TOFEDU: The Future of Education Journal
Volume 4 Number 5 (2025) Page:1074-1080
E-ISSN 2961-7553 P-ISSN 2963-8135
https://journal.tofedu.or.id/index.php/journal/index

Design and Development of an Arduino-Based Waste ATM to Promote Public Awareness for Recycling Plastic Waste

Agung Rizky Jamas[1)], Irwanto[2)], Endi Permata[3)]
[1,2,3)]Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten.
E-mail : [1)]agungjamas20@gmail.com, [2)]irwanto.ir@untirta.ac.id, [3)]endipermata@untirta.ac.id

ABSTRACT
This study aims to produce a technology-based innovation product in the form of an Arduino-based Waste ATM that can automatically receive and manage plastic bottle waste to help increase public awareness and participation in recycling waste management. The research method used is research and development or Research & Development (R&D) which adapts the ADDIE development model which consists of 5 (five) stages, namely 1.) Analyze; 2.) Design; 3.) Development; and 4.) Implementation; and 5.) Evaluation. Based on the results of the research that has been carried out, it was found that the Arduino-based waste ATM system has been successfully designed and tested as a solution in automatically managing plastic bottle waste. The implementation of this system uses a capacitive proximity sensor and an ultrasonic sensor that functions to detect the type of material and the volume or size of the waste. In its application, there are several obstacles that need to be considered, such as the setting of the capacitive proximity sensor in recognizing non-plastic waste which causes the system to sometimes be able to process it. Therefore, to improve the effectiveness of the system in supporting public awareness of waste recycling, further optimization is needed such as the integration of additional sensors or the development of more adaptive algorithms.

Keywords: Waste ATM, Arduino, Development Research, ADDIE Model

PENDAHULUAN
Menurut Data BPS tentang kepadatan penduduk menurut kabupaten/kota di Provinsi Banten (Jiwa/Km2) tahun 2020 – 2022 disebutkan bahwa provinsi Banten menjadi daerah dengan tingkat kepadatan penduduk ke-5 di Indonesia. Tentu dengan tingkat kepadatan masyarakat di Provinsi Banten saat ini, dapat dipastikan tingkat peningkatan konsumsi dan produksi sampah di masyarakat akan bertambah. Sampah merupakan salah satu bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas manusia dan volumenya berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Apabila tidak ditangani secara efektif dan efisien, eksistensi sampah di alam tentu akan berbalik menghancurkan kehidupan sekitarnya (Putra & Yuriandala, 2010).

Menurut data dari sipsn.menlhk.go.id (2023), grafik komposisi sampah terbagi menjadi 2 (dua) grafik, grafik berdasarkan jenis sampah dan grafik berdasarkan sumber sampah. Dalam grafik tersebut dijelaskan bahwa komposisi sampah terbanyak berdasarkan jenisnya adalah sampah dari sisa - sisa makanan untuk urutan pertama dan di urutan kedua terdapat sampah berjenis plastik atau anorganik. Sedangkan, dalam grafik berdasarkan sumber sampah diketahui pada urutan pertama didominasi oleh sampah yang berasal dari rumah tangga.

