

Sistem Pemilah Limbah Organik dan Anorganik Berbasis IoT untuk Bank Sampah di SMP Terpadu Al-Qudwah

Burhanudin Raya Rambani^{*1}, Agus Suhendi²

^{1,2}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang Kampus Kota Serang

Email: ^{*1}brhnudeen1@gmail.com, ²dosen10007@unpam.ac.id

(Naskah masuk: 30 Mei 2026, diterima untuk diterbitkan: 31 Juli 2026)

Abstrak: Tempat sampah yang digunakan saat ini umumnya telah dipisahkan untuk sampah organik dan non-organik, namun dalam praktiknya masih banyak masyarakat yang keliru dalam menentukan jenis sampah sesuai kategorinya. Tujuan dari penelitian ini adalah perancangan smart bin, yakni tempat sampah pintar yang dirancang untuk memilah limbah organik dan anorganik secara otomatis. Komponen elektroniknya menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor proximity kapasitif, induktif, ultrasonik, motor servo, dan lainnya. Sedangkan bahannya memakai triplek, paku, dan kayu. Metode penelitian ini menggunakan kuantitatif dengan pendetakan eksperimental, dilakukan di SMP Terpadu Al-Qudwah, khusus kelas 9 Putri 1. Seluruh siswi merasa sangat puas dengan adanya tempat sampah pintar ini, akan tetapi secara uji black box, tempat sampah pintar ini dapat berfungsi namun beberapa kasus pemilahan kurang akurat. Seperti sampah daun yang seharusnya masuk ke organik, namun terkadang terdeteksi sebagai jenis anorganik.

Kata Kunci – smart bin, ESP32, sensor proximity

Abstract: Smart bin currently used are generally separated for organic and non-organic waste, but in practice, many people still make mistakes in determining the type of waste according to its category. The purpose of this study is to design a smart bin, namely a smart bin designed to sort organic and inorganic waste automatically. The electronic components use an ESP32 microcontroller, capacitive, inductive, and ultrasonic proximity sensors, servo motors, and more. The materials used are plywood, nails, and wood. This research method uses quantitative with experimental research, conducted at Al-Qudwah Integrated Junior High School, specifically for grade 9 Putri 1. All female students were very satisfied with the existence of this smart bin; however, in black box testing, this smart bin functions, but some cases of sorting are less accurate. Such as leaf litter that should be included in organic but is sometimes detected as inorganic.

Keywords – smart bin, ESP32, proximity sensor

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan sesuatu yang tidak dipakai, tidak digunakan, tidak diinginkan, atau dibuang yang berasal dari aktivitas manusia dan tidak terjadi secara alami [1]. Berdasarkan sifatnya, sampah terbagi menjadi dua, yaitu organik dan anorganik. Sampah anorganik adalah jenis sampah yang tidak dapat terurai, seperti logam, kaca, dan plastik, sedangkan sampah organik mudah membusuk seperti sisa makanan, daun, dan buah-buahan [2].

Sampah organik merupakan limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup, seperti hewan, manusia, dan tumbuhan, yang mengalami proses pembusukan atau pelapukan secara alami. Jenis sampah ini tergolong lebih ramah lingkungan karena dapat terurai oleh bakteri dan mikroorganisme lainnya dalam waktu yang relatif singkat tanpa menimbulkan dampak pencemaran jangka Panjang [3]. Limbah atau sampah anorganik merupakan jenis ampas yang sulit terurai secara alami (*non-biodegradable*), biasanya berupa bahan kering atau material sintetis yang tidak mudah membusuk dan memerlukan penanganan khusus dalam proses pengelolaannya [4].

Tempat sampah yang digunakan saat ini umumnya telah dipisahkan untuk sampah organik dan non-organik, namun dalam praktiknya masih banyak masyarakat yang keliru dalam menentukan jenis sampah sesuai kategorinya [5]. Pengelolaan yang baik, termasuk dalam hal pengolahan sampah dengan memisahkannya ke dalam kategori organik dan anorganik, bertujuan untuk mencegah timbulnya bau tidak sedap serta mengurangi risiko penyebaran penyakit [2].

