

Penerapan Teknologi Arduino Pada Sistem Tempat Sampah Pintar Sebagai Solusi Pengelolaan Sampah Di Desa Timbaan Kabupaten Simalungun

Anugrah^{1*}, Fahmi², Gita Ananta³, Jenni, Tia⁴, Anita Rahmadani⁵, Linda May Sarah⁶, Faresa⁷, Rahmadsyah⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Teknik informatika, Universitas Asahan, Jl. Jend. A. Yani, Kisaran Naga, Kec. Kota Kisaran Timur, Kisaran, Sumatera Utara 21216

E-mail: pradanaanugrah2101@gmail.com

*Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7667>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 12 Aug 2026

Revised: 18 Aug 2026

Accepted: 24 Aug 2026

Kata Kunci:

Arduino, Tempat Sampah Pintar, Automation, Literature Review.

Keywords:

Arduino, Smart Trash Can, Automation, Literature Review.

ABSTRACT

Pengelolaan sampah memerlukan solusi yang praktis dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah sistem tempat sampah pintar berbasis Arduino yang memungkinkan proses pembuangan sampah dilakukan secara otomatis. Penelitian ini bertujuan mengkaji penerapan teknologi Arduino pada sistem tempat sampah pintar berdasarkan hasil penelitian terdahulu serta menganalisis potensinya untuk mendukung pengelolaan sampah di Desa Timbaan, Kabupaten Simalungun. Penelitian menggunakan metode studi literatur dengan menelaah dan membandingkan berbagai penelitian mengenai Arduino, sensor, otomatisasi tempat sampah, dan pengelolaan sampah berbasis teknologi. Hasil kajian menunjukkan bahwa Arduino dapat mengintegrasikan sensor dan aktuator untuk menghasilkan sistem tempat sampah yang mampu bekerja secara otomatis. Penggunaan sensor pendeteksi objek juga memungkinkan mekanisme buka-tutup tempat sampah berlangsung tanpa kontak langsung. Berdasarkan hasil sintesis penelitian terdahulu, teknologi Arduino memiliki potensi diterapkan sebagai alternatif pengelolaan sampah di Desa Timbaan dengan mempertimbangkan kebutuhan masyarakat, biaya, kondisi lingkungan, dan kemudahan pemeliharaan.

Waste management requires practical solutions that can adapt to technological developments. One alternative is a smart trash bin system based on Arduino technology, which enables waste disposal to be performed automatically. This study aimed to examine the application of Arduino technology in smart trash bin systems based on previous studies and analyze its potential to support waste management in Timbaan Village, Simalungun Regency. The study employed a literature review by examining and comparing studies on Arduino, sensors, automated trash bins, and technology-based waste management. The results showed that Arduino could integrate sensors and actuators to develop an automated trash bin system. The use of object detection sensors also enabled the opening and closing mechanism to operate without direct contact. Based on the synthesis of previous studies, Arduino technology has potential as an alternative waste management solution in Timbaan Village by considering community needs, implementation costs, environmental conditions, and maintenance requirements.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: Anugrah, et al. (2026), Penerapan Teknologi Arduino Pada Sistem Tempat Sampah Pintar Sebagai Solusi Pengelolaan Sampah Di Desa Timbaan Kabupaten Simalungun, 5(1).<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7667>

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah merupakan salah satu persoalan lingkungan yang membutuhkan penanganan secara terencana dan berkelanjutan. Keberadaan sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan, terutama ketika proses pembuangan, penampungan, dan pengangkutannya masih dilakukan secara konvensional. Salah satu permasalahan yang muncul adalah kondisi tempat sampah yang telah penuh tetapi belum segera diketahui sehingga dapat menyebabkan

sampah menumpuk di sekitar tempat penampungan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan sampah tidak hanya membutuhkan ketersediaan tempat pembuangan, tetapi juga memerlukan sistem yang mampu mendukung proses pemantauan dan pengendalian secara lebih efektif (Fatmawati et al., 2020).