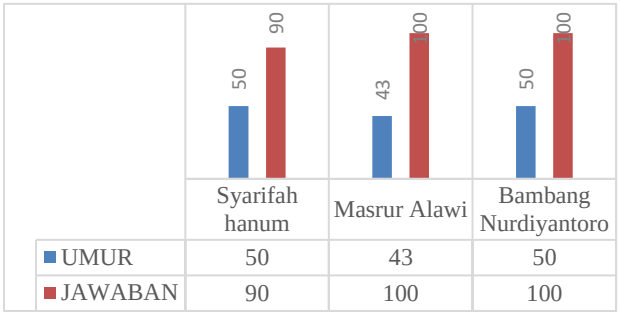
E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Dalam menangani permasalahan tersebut, pengelolaan sampah perlu dilakukan secara komprehensif dan terintegrasi dengan aspek sosial, aspek ekonomi maupun aspek teknis mulai dari sumber sampai ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Salah satunya dengan melakukan daur ulang sampah dengan tujuan untuk mengurangi jumlah sampah yang akhirnya berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), menghemat sumber daya alam, mengurangi polusi, dan menjaga lingkungan (Hasibuan, 2023). Oleh karena itu, Bank Sampah menjadi salah satu program pengelolaan sampah dengan konsep pengurangan sampah yang dibuang ke TPA melalui kegiatan 3R dengan berbasis masyarakat (Radityaningrum, et al., 2017). Bank Sampah menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2012 adalah tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/atau diguna ulang yang memiliki nilai ekonomi. Tujuannya adalah untuk membudayakan cara pembuangan sampah yang baik mulai dari lingkungan rumah (Pasande & Tari, 2020). Akan tetapi, dalam penerapannya seringkali Bank Sampah mempunyai permasalahan yang membuat program tersebut tidak terealisasi dengan benar.

Menurut Juliandono (2013), beberapa kendala yang sering terjadi dalam pelaksanaan Bank Sampah ini adalah rendahnya peran serta nasabah Bank Sampah dalam melakukan pemilahan sampah dan kurangnya kreativitas pengelola Bank Sampah dalam memanfaatkan nilai ekonomi sampah yang disetor untuk dijadikan bahan baku Wirausaha. Melihat kendala yang terjadi dari solusi yang telah diberikan di tengah permasalahan yang ada tentunya dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi saat ini. Dimana dalam penelitian ini, peneliti akan mengembangkan alat untuk membantu proses pemilahan daur ulang sampah dan pembayaran terhadap Bank Sampah agar lebih efisien dan otomatis dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali dalam pemrosesan kerja Bank Sampah tersebut.

Arduino Uno R3 adalah sebuah *platform* komputasi fisik *open source* berbasiskan rangkaian input, *output* sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *Processing* (Sokop et al., 2016). Dengan menggunakan Arduino, peneliti dapat melakukan sebuah proses pengembangan teknologi terbarukan untuk menyempurnakan sistem Bank Sampah yang sudah ada agar lebih baik dan diminati oleh masyarakat. Terkhusus dalam nilai tukar dan efisiensi waktu yang dapat dikerjakan dimana saja secara *otomatis.* Berdasarkan hasil *Pra* Penelitian yang peneliti lakukan di 3 (tiga) tempat Bank Sampah yang terdiri dari 1 (satu) Bank Sampah di Kota Cilegon dan 2 (dua) Bank Sampah di Kota Serang. Berikut adalah hasil dari survei yang telah dilakukan untuk melihat tingkat persetujuan Bank Sampah pada alat ATM sampah berbasis Arduino.



	Syarifah hanum	Masrur Alawi	Bambang Nurdiyantoro
UMUR	50	43	50
JAWABAN	90	100	100

Gambar 1. Hasil Observasi Awal Mengenai Tingkat Persetujuan Bank Sampah pada Alat ATM Sampah berbasis Arduino

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

Berdasarkan data statistik diatas pada **Gambar 1.** yang diakumulasikan menggunakan *google form* mengenai tingkat persetujuan beberapa Bank Sampah yang ada di Kota Cilegon dan Kota Serang pada alat ATM Sampah berbasis Arduino menunjukkan hasil yang sangat positif di kalangan responden. Hal ini, mencerminkan dukungan penuh terhadap ATM sampah berbasis Arduino, baik dari segi fungsionalitas maupun relevansi teknologinya dikarenakan salah satu dari responden yaitu responden ketiga yang memberikan tingkat persetujuan sebesar 100 dari 100. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti pengembangan inovasi alat berbasis teknologi dengan tujuan meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah daur ulang dengan tujuan untuk dapat merancang ATM sampah berbasis Arduino yang dapat menerima dan mengelola sampah botol plastik secara otomatis.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)* yang mengadaptasi model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 (lima) tahapan yaitu 1.) *Analyze*; 2.) *Design*; 3.) *Development*; dan 4.) *Implementation*; serta 5.) *Evaluation*. Lokasi pada penelitian ini dilaksanakan di Bank Sampah Janur Hijau, Kota Cilegon, Banten dengan estimasi rentang waktu November 2024 – Maret 2025. Adapun, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari komponen *hardware* (perangkat keras) dan komponen *software* (perangkat lunak) agar mendukung proses pembuatan serta perancangan alat ATM sampah berbasis Arduino. Dengan komponen utama yang digunakan meliputi sensor kapasitif, sensor ultrasonik HC-SR04, dan Arduino Uno, serta LCD.

