

Penerapan Teknologi Tepat Guna Tempat Sampah Otomatis untuk Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Arduino UNO

Rahmansyah^{1*}, Jonly Matthew Naibaho², Marthin Arnoldus Tarigan³, Wahyu Septian⁴, Jhery Gusti Ayu⁵, Ihsan Afdilla⁶, Bayu Mangungsong⁷, Anggika Sembiring⁸, Alya Andriyani⁹

¹⁻⁹ Universitas Asahan, Jl. Jend. A. Yani, Kisaran Naga, Kec. Kota Kisaran Timur, Kisaran, Sumatera Utara

E-mail: syahuna10@gmail.com

*Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7867>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 05 Sep 2026

Revised: 11 Sep 2026

Accepted: 17 Sep 2026

Kata Kunci:

Arduino Uno;
Pemilahan Sampah;
Sensor; Teknologi
Tepat Guna; Tempat
Sampah Otomatis.

Keywords:

Arduino Uno;
Automatic Waste Bin;
Appropriate
Technology; Sensor;
Waste Sorting.

ABSTRACT

Sampah rumah tangga yang tidak dipilah sejak awal menjadi salah satu penyebab utama menumpuknya sampah campuran di tempat pembuangan akhir (TPA) serta menyulitkan proses daur ulang. Kebiasaan masyarakat yang masih membuang sampah organik dan anorganik ke dalam satu wadah yang sama mendorong perlunya sebuah teknologi tepat guna yang dapat membantu proses pemilahan sampah secara otomatis dan sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan tempat sampah otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mampu memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis. Sistem ini menggunakan sensor inductive proximity untuk mendeteksi sampah logam, sensor kelembapan (soil moisture sensor) untuk membedakan sifat basah/kering sampah, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan objek di depan tempat sampah dan memantau kapasitas bak penampung, serta motor servo sebagai penggerak penutup dan pengarah jalur sampah. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan lunak, implementasi, serta pengujian fungsional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu memilah sampah organik dan anorganik dengan tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 90% dari 30 kali percobaan, dengan waktu proses pemilahan rata-rata 3–5 detik per objek. Penerapan teknologi tepat guna ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di lingkungan rumah tangga, sekolah, maupun fasilitas umum, sekaligus mendukung program pengelolaan sampah berkelanjutan.

Household waste that is not sorted from the source is one of the main causes of mixed-waste accumulation at landfills and makes recycling more difficult. The habit of disposing of both organic and inorganic waste into a single container highlights the need for an appropriate technology capable of assisting a simple and automatic waste-sorting process. This study aims to design and implement an automatic waste bin based on the Arduino Uno microcontroller capable of automatically sorting organic and inorganic waste. The system employs an inductive proximity sensor to detect metallic waste, a soil moisture sensor to distinguish wet/dry waste characteristics, an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect the presence of objects in front of the bin and monitor container capacity, and a servo motor to actuate the lid and direct the waste path. The research method used is Research and Development (R&D), consisting of needs analysis, hardware and software design, implementation, and functional testing. Test results show that the device successfully sorts organic and inorganic waste with an average success rate of 90% over 30 trials, with an average sorting time of 3–5 seconds per object. The application of this appropriate technology is expected to improve waste-management efficiency in households, schools, and public facilities, while supporting sustainable waste-management programs.



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

How to Cite: Rahmansyah, et al. (2026), Penerapan Teknologi Tepat Guna Tempat Sampah Otomatis untuk Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Arduino UNO. 5(1).<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7867>

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk dan pola konsumsi masyarakat. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sebagian besar timbulan sampah nasional berasal dari sektor rumah. Permasalahan sampah merupakan salah satu isu lingkungan yang terus berkembang seiring dengan tangga, dan sebagian besar di antaranya masih dibuang tanpa proses pemilahan terlebih dahulu. Sampah yang tercampur antara jenis organik dan anorganik menyulitkan proses pengolahan lanjutan, baik untuk daur ulang material anorganik maupun pengomposan sampah organik, sehingga sebagian besar sampah akhirnya menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA) tanpa termanfaatkan secara optimal.

Pemilahan sampah sejak dari sumbernya sebenarnya telah lama digalakkan melalui program penyediaan tempat sampah terpisah dengan label organik dan anorganik. Namun demikian, penerapan di lapangan sering kali tidak berjalan efektif karena minimnya kesadaran masyarakat serta kurangnya kemudahan dalam proses pemilahan itu sendiri. Kondisi ini mendorong perlunya sebuah solusi teknologi tepat guna yang sederhana, murah, dan mudah diaplikasikan pada skala rumah tangga maupun fasilitas umum, namun tetap mampu membantu proses pemilahan sampah secara otomatis tanpa memerlukan keterlibatan aktif pengguna dalam menentukan jenis sampah.