Perkembangan teknologi memberikan peluang untuk mengembangkan sistem pengelolaan sampah yang lebih responsif terhadap kondisi di lapangan. Pemanfaatan mikrokontroler dan sensor memungkinkan berbagai proses yang sebelumnya dilakukan secara manual dikendalikan secara otomatis. Dalam konteks tempat sampah, teknologi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan pengguna, mengendalikan mekanisme buka-tutup, serta mengetahui kondisi kapasitas sampah. Dengan demikian, integrasi teknologi pada tempat sampah tidak hanya berfungsi sebagai inovasi perangkat, tetapi juga dapat menjadi bagian dari upaya meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah (Suradi et al., 2020).

Salah satu teknologi mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem otomatis adalah Arduino. Platform ini dapat berfungsi sebagai pusat pengendalian yang menerima masukan dari sensor, mengolah informasi berdasarkan program yang diberikan, kemudian menghasilkan keluaran untuk mengendalikan perangkat tertentu. Karakteristik tersebut menjadikan Arduino cukup fleksibel untuk dikombinasikan dengan berbagai komponen, seperti sensor ultrasonik, sensor inframerah, motor servo, buzzer, LED, maupun modul komunikasi. Fleksibilitas integrasi tersebut telah dimanfaatkan dalam berbagai pengembangan sistem tempat sampah pintar berbasis Arduino (William et al., 2019; Fatmawati et al., 2020).

Penerapan Arduino pada tempat sampah pintar umumnya dikombinasikan dengan sensor untuk memperoleh informasi mengenai kondisi lingkungan sekitar tempat sampah. Sensor ultrasonik, misalnya, dapat digunakan untuk mendeteksi jarak objek sekaligus memperkirakan tingkat kepenruhan tempat sampah. Data hasil pembacaan sensor selanjutnya diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan tindakan sistem. Pada beberapa rancangan, motor servo digunakan sebagai penggerak tutup sehingga tempat sampah dapat terbuka secara otomatis ketika objek terdeteksi pada jarak tertentu. Mekanisme tersebut memungkinkan pengguna membuang sampah tanpa harus menyentuh tutup tempat sampah secara langsung (Fatmawati et al., 2020).

Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa sistem tempat sampah pintar dapat dikembangkan dengan fungsi yang lebih luas daripada sekadar mekanisme buka-tutup otomatis. William et al. mengembangkan tempat sampah pintar berbasis Arduino yang mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian sampah dan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia. Sistem tersebut juga menggunakan indikator LED dan buzzer untuk memberikan informasi ketika kapasitas sampah mencapai kondisi tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor PIR dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi keberadaan manusia, sedangkan sensor ultrasonik masih memiliki keterbatasan pada kondisi jarak tertentu sehingga aspek ketepatan sensor perlu menjadi perhatian dalam pengembangan sistem berikutnya (William et al., 2019).

Pengembangan berikutnya menunjukkan adanya integrasi antara tempat sampah pintar dengan teknologi Internet of Things (IoT). Muslih et al. mengembangkan sistem tempat sampah pintar yang memanfaatkan Arduino dan konektivitas internet untuk memberikan notifikasi serta visualisasi tingkat kepenruhan sampah. Sistem tersebut menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan objek dan kondisi sampah, sementara data yang diperoleh dapat digunakan untuk memberikan informasi kepada pengguna. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa teknologi mikrokontroler dapat dikembangkan dari sekadar pengendalian lokal menuju sistem pemantauan yang lebih informatif dan terhubung (Muslih et al., 2023).