HASIL DAN DISKUSI

HASIL

Dalam memperoleh hasil penelitian, dilakukan terlebih dahulu pengujian beberapa sensor untuk dapat memverifikasi efektivitas dari komponen sensor tersebut (alat ATM Sampah). Adapun, macam - macam sensor yang diuji diantaranya yaitu pengujian pada sensor *proximity* kapasitif dan pengujian pada sensor HCSR-04. Hal ini, dilakukan untuk dapat memvalidasi bahwa sensor tersebut dapat membaca objek secara benar karena kedua sensor tersebut merupakan sensor inputan untuk menggerakkan *output* dalam komponen lain. Selain itu, pengujian pada sensor ini bertujuan untuk mengetahui bahwa hasil dari perancangan alat dan sistem yang dirancang telah sukses serta dapat diimplementasikan secara baik sehingga alat dan sistem yang dipakai dapat bermanfaat bagi pengguna (masyarakat). Hasil pengujian sensor dapat dilihat dalam **Gambar 2.** dibawah ini.

No.	Waktu	Material yang Diuji	Ukuran Botol (ml)	Deteksi Kapasitif (Plastik/Non-Plastik)	Deteksi Ultrasonik (Valid/ Invalid)	Hasil Keseluruhan (Berhasil/ Gagal)
1.	12.58	Botol Plastik	1.5L	✓	✓	✓
2.	12.59	Botol Plastik	600ml	✓	✓	✓
3.	13.00	Gelas Plastik	14 OZ	✓	✓	✓
4.	13.08	Batu	-	✗	✗	✗
5.	13.10	Kardus	-	✗	✗	✗
6.	13.09	Botol Kaca	460ml	✗	✗	✗

Gambar 2. Hasil Pengujian Sensor Kapasitif dan Ultrasonik

Berdasarkan data pada **Gambar 2.** diatas yang dilakukan sebagai langkah awal penerapan alat ATM sampah ke lingkup umum. Dengan cara mencoba keberlangsungannya

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

alat bergerak dan mengidentifikasi langkah kerja dari komponen sensor *proximity* kapasitif dan sensor HCSR-04/Ultrasonic. Kedua sensor tersebut memiliki cara kerja yang berbeda - beda sesuai pengujiannya dengan berpedoman pada sistem yang telah dirancang. Adapun, material yang diuji dalam penelitian ini mempunyai 4 (empat) jenis material yang berbeda – beda yaitu material berjenis plastik, batu, kertas serta kaca dengan ukuran yang bervariatif sesuai data pada tabel yang telah dipaparkan dengan pengujian pada waktu yang bersamaan.

Sensor *proximity* kapasitif memiliki cara kerja sesuai pengujiannya guna mendeteksi adanya sampah berbahan plastik dalam rentang jarak yang cukup minim yaitu pada jarak 0,5 cm – 1 cm. Jika, sensor mendeteksi lebih dari rentang yang sudah ditentukan maka dipastikan sensor tidak akan bisa bekerja secara optimal. Sedangkan, untuk sensor HCSR-04/Ultrasonik memiliki cara kerja sesuai pengujiannya guna mendeteksi adanya objek dalam hal sampah dalam rentang jarak 2 cm - 10 cm. Jika, sensor mendeteksi lebih dari rentang yang telah ditentukan maka dipastikan sensor tidak akan bisa bekerja secara optimal. Semua pengujian ini, dilakukan guna memastikan bahwasannya komponen - komponen tersebut berjalan sesuai dengan fungsinya yang sudah dirancang.