Sistem pengelolaan sampah yang baik perlu diterapkan agar penanganan limbah lebih efektif dan berkelanjutan. Ketika sampah berhasil dipilah antara organik dan anorganik, maka limbah tersebut dapat dimanfaatkan kembali, terutama di lingkungan sekolah. Misalnya, sampah plastik dapat dijadikan bahan prakarya, sementara sisa makanan bisa diolah menjadi pupuk. Untuk mendukung proses ini, dibutuhkan teknologi yang mampu melakukan pemilahan sampah secara otomatis dan efisien. Salah satu teknologi yang dapat menjadi solusi adalah *smart bin*, yakni tempat sampah pintar yang dirancang untuk memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis.

SMP Terpadu Al-Qudwah dipilih sebagai tempat penelitian, alasannya karena di sana sudah memiliki tempat sampah dengan dua jenis, yaitu organik dan anorganik, tetapi masih sering bercampur. Temuan tersebut menjadi acuan dalam pembuatan sistem pemilah sampah organik dan anorganik secara otomatis atau lebih dikenal dengan *smart bin*.

Dalam pembuatan *smart bin* diperlukan komponen yang mampu mendukung pengaplikasiannya, dan berikut di antaranya: ESP32 merupakan mikrokontroler yang kuat dan fleksibel, sangat sesuai untuk berbagai aplikasi *IoT* seperti sistem pemantauan dan pengendalian lingkungan. Perangkat ini sudah dilengkapi Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, sehingga mendukung komunikasi nirkabel dan pemantauan dari jarak jauh [6].



Gambar 1. ESP32

Proximity kapasitif atau sensor kapasitif adalah perangkat yang dapat mendeteksi jarak dengan mengamati gerakan, komposisi kimia, tingkat dan komposisi cairan, serta tekanan. Sensor ini mampu mendeteksi bahan nonkonduktif seperti plastik atau kaca, dan bahan dielektrik seperti cairan. Oleh karena itu, sensor jenis ini berguna untuk mendeteksi kadar berbagai bahan melalui kaca, plastik, atau bahan instrumen lainnya [7].



Gambar 2. Sensor Proximity Kapasitif

Sensor proximity induktif adalah sensor yang mampu mendeteksi keberadaan objek tanpa kontak fisik, khususnya benda berbahan logam seperti besi, baja, atau aluminium. Selama objek berada dalam jarak deteksi (*sensing distance*), sensor akan merespons dengan mengubah nilai output-nya. Cara kerjanya adalah ketika tegangan diberikan, osilator akan menghasilkan medan magnet berfrekuensi tinggi pada kumparan induksi. Jika objek logam mendekati area sensing, medan magnet tersebut berubah. Perubahan ini kemudian ditangkap oleh rangkaian detektor (*current sensor*) dan diteruskan sebagai sinyal output sensor [8].



Gambar 3. Sensor Proximity Induktif

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di depannya. Sensor ini beroperasi pada frekuensi di atas gelombang suara, yaitu antara 40 KHz hingga 400 KHz. Gelombang ultrasonik dihasilkan oleh rangkaian pemancar dan merambat dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika gelombang ini mengenai objek, gelombang akan dipantulkan kembali dan diterima oleh penerima ultrasonik. Sinyal yang diterima kemudian diproses untuk menghitung jarak antara sensor dan objek tersebut [9].



Gambar 4. Sensor Ultrasonik

Motor servo adalah motor DC yang telah dilengkapi dengan rangkaian pengendali internal sehingga dapat bergerak dengan presisi. Dalam penggunaannya, servo bekerja menggunakan sistem kontrol loop tertutup, memungkinkan posisi motor diatur dengan sangat tepat. Servo memiliki tiga kabel utama, yaitu Vcc, *ground*, dan sinyal data. Pengaplikasian PWM pada motor servo berbeda dengan PWM pada motor DC; pada servo, nilai PWM menentukan posisi tertentu yang harus dicapai, dan setelah posisi tersebut tercapai, motor akan berhenti [7].