Dalam konteks Desa Timbaan, Kabupaten Simalungun, teknologi tempat sampah pintar dapat dikaji sebagai salah satu alternatif yang berpotensi mendukung pengelolaan sampah berbasis teknologi. Namun, karena penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dan tidak melakukan pengujian langsung di Desa Timbaan, potensi penerapannya perlu dianalisis berdasarkan karakteristik teknologi dan temuan penelitian sebelumnya. Aspek seperti kesederhanaan sistem, kebutuhan sensor, biaya komponen, kemudahan pengoperasian, kebutuhan sumber daya listrik, serta pemeliharaan perlu menjadi pertimbangan agar teknologi yang direkomendasikan tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga memiliki kemungkinan untuk digunakan secara berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan melalui studi literatur untuk mengidentifikasi dan membandingkan hasil penelitian terdahulu mengenai penerapan Arduino pada sistem tempat sampah pintar. Kajian diarahkan pada teknologi pengendali, jenis sensor, mekanisme otomatisasi, kemampuan pemantauan, serta kelebihan dan keterbatasan masing-masing sistem. Hasil perbandingan tersebut kemudian disintesis untuk mengkaji potensi penerapan teknologi Arduino sebagai salah satu alternatif pengelolaan sampah yang sesuai dengan konteks Desa Timbaan, Kabupaten Simalungun. Dengan pendekatan tersebut, penelitian diharapkan dapat memberikan dasar konseptual bagi pengembangan sistem tempat sampah pintar yang sederhana, adaptif, dan relevan dengan kebutuhan pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (literature review) dengan pendekatan deskriptif-analitis. Metode tersebut dipilih karena penelitian tidak melakukan perancangan maupun pengujian perangkat secara langsung, tetapi berfokus pada penelaahan hasil penelitian yang telah dipublikasikan mengenai penerapan teknologi Arduino pada sistem tempat sampah pintar. Informasi dari berbagai penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi perkembangan teknologi, membandingkan karakteristik sistem, serta merumuskan potensi penerapannya dalam mendukung pengelolaan sampah di Desa Timbaan, Kabupaten Simalungun.

Sumber Data

Data penelitian diperoleh dari berbagai publikasi ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Sumber utama berupa artikel jurnal nasional dan internasional yang membahas teknologi Arduino, sistem tempat sampah pintar, sensor pendeteksi sampah, otomatisasi tempat sampah, Internet of Things (IoT), serta penerapan teknologi dalam pengelolaan sampah. Literatur yang digunakan diprioritaskan pada penelitian yang memiliki keterkaitan langsung dengan sistem yang dikaji dan memiliki informasi yang memadai mengenai metode, komponen, mekanisme kerja, serta hasil penelitian. Penelusuran literatur dilakukan melalui sumber publikasi ilmiah seperti Google Scholar, GARUDA, DOAJ, dan basis data akademik lain yang relevan.

Strategi Penelusuran Literatur

Penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci yang disesuaikan dengan fokus penelitian. Kata kunci yang digunakan antara lain “Arduino smart trash bin”, “Arduino automatic waste bin”, “smart waste management”, “Arduino waste management”, “smart trash bin ultrasonic sensor”, “tempat sampah pintar Arduino”, dan “IoT waste management”. Hasil penelusuran kemudian diperiksa berdasarkan judul, abstrak, kata kunci, serta kesesuaian pembahasan dengan tujuan penelitian. Literatur yang memiliki keterkaitan paling kuat dengan penerapan Arduino pada sistem tempat sampah pintar dipilih untuk dianalisis lebih lanjut.

Kriteria Pemilihan Literatur

Pemilihan sumber dilakukan berdasarkan beberapa kriteria. Literatur yang digunakan harus membahas penerapan teknologi yang relevan dengan sistem tempat sampah pintar atau pengelolaan sampah berbasis teknologi. Artikel yang dipilih juga harus berasal dari sumber ilmiah yang dapat diverifikasi serta memiliki informasi yang jelas mengenai teknologi, metode, atau hasil yang diperoleh. Penelitian yang membahas penggunaan Arduino, sensor ultrasonik, sensor inframerah, motor servo, sistem otomatisasi, maupun integrasi IoT dipertimbangkan selama memiliki hubungan dengan fokus kajian. Literatur yang tidak memiliki relevansi langsung dengan topik penelitian atau tidak menyediakan informasi yang cukup untuk dianalisis tidak digunakan sebagai sumber utama.

