dampak lingkungan adalah tujuan utamanya:

1. Tahap persiapan :Merupakan tahapan analisis mengenai permasalahan yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan sebelum melakukannya. Selanjutnya pada tahap ini kami mengidentifikasi apa saja yang perlu dipersiapkan dari sebelum waktu pelaksanaan yang mungkin akan muncul.
2. Tahap Pelaksanaan: KegiatanTahapan ini merupakan inti dari kegiatan pengabdian kepadamasyarakat, karena dalam tahap ini berisikan sesi penyampaian-penyampaian materi tentang Pemanfatan pintar pada tempat sampah berbasis Arduino dalam era teknologi pada saat ini.
3. Tahap Evaluasi: Rancangan penelitian ini tahap evaluasi adalah tahapan terakhir yang dilakukan untuk dapat mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan apa saja yang di alami pada saat pelaksanaannya, sehingga dapat ditindakl anjuti dengan perbaikan-perbaikan bersama.

2.2 Gambar dan Tabel

1. Berdasarkan ATmega328P, Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang sering digunakan dalam prototipe elektronik dan pendidikan. Arduino Uno berfungsi sebagai pusat kendali untuk proyek tempat sampah pintar, memproses masukan dari sensor dan mengirim sinyal keluaran ke motor servo, yang merupakan aktuator untuk membuka dan menutup.



Gambar 2. Arduino Uno

2. Sensor ultrasonik adalah perangkat yang mengukur jarak menggunakan gelombang suara ultrasonik. Sensor ini memancarkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi (lebih dari 20 kHz, yang tidak terdengar oleh telinga manusia) dan memantau waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk kembali setelah mengenai suatu benda.



Gambar 3. Sensor Ultrasonik

3. Motor listrik dengan kontrol yang tepat terhadap posisi, kecepatan, dan torsi disebut motor servo. Motor ini sering digunakan dalam robotika, sistem otomasi, dan perangkat kendali jarak jauh, serta aplikasi lain yang membutuhkan gerakan yang presisi dan terkontrol.



Gambar 4. Motor Servo

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pemahaman Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan

No	Aspek Penilaian	Sebelum	Sesudah
1	Pemahaman Konsep Dasar arduino	Peserta tidak memahami konsep dasar pada arduino	Peserta memahami apa itu konsep dasar arduino
2	Pemahaman Pemrograman	Peserta belum mengenal apa itu pemrograman	Peserta memahami apa itu pemrograman dan membuat pemrograman untuk tempat sampah pintar
3	Kemampuan merakit rangkaian	Peserta hanya mengenali komponen berdasarkan bentuk fisik	Peserta mampu merancang tempat sampah pintar
4	Minat terhadap teknologi Iot	Peserta tidak bisa membedakan teknologi dan IoT	Peserta mampu membedakan teknologi dan IoT

2.3 Realisasi Pemecahan Masalah

berdasarkan observasi di sekolah, terdapat beberapa permasalahan utama yang dihadapi:

1. Kekurangan fasilitas tempat pembuangan sampah yang memadai.
2. Siswa/siswi cenderung membuang sampah sembarangan di kelas dan di area sekolah.
3. Sampah menjadi masalah serius yang dapat membahayakan kesehatan, kenyamanan, dan proses belajar.

Langkah-langkah realisasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem
 - a. Mendesain rangka tempat sampah dengan mempertimbangkan posisi sensor dan motor.
 - b. Membuat diagram rangkaian elektronik yang melibatkan Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, servo motor.
2. Pembuatan dan Perakitan Prototipe
 - a. Merakit seluruh komponen elektronik ke dalam wadah tempat sampah yang telah dimodifikasi. Menulis program Arduino untuk mengatur buka/tutup otomatis saat ada tangan mendekat (jarak < 20 cm).
3. Pengujian dan Evaluasi Kinerja

- a. Melakukan pengujian unit di lingkungan lab Komputer kampus untuk mengetahui kecepatan respon tutup otomatis, ketahanan komponen, dan keakuratan sensor.
- b. Memperbaiki bug dalam kode program dan memperkuat dudukan motor untuk menyesuaikan beban tutup.

2.4 Hasil Pembahasan Dan Foto Kegiatan PKM

Tujuan dari proyek ini adalah untuk membuat tempat sampah pintar yang menggunakan teknologi Arduino untuk meningkatkan pengelolaan sampah di lingkungan pendidikan. Prototipe yang berfungsi akan dilengkapi dengan sensor jarak untuk mendeteksi keberadaan pengguna dan mekanisme buka otomatis yang digerakkan oleh motor servo. Menurut konsep proyek ini, yang bertujuan meningkatkan kompetensi peserta, 90% siswa/siswi seharusnya mampu memahami dan memprogram sistem mikrokontroler serta merakit komponen listrik dasar.