Gambar 5. Motor Servo MG996R

LCD I2C adalah media tampilan yang mudah dibaca karena mampu menampilkan karakter dengan jelas dan memiliki area tampilan yang cukup luas. Modul ini dapat menampilkan hingga 32 karakter, masing-masing 16 karakter pada baris atas dan bawah. Secara standar, LCD membutuhkan 16 pin untuk

proses kontrol, yang tentu tidak efisien. Oleh karena itu, digunakan modul driver I2C sehingga LCD dapat dikendalikan hanya dengan dua pin, yaitu SDA dan SCL, melalui jalur komunikasi I2C [10].



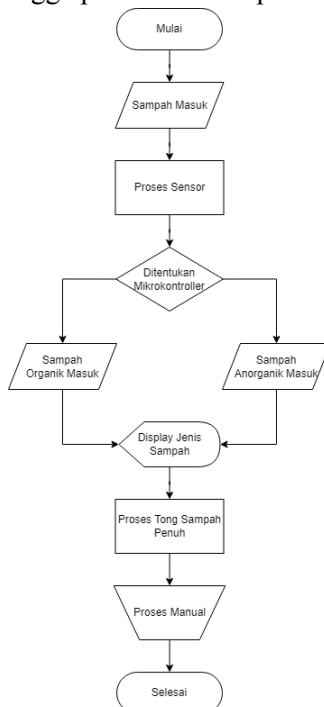
Gambar 6. LCD I2C

2. METODE PENELITIAN

Penelitian berjudul “Sistem Pemilah Limbah Organik dan Anorganik Berbasis *IoT* untuk Bank Sampah di SMP Terpadu Al-Qudwah” ini menggunakan metode kuantitatif. Syahrizal dan Jailani sepakat bahwa metode penelitian kuantitatif memiliki beberapa jenis, antara lain survei, *ex post facto*, *policy research*, *action research*, evaluasi, dan eksperimen [11]. Mengetahui hal tersebut, maka perancangan sistem pemilah sampah organik dan anorganik di SMP Terpadu Al-Qudwah ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis eksperimental.

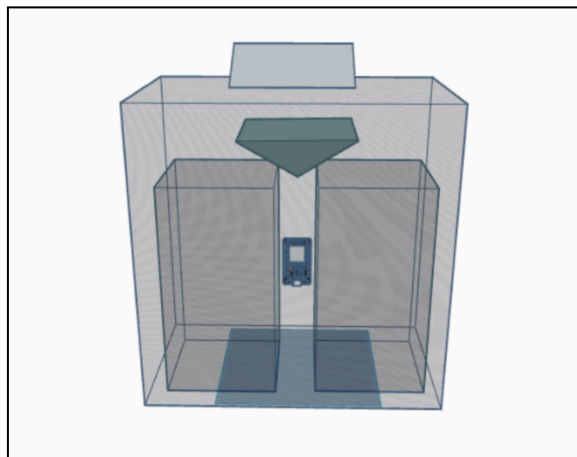
Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat antara variabel X dan variabel Y. Untuk memperoleh hasil yang valid, peneliti harus melakukan kontrol dan pengukuran variabel secara cermat. Penelitian eksperimen dapat dilakukan di lingkungan terbuka maupun di ruang tertutup, dan dalam prosesnya peneliti bebas memanipulasi kondisi sesuai kebutuhan penelitian [11].

Flowchart diawali dengan *state* mulai, proses oleh sensor, kemudian pemilahan sampah akan jatuh ke tong organik atau organik, lalu *display*, hingga proses manual pembuangan sampah oleh petugas kebersihan.



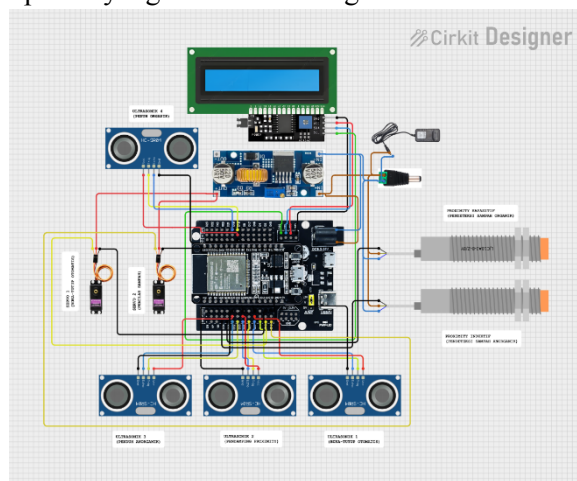
Gambar 7. Flowchart Smart Bin

Tahap pertama dalam perancangan tempat sampah pintar ini adalah desain bentuknya. Desain bentuk sistem dalam penelitian ini menggunakan *website* Tinkercad.