Prosedur Studi Literatur

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Tahap pertama adalah mengidentifikasi permasalahan pengelolaan sampah dan menentukan fokus kajian mengenai penerapan Arduino pada sistem tempat sampah pintar. Tahap berikutnya dilakukan dengan menelusuri berbagai publikasi ilmiah menggunakan kata kunci yang telah ditentukan. Literatur yang ditemukan kemudian diseleksi berdasarkan relevansi dan kriteria yang telah ditetapkan. Artikel terpilih selanjutnya dibaca dan diekstraksi untuk memperoleh informasi mengenai jenis Arduino, sensor yang digunakan, mekanisme kerja, aktuator, fitur sistem, serta hasil pengujian yang dilaporkan oleh masing-masing penelitian.

Informasi tersebut kemudian dibandingkan untuk menemukan pola, kelebihan, keterbatasan, dan karakteristik teknologi yang paling relevan dengan konteks penelitian.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari berbagai penelitian dianalisis menggunakan teknik deskriptif-komparatif. Setiap penelitian dibandingkan berdasarkan teknologi pengendali, jenis sensor, mekanisme otomatisasi, sistem pemantauan, kelebihan, keterbatasan, dan hasil yang diperoleh. Hasil perbandingan selanjutnya disintesis untuk memperoleh gambaran mengenai teknologi Arduino yang paling memungkinkan digunakan dalam sistem tempat sampah pintar. Analisis tidak diarahkan untuk mengklaim keberhasilan penerapan alat di Desa Timbaan, tetapi untuk mengidentifikasi potensi dan kesesuaian penerapan berdasarkan bukti dari penelitian terdahulu. Hasil sintesis tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam merumuskan rekomendasi konseptual mengenai penerapan sistem tempat sampah pintar berbasis Arduino untuk mendukung pengelolaan sampah di Desa Timbaan, Kabupaten Simalungun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelusuran Literatur

Hasil penelusuran literatur menunjukkan bahwa teknologi Arduino telah banyak digunakan sebagai pusat kendali pada pengembangan tempat sampah pintar. Literatur yang dikaji memperlihatkan adanya pola penggunaan mikrokontroler yang dipadukan dengan sensor untuk memperoleh informasi mengenai keberadaan pengguna maupun kondisi isi tempat sampah. Salah satu penelitian menggunakan Arduino sebagai pusat pengolahan data dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian sampah dan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia. Sistem tersebut juga dilengkapi indikator LED dan buzzer untuk memberikan informasi mengenai kondisi kapasitas tempat sampah (William et al., 2019). Penelitian tersebut diterbitkan pada *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering (JITE)*, yang saat ini tercatat sebagai jurnal SINTA 3, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu rujukan terverifikasi dalam kajian ini.

Penelitian lain memperlihatkan pengembangan tempat sampah otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor ultrasonik yang tidak hanya mengatur mekanisme tempat sampah, tetapi juga memberikan informasi ketika kapasitas sampah telah mencapai kondisi tertentu. Sistem tersebut dikembangkan dengan tujuan membantu proses pemantauan sehingga petugas tidak harus melakukan pemeriksaan secara terus-menerus. Temuan ini menunjukkan bahwa otomatisasi dapat diarahkan pada dua fungsi utama, yaitu meningkatkan kemudahan pengguna ketika membuang sampah dan membantu pengelola mengetahui kondisi tempat sampah (Sohor et al., 2020).

Tabel 1. Sintesis Penelitian Terdahulu

No.	Penelitian	Teknologi Utama	Sensor/Fitur	Hasil Utama
1	William et al. (2019)	Arduino	Ultrasonik, PIR, LED, buzzer	Sistem mendeteksi ketinggian sampah dan keberadaan manusia serta memberikan indikator kondisi tempat sampah
2	Sohor et al. (2020)	Mikrokontroler	Sensor ultrasonik, Telegram	Sistem dapat mendeteksi kondisi penuh dan memberikan notifikasi kepada petugas
3	Hidayat (2022)	Arduino	Ultrasonik, sensor api, sensor asap	Sistem otomatis membuka/menutup tempat sampah sekaligus memberikan peringatan potensi kebakaran
4	Wicaksono Pratama & Harijono (2024)	Arduino Nano	HC-SR04, VL53L0X, servo	Mengkaji respons sensor terhadap jarak, sudut, dan ketebalan objek
5	Rofiah et al. (2025)	Arduino Uno	HC-SR04	Sistem tempat sampah otomatis berbasis pendeteksian objek