Gambar 5. Sambutan dari pihak sekolah



Gambar 6. Penyerahan plakat kepada pihak sekolah



Gambar 7. Foto bersama peserta PKM

KESIMPULAN DAN SARAN

Peserta kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di SMKN 3 Kota Serang memperoleh perspektif baru tentang penggunaan teknologi otomatisasi dasar berbasis Arduino Uno dan Internet of Things (IoT). Dengan menggunakan sensor ultrasonik dan motor servo sebagai aktuator, prototipe Tempat Sampah Pintar yang dikembangkan dapat membuka dan menutup tutup sampah secara otomatis sesuai dengan rancangan. Berdasarkan hasil evaluasi, 85% peserta berhasil menginstal sistem dengan benar, dan 95% peserta mampu memahami konsep dasar mikrokontroler dan otomasi. Hal ini menunjukkan seberapa baik metode belajar sambil praktik meningkatkan pemahaman praktis siswa. Keinginan dan minat siswa terhadap elektronika dan pemrograman juga didorong oleh kegiatan pelatihan ini, yang dibuktikan dengan meningkatnya keterlibatan dan antusiasme mereka selama sesi praktikum. Secara keseluruhan, latihan PKM ini meningkatkan literasi teknologi dalam pendidikan vokasi dan berfungsi sebagai langkah awal dalam memperkenalkan konsep sistem pintar berbasis IoT kepada siswa sekolah menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. Al Ghifary, A. R. Prasetyio, K. Purnama, and M. H. Fathurrizqi, "The tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno untuk Madrasah Nurul Iman," *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan (JITTER)*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.33197/jitter.vol10.iss1.2023.1397.
- [2] 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.
- [3] R. Yahya and I. Alfi, "Purwarupa kotak sampah pintar berbasis IoT (Internet of Things)," *TeknoSAINS FTIE UTY*, 2018. [Online]. Available: UTY Repository.
- [4] Sukarjadi, D. T. Setiawan, Arifiyanto, and M. Hatta, "Perancangan dan pembuatan smart trash bin berbasis Arduino Uno di Universitas Maarif Hasyim Latif," *Teknika: Engineering and Sains Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 101–110, 2017, doi: 10.51804/tesj.v1i2.123.101-110.

-
- [5] M. A. M. Nabil, "Kotak sampah pintar menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler Arduino Uno," Skripsi, Yogyakarta, Indonesia, 2020.
 - [6] S. Sutarti, Siswanto, and J. Mulyanto, "Prototype smart trash pemilah sampah organik, anorganik dan logam berbasis Arduino Uno," *Jurnal Dinamika Informatika*, vol. 9, no. 2, 2020.
 - [7] A. Wafi, H. Setyawan, and S. Ariyani, "Prototipe sistem smart trash berbasis IoT (Internet of Things) dengan aplikasi Android," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 2, no. 1, pp. 20–29, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3134.
 - [8] R. Antoni, M. Sarwoko Suraatmadja, and U. Sunarya, "Analisis dan implementasi sistem sensor pada tempat sampah otomatis dengan metode fuzzy berbasis mikrokontroler," *eProceedings of Engineering*, vol. 2, no. 3, 2015, doi: 10.34818/eoe.v2i3.455.
 - [9] I. Junaed, Fauziah, and R. Nuraini, "Tempat sampah pintar berbasis sensor HC-SR04 menggunakan Arduino Uno R3," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 666–676, 2021.
 - [10] I. P. Utomo, Fauziah, and N. Hayati, "Smart trash menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino Uno berbasis IoT," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 6, no. 3, pp. 334–341, 2022, doi: 10.30998/string.v6i3.11986.
 - [11] I. G. M. N. Desnanjaya, I. K. B. Sandika, I. B. G. Sarasvananda, P. W. Aditama, and I. K. A. G. Wiguna, "Rancang bangun tempat sampah pintar untuk meningkatkan manajemen sampah berbasis mikrokontroler," *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 13, no. 2, pp. 207–216, 2023, doi: 10.22146/ijeis.89969.
 - [12] F. Farida, K. Anshari, and M. Taufik, "Perancangan sistem tempat sampah otomatis menggunakan Arduino," *ELECTROPS: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2023.
 - [13] M. I. Alhady, B. Y. Raharja, and R. F. Hasani, "Rancang bangun smart trash bin automation pada Smartlab Politeknik Negeri Jakarta," *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 62–68, 2024, doi: 10.23960/elc.v18n1.2561.
 - [14] N. Nurjannah, M. Muchtar, S. Sarimuddin, K. Sya'ban, R. Karim, and M. N. Al Jum'ah, "Perancangan smart trash bin menggunakan logika fuzzy berbasis Arduino di SDN 5 Mawasangka, Buton Tengah," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, pp. 1630–1640, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4358.
 - [15] R. A. Ramadhan, G. R. Kakke, I. N. Fajar, and S. Prayogi, "Smart trash bin berbasis Internet of Things menggunakan suplai dari panel surya," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 3, 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i3.2777.
 - [16] M. I. N. Khalifah, T. A. Prihatini, and A. R. Sapala, "Tempat sampah pintar berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonic dan motor servo," *Cloud Information Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 16–21, 2023, doi: 10.25134/cloud.V10i1.459.