Gambar 8. Desain 3D Tempat Sampah Pintar

Tahap kedua yaitu desain pengkabelan atau *wiring* yang menggunakan *website* Cirkuit Designer. Berikut sistem *wiring* seluruh komponen yang sudah dirancang.



Gambar 9. Wiring Keseluruhan Komponen

Teknik pengujian sistem *smart bin* menggunakan *black box testing*. Metode pengujiannya berfokus pada pemeriksaan fungsi sistem berdasarkan sudut pandang pengguna. Pada pengujian *black box testing* ini, penguji tidak mengetahui maupun memeriksa proses internal yang terjadi di dalam sistem, melainkan hanya menilai apakah sistem menghasilkan keluaran yang sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan utama dari pengujian *black box* adalah memastikan bahwa seluruh fungsi sistem dapat berjalan dengan baik dan benar ketika digunakan oleh pengguna, dengan menilai hasil aktual yang dapat dilihat secara langsung tanpa memperhatikan mekanisme internal sistem tersebut [12].

Terkait Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebar angket tingkat kepuasan siswa/i di SMP Terpadu Al-Qudwah terhadap tempat sampah pintar yang sudah dirancang. Angket atau kusioner ini memiliki 10 pertanyaan yang perlu dijawab “Ya” atau “Tidak.” Cara menjawabnya cukup mudah, hanya dengan memberi simbol *check list* di kolom “Ya” atau “Tidak.”

Kelas di SMP Terpadu Al-Qudwah terbagi sesuai jenis kelamin dan angka. Contohnya 7 Putra 1, 7 Putra 2, 7 Putra 3, 7 Putri 1, 7 Putri 2, dan seterusnya hingga kelas 9. Karena *smart bin* yang dirancang hanya 1 buah, maka untuk pengumpulan data diperlukan satu kelas saja untuk sampel.

Teknik *sampling* yang digunakan adalah *Cluster Random Sampling* atau *sampling* kluster merupakan teknik pengambilan sampel dengan cara membagi populasi ke dalam beberapa kelompok berdasarkan wilayah geografis atau unit administratif yang disebut kluster. Selanjutnya, beberapa kluster dipilih secara acak, dan data penelitian dikumpulkan dari seluruh atau sebagian anggota dalam kluster yang terpilih tersebut [13]. Pemilihannya menggunakan *website* *Wheel of Names* dan didapatkan kelas 9 Putri 1 yang berjumlah 20 siswi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

Sistem smart bin yang dirancang terdiri dari dua bagian utama, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang saling terintegrasi. Perangkat keras berfungsi sebagai alat pendeteksi dan aktuator, sedangkan perangkat lunak berperan dalam pengolahan data sensor serta pengambilan keputusan. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali sistem sekaligus penghubung dengan jaringan internet.

Fungsi utama dari sistem yang dirancang meliputi mekanisme buka-tutup tempat sampah secara otomatis, pemilahan sampah organik dan anorganik, serta pendeteksian kapasitas tempat sampah. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur pengiriman notifikasi melalui bot Telegram apabila tempat sampah telah mencapai kondisi penuh. Seluruh fungsi tersebut dirancang untuk bekerja secara otomatis guna meminimalkan keterlibatan pengguna dalam proses pemilahan.

Sistem *smart bin* ini dibuat menggunakan triplek dan kayu reng, yang di dalamnya terdapat tempat sampah organik serta anorganik, lengkap dengan komponen pembantu untuk keberhasilan pemilahan limbah. Tempat sampah pintar ini memiliki dua buah pintu untuk mengosongkan tong yang sudah penuh dan pemeliharaan komponen di dalamnya. Kedua pintu tersebut dilengkapi dengan kunci grendel agar tertutup dan rapi. Kemudian di bagian atas *smart bin* terdapat sistem buka-tutup sebagai tempat masuk sampah, sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek, dan LCD guna menampilkan pesan.