Sintesis tersebut memperlihatkan bahwa penelitian terdahulu tidak menggunakan satu konfigurasi teknologi yang seragam. Perbedaan muncul pada jenis mikrokontroler, sensor, aktuator, serta fitur tambahan yang digunakan. Sebagian penelitian menitikberatkan pada mekanisme buka-tutup otomatis, sedangkan penelitian lainnya menambahkan pemantauan tingkat kepenruhan, notifikasi, atau sistem keselamatan. Dengan demikian, pengembangan tempat sampah pintar dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan tingkat kompleksitas sistem yang ingin dibangun (William et al., 2019; Hidayat, 2022; Wicaksono Pratama & Harijono, 2024).

Penerapan Arduino pada Sistem Tempat Sampah Pintar

Arduino memiliki posisi penting dalam sistem tempat sampah pintar karena berfungsi sebagai pengolah data dari sensor sekaligus pengendali perangkat keluaran. Pada rancangan William et al., Arduino digunakan untuk memproses informasi dari sensor ultrasonik dan PIR sehingga sistem dapat menentukan kondisi tempat sampah dan keberadaan manusia. Pola tersebut menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat menjadi penghubung antara proses pendeteksian kondisi lingkungan dan tindakan otomatis yang dilakukan oleh perangkat (William et al., 2019).

Penggunaan Arduino juga memberikan fleksibilitas dalam pengembangan fitur. Sistem dapat dirancang dalam bentuk sederhana dengan satu sensor dan aktuator, atau dikembangkan menjadi sistem yang memiliki beberapa sensor dan indikator. Penelitian Hidayat menunjukkan bahwa Arduino dapat dikombinasikan dengan sensor ultrasonik, sensor api, sensor asap, buzzer, dan LCD sehingga tempat sampah tidak hanya memiliki fungsi otomatisasi, tetapi juga dapat memberikan peringatan terhadap potensi kebakaran (Hidayat, 2022).

Berdasarkan perbandingan tersebut, penggunaan Arduino untuk konteks Desa Timbaan lebih tepat diarahkan pada konfigurasi yang sederhana terlebih dahulu. Sistem dasar yang hanya menggunakan sensor pendeteksi objek, Arduino, dan aktuator sudah dapat memberikan fungsi otomatisasi tanpa membutuhkan jaringan komunikasi yang kompleks. Pengembangan fitur tambahan seperti notifikasi jarak jauh dapat dilakukan apabila kebutuhan pengelolaan sampah dan kondisi infrastruktur di lokasi memungkinkan. Pertimbangan tersebut penting karena sistem yang terlalu kompleks dapat meningkatkan biaya dan kebutuhan pemeliharaan.

Pemanfaatan Sensor pada Sistem Tempat Sampah Pintar

Sensor ultrasonik merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan dalam sistem tempat sampah pintar karena dapat memberikan informasi berdasarkan jarak antara sensor dan objek. Dalam penelitian William et al., sensor ultrasonik digunakan untuk mengetahui ketinggian sampah di dalam tempat penampungan, sedangkan sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia. Kombinasi kedua sensor tersebut memungkinkan sistem membedakan kondisi pengguna dengan kondisi kapasitas tempat sampah sehingga mekanisme otomatis dapat bekerja berdasarkan informasi yang diterima (William et al., 2019).