Diskusi

a. Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahap akhir dalam penyelesaian berbagai proses dan langkah - langkah yang telah dirancang sebelumnya. ATM sampah berbasis arduino juga memiliki beberapa komponen, diantaranya yaitu komponen pendeteksi material, komponen pendeteksi volume atau besaran sampah dan komponen - komponen indikator lainnya. Adapun, komponen untuk mendeteksi material sampah yaitu sensor *proximity* kapasitif seperti pada gambar di bawah ini.

Gambar 3. Sensor Proximity Kapasitif pada ATM Sampah

Sensor *proximity* kapasitif berfungsi sebagai pendeteksi sampah *non*-logam. Rincian dari pengkabelan sensor ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengkabelan Pin Sensor *Proximity* Kapasitif

Sensor *Proximity* Kapasitif	Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
OUTPUT	Pin 4

Berdasarkan **tabel 1.** tersebut, dapat dijelaskan bahwa pin VCC pada sensor *proximity* kapasitif tersambung ke VCC Arduino Uno. Pin GND sensor terhubung dengan GND Arduino Uno dan pin *output* sensor dikoneksikan ke dalam pin 4 pada pin Arduino Uno. Selain itu, komponen untuk mendeteksi jenis material sampah, ATM sampah berbasis Arduino juga dilengkapi dengan komponen yang berfungsi untuk mendeteksi volume atau ukuran sampah botol dan gelas, seperti yang ditampilkan pada gambar di bawah ini.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

Gambar 4. Sensor Ultrasonik Pada Alat ATM Sampah

Komponen tersebut diatas mencakup sensor HC-SR04 atau sensor ultrasonik, yang berperan sebagai elemen utama dalam mengukur volume atau besaran sampah. Rincian pengkabelan sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengkabelan Pin sensor HCSR-04

Sensor HCSR-04	Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
Trig	Pin 7
Echo	Pin 8

Berdasarkan data pada **tabel 2.** diatas, dapat diketahui bahwa pin VCC pada sensor ultrasonik tersambung ke VCC arduino. Sementara, pin GND sensor terhubung ke GND Arduino Uno. Selanjutnya, pin *trig* dari sensor ultrasonik dikoneksikan ke pin 7, dan pin *echo* terhubung ke pin 8 pada Arduino Uno.

b. Hasil Analisis

Analisis data dilakukan setelah sistem ATM sampah berbasis Arduino diuji sesuai dengan instrumen pengujian yang telah ditetapkan. Pengujian mencakup beberapa aspek, antara lain : Pengukuran Jarak, Deteksi Volume/Besaran Objek, dan Validasi Sensor *Proximity* Kapasitif. Analisa serta pengujian dilakukan pada sistem dengan menggunakan alat bantu seperti penggaris untuk mengukur jarak serta berbagai jenis sampah, termasuk botol berkapasitas 600 ml dan 1,5 L, gelas plastik 14 oz, batu, kertas kardus, dan botol kaca. Sebagaimana dapat peneliti tampilkan pada gambar di bawah ini.

Gambar 5. Pengujian Botol Plastik 1,5L pada ATM Sampah

Berdasarkan pada **Gambar 5.** diatas menunjukkan proses pengujian botol plastik berkapasitas 1,5L dalam sistem ATM Sampah berbasis Arduino. Dalam pengujian ini, sensor *proximity* kapasitif berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi apakah material sampah yang dimasukkan benar - benar berbahan plastik. Sensor ultrasonik kemudian mengidentifikasi jarak objek yang diterima oleh sistem, dimana hasil pengukuran menunjukkan bahwa jarak yang terdeteksi adalah 4 cm. Hasil ini mengonfirmasi bahwa objek yang dimasukkan adalah botol plastik berukuran 1,5L sesuai

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

dengan parameter yang telah ditetapkan dalam sistem ATM Sampah. Begitupun pada saat menguji material botol plastik berukuran 600ml dan gelas plastik berukuran 14oz.