Gambar 10. *Smart Bin* Tampak Luar

Apabila sensor ultrasonik mendeteksi objek dan mekanisme buka-tutup otomatis bekerja, maka di dalamnya terlihat sebuah sistem pemilah. Terdapat sensor proximity kapasitif, induktif, dan ultrasonik untuk membantu memilah sampah organik dan anorganik. Apabila pintu tempat sampah pintar dibuka, maka akan terlihat di dalamnya terdapat 2 buah tong, 1 untuk limbah organik, dan 1 untuk anorganik. Tong yang dipakai mempunyai kapasitas 20 liter. Ketika pintu dibuka juga terlihat struktur kompartemen yang cukup kokoh. Selain itu, terlihat juga setiap komponen yang saling terhubung oleh kabel *jumper* dan terpusat di ESP32 dan *expansion*-nya. Dayanya diantar oleh adaptor 12V 2A lewat belakang melalui lubang yang sudah disiapkan.



Gambar 11. *Smart Bin* Tampak Dalam

3.2. Hasil

Hasil perancangan pada penelitian ini berupa sebuah tempat sampah pintar (*smart bin*) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk membantu proses pemilahan sampah organik dan anorganik secara otomatis. Sistem ini direncanakan untuk diterapkan di lingkungan SMP Terpadu Al-Qudwah, dengan tujuan mendukung kegiatan pemilahan sampah dan pengelolaan waste bank di sekolah.

Berdasarkan pengujian *black box*, sistem yang dikembangkan secara fungsional telah berjalan sebagaimana mestinya dan mampu menghasilkan keluaran yang sesuai. Hasil pengujian *black box* menunjukkan bahwa sistem pemilah sampah organik dan anorganik cukup berfungsi baik walaupun beberapa jenis limbah tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 1. *Black Box* Pengujian Sistem

No.	Nama Sampah	Gambar	Hasil		
			1	2	3
1.	Kulit buah pisang		Plastik/ Kertas	Organik	Organik
2.	Kaleng minuman		Logam	Plastik/ Kertas	Logam
3.	Kertas		Plastik/ Kertas	Plastik/ Kertas	Plastik/ Kertas

No.	Nama Sampah	Gambar	Hasil		
			1	2	3
4.	Daun		Plastik/ Kertas	Organik	Organik
5.	Timun		Organik	Plastik/ Kertas	Organik
6.	Tutup plastik		Plastik/ Kertas	Plastik/ Kertas	Plastik/ Kertas

Selain menyimpan tempat sampah pintar di kelas, dilakukan juga penyebaran angket atau kuesioner tingkat kepuasan. Kuesioner penelitian tersebut berisi 10 pertanyaan yang berkaitan dengan kepuasan para siswi terhadap sistem *smart bin* yang telah dirancang. Siswi hanya perlu melakukan *check list* di 10 pertanyaan tersebut, bisa diletakkan di “Ya” atau “Tidak.”

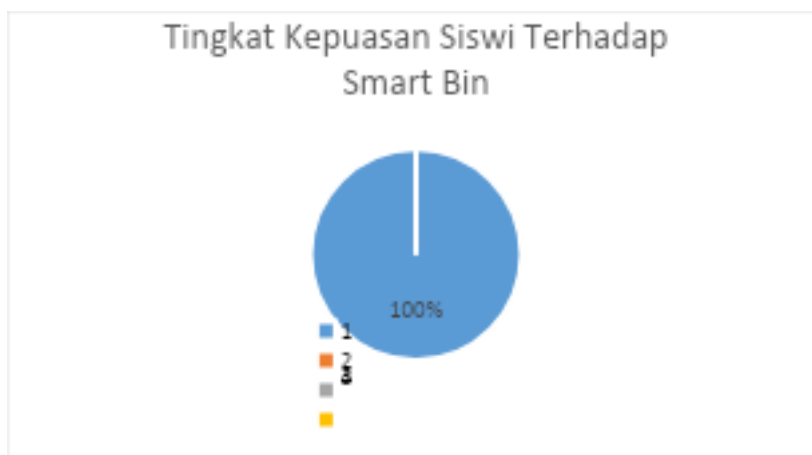
Data yang diperoleh kemudian diolah dalam bentuk tabel dan diagram, sehingga memudahkan untuk dipahami.