Penelitian yang lebih baru oleh Wicaksono Pratama dan Harijono menunjukkan bahwa konfigurasi sensor pada sistem tempat sampah juga perlu mempertimbangkan karakteristik objek yang dideteksi. Penelitian tersebut menguji HC-SR04 dan VL53L0X pada Arduino Nano dengan variasi jarak, sudut, dan ketebalan objek. Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antara jarak, sudut, dan ketebalan objek tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap waktu respons sensor pada kondisi pengujian yang dilakukan. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan sensor saja belum cukup; posisi pemasangan dan kondisi objek juga perlu diperhatikan ketika sistem dirancang (Wicaksono Pratama & Harijono, 2024).

Dengan mempertimbangkan hasil penelitian tersebut, sensor ultrasonik HC-SR04 dapat menjadi salah satu pilihan yang rasional untuk rancangan tempat sampah pintar di Desa Timbaan. Komponen tersebut telah digunakan pada berbagai penelitian dan dapat mendukung fungsi pendeteksian objek maupun pemantauan ketinggian sampah. Meskipun demikian, penerapan nyata tetap membutuhkan pengujian lapangan karena kondisi lingkungan, bentuk tempat sampah, karakteristik sampah, dan posisi sensor dapat memengaruhi kinerja sistem (Wicaksono Pratama & Harijono, 2024).

Mekanisme Kerja Sistem yang Direkomendasikan

Berdasarkan sintesis penelitian terdahulu, mekanisme dasar yang paling relevan untuk dikembangkan terdiri atas sensor sebagai masukan, Arduino sebagai pusat pemrosesan, dan motor servo sebagai aktuator. Ketika sensor mendeteksi objek pada jarak yang telah ditentukan, informasi tersebut diteruskan kepada Arduino untuk diproses. Arduino kemudian memberikan perintah kepada servo untuk membuka tutup tempat sampah. Setelah objek tidak lagi terdeteksi atau setelah interval waktu tertentu,

sistem memberikan perintah agar tutup kembali ke posisi semula. Pola kerja tersebut telah digunakan dalam berbagai pengembangan tempat sampah otomatis berbasis Arduino (William et al., 2019; Hidayat, 2022).

Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor yang diarahkan ke bagian dalam tempat sampah untuk mengetahui tingkat kepenuhan. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menyalakan indikator atau mengirimkan pemberitahuan kepada pengelola. Penelitian Sohor et al. menunjukkan bahwa informasi mengenai kondisi penuh dapat dikirimkan melalui Telegram sehingga petugas memperoleh informasi tanpa harus melakukan pemeriksaan langsung secara terus-menerus. Konsep tersebut memperlihatkan peluang pengembangan sistem dari otomatisasi lokal menuju pemantauan yang lebih terintegrasi (Sohor et al., 2020).

Perbandingan dan Sintesis Penelitian Terdahulu

Perbandingan penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga tingkat pengembangan sistem yang dapat dibedakan. Tingkat pertama berupa otomatisasi dasar untuk membuka dan menutup tempat sampah. Tingkat kedua menambahkan pendeteksian kapasitas atau kondisi tempat sampah melalui indikator. Tingkat ketiga mengintegrasikan sistem komunikasi sehingga informasi kondisi tempat sampah dapat diterima dari jarak jauh. Perbedaan tingkat tersebut menunjukkan bahwa teknologi dapat dikembangkan secara bertahap sesuai kebutuhan dan sumber daya yang tersedia (William et al., 2019; Sohor et al., 2020; Hidayat, 2022).

Dari berbagai penelitian tersebut, sistem sederhana berbasis Arduino Uno atau Arduino Nano dengan sensor ultrasonik dan motor servo memiliki relevansi yang kuat untuk dikembangkan sebagai konsep awal. Konfigurasi tersebut memiliki jumlah komponen yang relatif terbatas sehingga lebih mudah dipahami, dirawat, dan dikembangkan dibandingkan sistem yang langsung menggunakan berbagai modul komunikasi. Sementara itu, fitur notifikasi dapat ditempatkan sebagai pengembangan lanjutan apabila sistem dasar telah berjalan dengan baik (Wicaksono Pratama & Harijono, 2024; Rofiah et al., 2025).