Selanjutnya adalah pada proses pengujian batu dalam sistem ATM Sampah berbasis Arduino. Akan tetapi, karena batu bukan merupakan material plastik, sensor *proximity* kapasitif gagal mengenalinya sebagai sampah yang valid, sehingga sistem secara otomatis menolak objek tersebut. Selain itu, sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mengukur jarak objek dalam sistem juga tidak mendeteksi keberadaan batu. Hal ini, terjadi karena sistem hanya memproses sampah yang memenuhi kriteria material yang telah ditentukan, sehingga batu tidak teridentifikasi dalam mekanisme deteksi ATM Sampah. Hasilnya pun sama ketika sistem menguji kertas kardus dan botol kaca.

Gambar 6. Pengujian Batu Pada ATM Sampah

Setelah memperoleh data hasil pengujian pada sistem ATM sampah berbasis Arduino, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis akhir. Berdasarkan hasil analisis pengujian sensor *proximity* kapasitif dan sensor ultrasonik pada sistem ATM sampah berbasis Arduino, dapat diketahui bahwa hanya botol plastik dan gelas plastik yang berhasil terdeteksi. Sementara batu, kertas kardus, dan botol kaca tidak terdeteksi. Selain itu, sensor ultrasonik menunjukkan hasil optimal dalam mendeteksi volume sampah pada jarak 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Hasil ini, menunjukkan bahwa efektivitas sistem sangat bergantung pada karakteristik serta rentang jarak material sampah yang diuji, sehingga diperlukan optimalisasi lebih lanjut agar sistem dapat mendeteksi berbagai jenis sampah dengan lebih akurat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat disimpulkan bahwa sistem ATM sampah berbasis Arduino telah berhasil dirancang dan diuji sebagai solusi dalam pengelolaan sampah botol plastik secara otomatis. Adapun, implementasi sistem ini memungkinkan sampah botol plastik untuk dikenali dan dapat dikategorikan menggunakan sensor *proximity* kapasitif dan sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi jenis material serta volume atau ukuran sampah. Sensor *proximity* kapasitif berfungsi dengan baik dalam mengidentifikasi material plastik. Sedangkan, sensor ultrasonik dapat mengukur jarak optimal yang telah ditentukan, yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm, sehingga memastikan deteksi sampah yang lebih akurat. Dalam penerapannya, terdapat beberapa hambatan yang perlu diperhatikan, seperti pengaturan sensor *proximity* kapasitif dalam mengenali sampah *non*-plastik seperti batu, kertas kardus, dan botol kaca yang menyebabkan sistem terkadang masih dapat memprosesnya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efektivitas sistem ATM sampah dalam mendukung kesadaran masyarakat terhadap daur ulang sampah, diperlukan optimalisasi lebih lanjut seperti integrasi sensor tambahan atau pengembangan algoritma yang lebih adaptif.

DAFTAR PUSTAKA

Hasibuan, M. R. R. (2023). Manfaat Daur Ulang Sampah Organik Dan Anorganik Untuk

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Lingkungan* , *2*(3), 1–11.

Pasande, P., & Tari, E. (2020). Daur Ulang Sampah di Desa Paisbuloli Sulawesi Tenggara. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *5*(1), 147–153. https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i1.4380

Putra, H. P., & Yuriandala, Y. (2010). Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. *Jurnal Sains &Teknologi Lingkungan*, *2*(1), 21–31. https://doi.org/10.20885/jstl.vol2.iss1.art3

Radityaningrum, A. D., Caroline, J., & Restianti, D. K. (2017). Potensi Reduce, Reuse, Recycle (3R) Sampah Pada Bank Sampah `Bank Junk for Surabaya Clean (Bjsc)`. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, *3*(1), 1–11. https://doi.org/10.20527/jukung.v3i1.3194

Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., Sompie, S. R. U. A., Mahasiswa,), & Pembimbing,). (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, *5*(3), 13–23.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135