Perkembangan teknologi mikrokontroler, khususnya Arduino Uno, membuka peluang besar untuk menghadirkan solusi tersebut. Arduino Uno merupakan platform mikrokontroler berbasis ATmega328P yang bersifat open source, memiliki dokumentasi yang luas, serta didukung oleh berbagai modul sensor dan aktuator dengan harga terjangkau, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai basis pengembangan teknologi tepat guna di lingkungan masyarakat maupun institusi pendidikan. Dengan memanfaatkan kombinasi sensor kelembapan, sensor proximity induktif, dan sensor ultrasonik, sebuah sistem tempat sampah otomatis dapat dirancang untuk mendeteksi karakteristik sampah dan mengarahkannya ke wadah yang sesuai secara otomatis melalui penggerak motor servo.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji penerapan teknologi tepat guna berupa tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno yang mampu memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu kontribusi solusi praktis dalam mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih efisien, higienis, dan mendidik masyarakat untuk terbiasa memilah sampah sejak dari sumbernya.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D), yaitu metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji efektivitas produk tersebut. Tahapan penelitian mengacu pada model perancangan sistem embedded yang terdiri atas tujuh tahap utama:

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang dilaksanakan di Desa Timbaan, Kecamatan Bandar, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan selama periode pelaksanaan KKN pada bulan [13 Juli & 1 Agustus 2026], dengan tahapan mulai dari persiapan alat dan bahan, perakitan sistem, uji coba, hingga sosialisasi serta serah terima alat kepada masyarakat/perangkat desa setempat sebagai bentuk penerapan teknologi tepat guna dalam mendukung pengelolaan sampah di lingkungan desa.

Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Nama Alat	Fungsi
1	Arduino Uno R3	Sebagai mikrokontroler utama yang mengendalikan seluruh proses pembacaan sensor dan penggerakan aktuator pada sistem.
2	Modul Relay 2 Channel	Sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan komponen berdaya lebih tinggi yang tidak dapat dikendalikan langsung oleh Arduino.
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Mendeteksi keberadaan/jarak objek sampah di depan tempat sampah serta memantau tingkat kepenuhan bak penampung.
4	Sensor Kelembapan Tanah (Soil Hygrometer)	Mendeteksi tingkat kelembapan permukaan sampah sebagai indikator untuk membedakan sampah organik (basah) dan anorganik (kering).

5	Sensor Proksimitas Induktif	Mendeteksi keberadaan material logam pada sampah untuk memperkuat klasifikasi sampah anorganik jenis logam.
6	Limit Switch /Micro Switch (2 buah)	Mendeteksi posisi akhir (batas) pergerakan mekanisme pemilah/penutup sebagai umpan balik posisi sistem.
7	Motor Servo MG996R	Sebagai aktuator penggerak papan pengarah/penutup untuk mengarahkan sampah menuju wadah organik atau anorganik sesuai hasil klasifikasi.
8	Lahar Bearing	Sebagai bantalan (bearing) yang menopang batang as agar mekanisme pemilah dapat berputar dengan halus dan mengurangi gesekan.
9	Box Sampah	Sebagai wadah utama alat, terdiri atas dua ruang penampungan terpisah untuk sampah organik dan anorganik.
10	Batang As	Sebagai poros penghubung antara motor servo dan papan pengarah/pemilah sampah agar pergerakan dapat diteruskan secara mekanis.
11	Besi	Sebagai rangka/konstruksi penopang utama alat agar struktur tempat sampah otomatis kokoh dan stabil.
12	Puli (Pulley)	Sebagai penerus daya putar dari motor servo ke poros/batang as melalui sabuk (belt) agar mekanisme pemilah dapat bergerak.
13	Cok Sambung	Sebagai penghubung/terminal aliran listrik dari sumber daya (adaptor) ke rangkaian sistem
14	Akrilik	Sebagai bahan penutup/casing alat yang melindungi rangkaian elektronik sekaligus mempercantik tampilan alat.