Potensi Penerapan di Desa Timbaan Kabupaten Simalungun

Berdasarkan hasil sintesis, penerapan teknologi Arduino pada tempat sampah pintar memiliki potensi untuk mendukung pengelolaan sampah di Desa Timbaan, terutama pada aspek otomatisasi dan pemantauan kondisi tempat sampah. Namun, karena penelitian ini menggunakan studi literatur, pernyataan tersebut merupakan rekomendasi berbasis temuan penelitian terdahulu, bukan hasil pengujian langsung di Desa Timbaan. Kesesuaian sistem secara nyata tetap perlu ditentukan melalui penelitian lapangan yang mempertimbangkan kondisi lingkungan, pola penggunaan tempat sampah, ketersediaan listrik, kemampuan pemeliharaan, serta karakteristik masyarakat setempat.

Untuk konteks pedesaan, rancangan yang sederhana lebih rasional dibandingkan sistem dengan arsitektur yang terlalu kompleks. Arduino, sensor ultrasonik, dan servo dapat digunakan sebagai konfigurasi awal untuk membangun fungsi buka-tutup otomatis. Apabila kebutuhan pemantauan meningkat, sistem dapat dikembangkan dengan indikator tingkat kepenuhan atau modul komunikasi. Pendekatan bertahap tersebut sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa sistem tempat sampah dapat dikembangkan dari fungsi otomatisasi dasar hingga pemantauan berbasis komunikasi jarak jauh (William et al., 2019; Sohor et al., 2020).

Keunggulan dan Keterbatasan Teknologi

Keunggulan utama penerapan Arduino dalam sistem tempat sampah pintar terletak pada fleksibilitas integrasi komponen dan kemampuannya menjalankan proses otomatis berdasarkan masukan sensor. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Arduino dapat digunakan bersama berbagai sensor dan perangkat keluaran untuk menghasilkan fungsi yang berbeda, mulai dari pendeteksian objek dan kapasitas hingga pemberian peringatan. Hal tersebut menjadikan Arduino cukup sesuai untuk pengembangan sistem prototipe yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna (William et al., 2019; Hidayat, 2022).

Di sisi lain, sistem berbasis sensor tetap memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan. Ketepatan pembacaan dapat dipengaruhi oleh karakteristik objek, jarak, sudut pemasangan, dan kondisi sistem. Penelitian Wicaksono Pratama dan Harijono menunjukkan pentingnya mempertimbangkan parameter tersebut ketika melakukan perancangan dan pengujian sensor. Selain itu, sistem yang menggunakan komunikasi jarak jauh memerlukan sumber daya dan infrastruktur tambahan sehingga kebutuhan pemeliharaannya juga menjadi lebih besar (Wicaksono Pratama & Harijono, 2024; Sohor et al., 2020).

Implikasi Hasil Kajian

Secara keseluruhan, hasil studi literatur menunjukkan bahwa teknologi Arduino dapat menjadi dasar yang layak untuk mengembangkan sistem tempat sampah pintar karena mampu menghubungkan sensor, pengendali, dan aktuator dalam satu sistem otomatis. Penelitian terdahulu telah memperlihatkan penerapan Arduino untuk pendeteksian objek, pengukuran tingkat kepenuhan, pengendalian tutup, pemberian indikator, hingga pengiriman notifikasi. Berdasarkan sintesis tersebut, rancangan yang paling sederhana dan relevan untuk konteks Desa Timbaan adalah sistem yang mengutamakan otomatisasi buka-tutup dan pemantauan kapasitas, kemudian dapat dikembangkan menuju sistem komunikasi jarak jauh apabila diperlukan (William et al., 2019; Sohor et al., 2020; Hidayat, 2022).