Tabel 2. Hasil Kuisisioner Tingkat Kepuasan

No	Nama	Skor Total	Kategori
1	Aisha Azalea H	10	Sangat Memuaskan
2	Almira Carissa P.P	8	Sangat Memuaskan
3	Alya Yunisya	10	Sangat Memuaskan
4	Aura Kasinah Putri	10	Sangat Memuaskan
5	Balqis Al Khadni'ah	10	Sangat Memuaskan
6	Cila Hidayat	10	Sangat Memuaskan
7	Cinta Marchiana Arifin	10	Sangat Memuaskan
8	Gendis Farisa	10	Sangat Memuaskan
9	Gravitannisa	9	Sangat Memuaskan
10	Jayyida	10	Sangat Memuaskan
11	Jelita Fatimah Azzahra	10	Sangat Memuaskan
12	Kayyisa Najla Kamila	10	Sangat Memuaskan
13	Khansa A.Z	9	Sangat Memuaskan
14	Malika Rahma M.	10	Sangat Memuaskan

No	Nama	Skor Total	Kategori
15	Naela Sekar K	10	Sangat Memuaskan
16	Restiawati	10	Sangat Memuaskan
17	Saskia Nadiya Putri	10	Sangat Memuaskan
18	Shafa N.A	10	Sangat Memuaskan
19	Shafa Salsabila	10	Sangat Memuaskan
20	Syifa Alisa Zahra	10	Sangat Memuaskan

Sebanyak 20 siswi 9 Putri 1 di SMP Terpadu Al-Qudwah menyimpulkan bahwa *smart bin* yang dirancang cukup memuaskan. Skor tertinggi adalah 10, karena apabila menjawab “Ya” bernilai 1, sedangkan “Tidak” bernilai “0”. Kategori yang digunakan adalah “Sangat Memuaskan”, “Memuaskan”, “Cukup Memuaskan”, dan “Tidak Memuaskan”. Nilai interval paling kecil adalah 2.5, hasil dari 4 kategori dibagi dengan jumlah pertanyaan. Kemudian setiap nilai kategori dijumlahkan dengan 2.5, hingga mencapai nilai tertinggi yaitu 10.