Analisis Kebutuhan

Tahap ini mengidentifikasi kebutuhan fungsional sistem, meliputi:

1. Kemampuan mendeteksi kehadiran objek sampah secara otomatis.
2. Kemampuan membedakan karakteristik sampah organik (basah, non-logam) dan anorganik (kering/logam).
3. Kemampuan menggerakkan mekanisme pemilah tanpa intervensi manual.
4. Kemampuan menampilkan status proses kepada pengguna.

Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Rangka alat dibuat menggunakan besi sebagai penyangga utama, sedangkan akrilik digunakan sebagai penutup dan pelindung rangkaian elektronik. Tempat sampah dibagi menjadi dua bagian, yaitu tempat sampah organik dan anorganik. Papan pemilah dipasang pada batang as yang menggunakan bearing agar dapat bergerak dengan lancar dan digerakkan oleh motor servo MG996R melalui puli. Pergerakan papan pemilah dibatasi oleh dua limit switch untuk menentukan posisi organik dan anorganik. Sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang pada bagian atas tempat masuk sampah untuk mendeteksi sampah dan mengetahui kapasitas tempat sampah. Sensor kelembapan tanah dan sensor proksimitas induktif dipasang pada jalur masuk untuk membantu mengenali karakteristik sampah. Modul relay 2 channel digunakan untuk mengatur indikator kapasitas tempat sampah, sedangkan seluruh komponen mendapatkan sumber listrik melalui cok sambung. Semua sensor dan komponen penggerak dihubungkan ke Arduino Uno R3 sebagai pusat kendali yang berfungsi menerima data dari sensor dan mengatur motor servo serta komponen lainnya sehingga proses pemilahan sampah organik dan anorganik dapat dilakukan secara otomatis.

Perancangan Perangkat Lunak

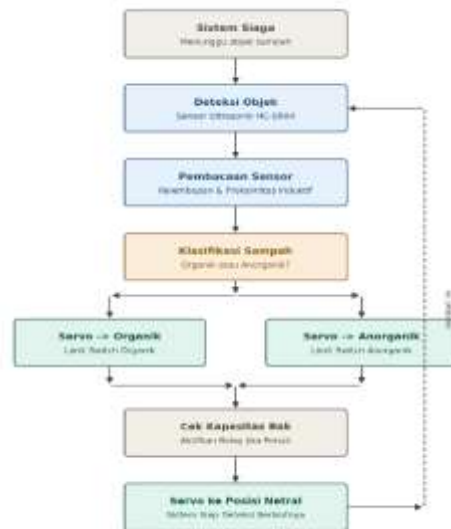
Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++. Program bekerja dengan alur sebagai berikut:

1. Deteksi objek – Sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi keberadaan sampah pada jarak < 10 cm.
2. Pembacaan sensor – Sensor kelembapan (soil hygrometer) dan sensor proksimitas induktif membaca karakteristik sampah.
3. Klasifikasi – Jika terdeteksi logam atau kondisi kering → anorganik; jika tidak terdeteksi logam dan kondisi basah → organik.

4. Penggerakan servo – Motor servo MG996R memutar papan pengarah ke sisi yang sesuai, dan berhenti otomatis saat limit switch di posisi tujuan tertekan.
5. Kontrol relay – Modul relay 2 channel mengaktifkan indikator saat bak organik/anorganik penuh (berdasarkan pembacaan ultrasonik).
6. Reset posisi – Servo kembali ke posisi netral (limit switch tengah tertekan), sistem kembali siaga untuk mendeteksi objek berikutnya.

Diagram Alir Sistem

Alur kerja sistem secara keseluruhan digambarkan pada Gambar 1. Sistem dimulai dari kondisi siaga, dilanjutkan dengan deteksi objek oleh sensor ultrasonik, pembacaan sensor kelembapan dan proksimitas induktif, pengambilan keputusan klasifikasi, penggerakan motor servo ke sisi organik atau anorganik yang dikonfirmasi oleh limit switch, pengecekan kapasitas bak penampung dan pengaktifan relay indikator apabila penuh, hingga motor servo kembali ke posisi netral dan sistem kembali ke kondisi siaga untuk mendeteksi objek berikutnya.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem Tempat Sampah Otomatis

Pengujian

Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Pengujian pertama berupa pengujian fungsional untuk memastikan setiap komponen (sensor dan aktuator) bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian kedua berupa pengujian akurasi klasifikasi, yaitu dengan melakukan 30 kali percobaan menggunakan sampel sampah organik (sisa sayuran, daun, kulit buah) dan sampah anorganik (plastik, kaleng, kertas) secara bergantian, kemudian dihitung persentase keberhasilan sistem dalam memilah sampah sesuai jenisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Alat

Prototipe tempat sampah otomatis yang dihasilkan berbentuk kotak dengan dua ruang penampungan terpisah untuk sampah organik dan anorganik. Bagian atas alat dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pendeteksi awal keberadaan objek, sementara bagian dalam jalur masuk dilengkapi sensor kelembapan dan sensor proximity induktif. Mekanisme pengarah berupa papan pemilah yang digerakkan oleh motor servo untuk mengarahkan sampah menuju wadah organik atau anorganik sesuai hasil klasifikasi.