Dengan demikian, kontribusi utama kajian ini bukan berupa klaim bahwa tempat sampah pintar telah berhasil diterapkan di Desa Timbaan, melainkan menghasilkan sintesis teknologi dan rekomendasi konseptual berdasarkan bukti penelitian terdahulu. Rekomendasi tersebut dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan berupa perancangan, pembuatan prototipe, dan pengujian langsung di Desa Timbaan. Tahap lanjutan tersebut diperlukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam kondisi nyata serta menilai aspek biaya, keandalan, penerimaan pengguna, dan keberlanjutan pemeliharannya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur, teknologi Arduino memiliki potensi yang cukup baik untuk dikembangkan pada sistem tempat sampah pintar sebagai bagian dari upaya mendukung pengelolaan sampah. Arduino dapat berfungsi sebagai pusat kendali yang mengintegrasikan sensor dan aktuator sehingga berbagai proses pada tempat sampah dapat dilakukan secara otomatis. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi Arduino dengan sensor ultrasonik, sensor pendeteksi objek, serta motor servo dapat digunakan untuk mendukung mekanisme buka-tutup otomatis dan pemantauan kondisi tempat sampah.

Hasil sintesis juga menunjukkan bahwa sistem dapat dikembangkan secara bertahap sesuai kebutuhan. Konfigurasi sederhana berupa Arduino, sensor ultrasonik, dan aktuator dapat menjadi rancangan awal karena relatif mudah dikembangkan dan tidak membutuhkan sistem komunikasi yang kompleks. Selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan indikator tingkat kepenuhan maupun teknologi komunikasi jarak jauh apabila diperlukan. Dengan mempertimbangkan karakteristik tersebut, teknologi Arduino berpotensi menjadi salah satu alternatif yang dapat dikaji untuk mendukung pengelolaan sampah di Desa Timbaan, Kabupaten Simalungun.

Namun, penelitian ini belum melakukan perancangan dan pengujian langsung di Desa Timbaan sehingga efektivitas penerapan sistem dalam kondisi nyata belum dapat disimpulkan. Penerapan aktual masih memerlukan penelitian lanjutan berupa perancangan prototipe, pengujian kinerja sensor dan aktuator, analisis kebutuhan masyarakat, serta evaluasi biaya dan pemeliharaan. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar konseptual untuk pengembangan sistem tempat sampah pintar berbasis Arduino yang lebih sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat Desa Timbaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam proses penyusunan penelitian ini, khususnya pihak yang membantu dalam penyediaan sumber informasi dan proses kajian literatur. Apresiasi juga disampaikan kepada berbagai peneliti yang hasil penelitiannya menjadi sumber rujukan dalam penyusunan kajian mengenai penerapan teknologi Arduino pada sistem tempat sampah pintar.

REFERENSI

- Azmi, F., William, W., Salim, K. K., Hartanto, T. T., & Tham, F. (2019). Design of smart trash can using fuzzy logic algorithm based on Arduino. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 3(1), 150–154. <https://doi.org/10.31289/jite.v3i1.2670>
- Hidayat, D. (2022). Perancangan sistem proteksi kebakaran pada smart trash bin berbasis Arduino di Universitas Harapan Medan. *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 5(1), 42–48. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v5i1.2647>

- Sohor, A., et al. (2020). Rancang bangun tempat sampah otomatis menggunakan mikrokontroler dan sensor ultrasonik dengan notifikasi Telegram. *Jurnal Ilmu Komputer*, 9(2), 154–160. <https://doi.org/10.33060/JIK/2020/Vol9.Iss2.182>
- Syamtamami, M. H., & Anas, A. (2022). Tempat sampah pintar berbasis Arduino dan sensor ultrasonik di SMKN 1 Tirtajaya. *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (JITEK)*, 2(3), 304–312. <https://doi.org/10.55606/jitek.v2i3.773>
- Marni, M., Assidiq, M., & Muammar, M. (2022). Perancangan dan pembuatan tempat sampah pintar menggunakan sensor ultrasonik dan sensor hujan berbasis Arduino ATmega. *Journal Peqguruang: Conference Series*, 4(1).
- Pemanfaatan Arduino Uno dalam tong sampah pintar dan pendeteksi asap berbasis IR sensor. (2022). *Device*, 12(1), 8–15. <https://doi.org/10.32699/device.v12i1.2569>