Grafik 1. Diagram Lingkaran Tingkat Kepuasan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tempat sampah pintar pemilah limbah organik dan anorganik, ditemukan beberapa kesimpulan. Pertama, sampah organik sulit terdeteksi karena harus menyentuh sensor, sedangkan sampah anorganik mudah terdeteksi. Sampah kecil juga bisa terjebak dan tidak jatuh ke tong. Kedua, sistem buka-tutup otomatis dan pendeteksian tong penuh berfungsi baik, namun kabelnya mudah putus. Ketiga, sistem pendeteksi tong penuh dapat mengirim notifikasi lewat bot Telegram, tetapi tergantung koneksi Wi-Fi. Tempat sampah ini kurang akurat dan perlu perhatian pada sensor dan kabel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi. Pertama, kepada Allah SWT yang selalu memenuhi harapan. Kedua, kepada orang tua, Bapak Ahmad Setia Budi dan Ibu Laila Sari, atas doa dan dukungan mereka. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Pranoto, Bapak Dr. E. Nurzaman, Bapak Dr. Imam Sofi'i, dan penguji skripsi, Bapak Muhammad Fauzi serta Ibu Eva. Selain itu, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Kepala SMP Terpadu Al-Qudah dan siswi kelas 9, serta Zahra Nadhifah yang memberikan dukungan. Penulis menghargai teman-teman yang memberikan semangat dan bantuan serta berterima kasih kepada diri sendiri atas usaha yang telah dilakukan. Penulis berharap Allah SWT membalas kebaikan semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Zuraidah, L. N. Rosyidah, and R. F. Zulfi, "EDUKASI PENGELOLAAN DAN PEMANFAATAN SAMPAH ANORGANIK DI MI AL MUNIR DESA GADUNGAN KECAMATAN PUNCU KABUPATEN KEDIRI," *BUDIMAS J. Pengabdi. Masy.*, vol. 4, no. 2, Oct. 2022, doi: 10.29040/budimas.v4i2.6547.
- [2] A. Ibnul Rasidi, Y. A. H. Pasaribu, A. Ziqri, and F. D. Adhinata, "Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, Apr. 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i1.4314.
- [3] S. Wahyuningsih, B. Widiati, T. Melinda, and T. Abdullah, "Sosialisasi Pemilahan Sampah Organik dan Non-Organik Serta Pengadaan Tempat Sampah Organik dan Non-Organik," *Dedik. SAINTEK J. Pengabdi. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–15, Apr. 2023, doi: 10.58545/djpm.v2i1.103.
- [4] Wardah and R. R. Sihmawati, "Pengelolaan Sampah Organik Menjadi Nutrisi Probiotik dan Kompos Guna Mendorong Pembangunan Berkelanjutan di Desa Pabean Kecamatan Sedati Sidoarjo," *J. Abdidias*, vol. 06, no. 03, pp. 238–248, 2025, doi: 10.31004/abdidias.v5i6.1075.
- [5] B. A. Ramadhan, I. Rizianiza, and F. Manta, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 265, Aug. 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3283.
- [6] D. Harianto, H. S. Bintang, A. Ardiyanto, and V. L. D. Widyawan, "Development and Evaluation of an ESP32-based Temperature and Humidity Control Unit for Textile Storage," *Int. J. Eng. Contin.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–19, Nov. 2024, doi: 10.58291/ijec.v4i1.309.
- [7] A. Ra'uf, A. Faisol, and F. Santi Wahyuni, "PENGUNAAAN INTERNET OF THINGS (IOT) ALAT PENDETEKSI LOGAM DAN NON-LOGAM PADA TEMPAT SAMPAH PINTAR," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 1176–1183, Jan. 2023, doi: 10.36040/jati.v6i2.5398.
- [8] R. S. Santoso, S. Qisti, M. Subito, T. S. Solli, R. Fauzi, and E. Ardias, "RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH OTOMATIS DENGAN PEMILAH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK DISERTAI NOTIFIKASI SMS BERBASIS ARDUINO," *Foristek*, vol. 14, no. 2, Nov. 2023, doi: 10.54757/fs.v14i2.323.
- [9] M. Shaqis, N. Wahidah, N. Syawal, Sakrina, Nur'amalia, and F. S. Waruwu, "Mentoring Pembuatan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino di SMKN 3," *J. Lepa-Lepa Open*, vol. 1, no. 4, pp. 842–853, 2021, doi: <https://ojs.unm.ac.id/JLLO/index>.
- [10] A. S. Sumaedi, F. R. R. Ramdhani Rosman, and F. F. Fiqri, "Perancangan Sistem Keamanan Pendeteksi Gas dalam Ruangan menggunakan Sensor Gas MQ-2 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *J. SISKOM-KB Sist. Komput. Dan Kecerdasan Buatan*, vol. 7, no. 3, pp. 198–207, Jul. 2024, doi: 10.47970/siskom-kb.v7i3.675.
- [11] H. Syahrizal and M. S. Jailani, "Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif," *J. QOSIM J. Pendidik. Sos. Hum.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, May 2023, doi: 10.61104/jq.v1i1.49.
- [12] M. N. Muhammad, M. A. Nurdin, and H. Permatasari, "Pengujian Aplikasi Pengelolaan Laundry Menggunakan Metode Blackbox Testing dan Whitebox Testing," 2023.
- [13] N. Trianasari, P. Kencana Sari, and A. Prasetyo, "Peningkatan Kualitas Penelitian di Bidang Kesehatan Melalui Pelatihan Penentuan Teknik Sampling dan Besar Sampel di STFI Bandung," *J. Pengabdi. Masy. Pemberdaya. Inov. Dan Perubahan*, vol. 5, no. 1, pp. 348–355, Jan. 2025, doi: 10.59818/jpm.v5i2.1152.