Hasil Pengujian Fungsional Komponen

Hasil pengujian fungsional terhadap masing-masing komponen ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsional Komponen

No	Komponen	Fungsi yang Diuji	Hasil
1	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Deteksi jarak objek 2–10 cm	Berfungsi baik, akurasi $\pm 0,3$ cm
2	Sensor Soil Moisture	Deteksi tingkat kelembapan objek	Berfungsi baik, nilai stabil

3	Sensor Inductive Proximity	Deteksi kandungan logam	Berfungsi baik, respons < 1 detik
4	Motor Servo SG90	Pergerakan papan pengarah	Berfungsi baik, sudut sesuai perintah
5	LCD 16x2 I2C	Tampilan status sistem	Berfungsi baik, tampilan sesuai

Hasil Pengujian Akurasi Pemilahan Sampah

Pengujian akurasi pemilahan dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dengan hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Akurasi Pemilahan Sampah

Jenis Sampah	Jumlah Percobaan	Berhasil Terklasifikasi	Akurasi (%)
Organik	15	14	93,3
Anorganik	15	13	86,7
Rata-rata	30	27	90,0

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mencapai tingkat akurasi rata-rata sebesar 90% dalam memilah sampah organik dan anorganik. Kesalahan klasifikasi umumnya terjadi pada sampah dengan kondisi kelembapan yang tidak khas, misalnya kertas basah yang memiliki tingkat kelembapan mendekati ambang batas sampah organik, sehingga terbaca sebagai sampah organik oleh sensor. Waktu rata-rata yang dibutuhkan sistem untuk menyelesaikan satu siklus deteksi hingga pemilahan adalah 3–5 detik, yang tergolong cukup responsif untuk penggunaan pada skala rumah tangga maupun fasilitas umum berskala kecil.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi tepat guna berupa tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno layak digunakan sebagai solusi praktis dalam mendukung pemilahan sampah sejak dari sumbernya. Penggunaan kombinasi sensor kelembapan dan sensor proximity induktif terbukti efektif meningkatkan akurasi klasifikasi dibandingkan penggunaan satu jenis sensor saja, karena kedua sensor tersebut saling melengkapi dalam mendeteksi karakteristik fisik sampah yang berbeda. Meskipun demikian, sistem ini masih memiliki keterbatasan dalam menangani sampah dengan karakteristik campuran atau kondisi kelembapan yang ambigu, sehingga pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada penambahan sensor lain, seperti sensor capacitive proximity untuk mendeteksi material non-logam seperti plastik dan kaca, guna meningkatkan akurasi klasifikasi secara keseluruhan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi tepat guna berupa tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis. Sistem yang dibangun menggunakan sensor ultrasonik, sensor kelembapan, sensor proximity induktif, motor servo, dan LCD mampu bekerja dengan tingkat akurasi rata-rata 90% berdasarkan 30 kali percobaan, dengan waktu proses rata-rata 3–5 detik per objek. Teknologi ini terbukti dapat menjadi solusi praktis, sederhana, dan terjangkau untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien di lingkungan rumah tangga, sekolah, maupun fasilitas umum. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan jenis sensor lain guna meningkatkan akurasi klasifikasi, khususnya pada sampah dengan karakteristik kelembapan yang ambigu, serta mengintegrasikan sistem dengan platform Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kapasitas tempat sampah secara jarak jauh.

REFERENSI

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). Statistik Persampahan Indonesia. Jakarta: KLHK.
- Kadir, A. (2021). Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta: Andi Offset.
- Santoso, B., & Wijaya, R. (2022). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno untuk Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 10(2), 45–53.

- Pratama, D. Y., & Lestari, S. (2020). Implementasi Sensor Ultrasonik dan Motor Servo pada Sistem Pemilah Sampah Otomatis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 8(1), 22–30.
- Hidayat, R. (2019). *Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler untuk Aplikasi Rekayasa Lingkungan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Wardhana, L. (2021). *Belajar Sendiri Mikrokontroler Arduino: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.