

Pengembangan Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno untuk Optimalisasi Pengelolaan Sampah

Philipus Tarigan¹, Abdul Sani Sembiring^{2*}

^{1,2}Bisnis Digital, Universitas Budi Darma, Sumatera Utara, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: abdulsanisembiring21@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
Kata Kunci: Tempat sampah Arduino Uno Sensor ultrasonik Manajemen sampah otomatis Inovasi berbasis mikrokontroler	Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler Arduino Uno sebagai solusi inovatif untuk pengelolaan sampah yang lebih efisien dan higienis. Tempat sampah pintar ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan dan jarak objek, serta modul servo untuk menggerakkan penutup tempat sampah secara otomatis. Sistem ini juga mencakup fitur notifikasi melalui LED dan buzzer untuk indikasi kapasitas penuh. Prototipe dikembangkan menggunakan metode rekayasa perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi melalui platform Arduino IDE. Pengujian dilakukan untuk mengukur respons sensor, kecepatan operasi penutup otomatis, dan keandalan sistem dalam kondisi penggunaan yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tempat sampah pintar ini dapat beroperasi secara efektif dengan tingkat akurasi deteksi yang tinggi dan respons waktu nyata. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan kepatuhan masyarakat terhadap pengelolaan sampah yang lebih baik serta memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan.
Keywords: Smart trash bin Arduino Uno Ultrasonic sensor Automatic waste management Microcontroller-based innovation	Abstract ultrasonic sensor to detect the presence and distance of objects, and a servo module to automatically operate the bin lid. The system also includes notification features via LED and buzzer to indicate full capacity. The prototype was developed using integrated hardware and software engineering methods through the Arduino IDE platform. Testing was conducted to measure sensor response, the speed of automatic lid operation, and system reliability under various usage conditions. The results show that the smart trash bin can operate effectively with high detection accuracy and real-time response. This innovation is expected to raise awareness and compliance in waste management practices and contribute positively to the environment.

JuKSIT is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License



1. PENDAHULUAN

Banyak masalah yang muncul berkaitan dengan sampah yang mengganggu kesehatan dan kebersihan lingkungan. Kebersihan lingkungan merupakan kegiatan menciptakan atau menjadikan lingkungan yang bersih, indah, asri, nyaman, hijau dan enak dipandang mata. Lingkungan yang bersih sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup manusia. Hal tersebut merupakan tanggung jawab manusia, akan tetapi masih banyak yang tidak peduli akan pentingnya kebersihan lingkungan. Kita dapat melihat bahwa masih banyak sampah yang berceceran di jalan dan juga di taman kota. Keadaan tersebut tentunya meresahkan bagi pengguna fasilitas publik. Ketidakpedulian masyarakat terhadap lingkungan mengakibatkan kerusakan terhadap lingkungan. Masalah lingkungan bukan hanya menjadi tanggung jawab pemerintah, tetapi harus ada kerjasama dari semua pihak dalam menangani masalah lingkungan. Sebagai warga negara yang baik harus mengetahui apa yang menjadi hak, kewajiban dan larangan terhadap lingkungan, sesuai yang tertulis dalam undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Sekarang ini kerusakan lingkungan menjadi masalah serius di Indonesia. Di Indonesia, hal ini terjadi karena masyarakat memiliki sifat serakah dan tidak menghormati lingkungan (Fatchul Mu'in, 2011). Kebiasaan membuang sampah sembarangan dilakukan hampir semua kalangan masyarakat. Padahal sampah adalah tanggung jawab semua pihak, dimulai dari pemerintah pusat, daerah hingga ke masyarakat. Peran serta masyarakat sangat penting untuk

mengelola masalah sampah yang telah difasilitasi pemerintah pusat maupun pemerintah daerah [1]. Beberapa permasalahan terkait sampah ini yaitu belum optimalnya fungsi tempat sampah yang sudah disediakan oleh instansi kebersihan dan kurangnya kesadaran serta kepedulian setiap individu terhadap kebersihan lingkungan. Kepedulian terhadap lingkungan bisa dilakukan dari lingkup yang terkecil yaitu lingkungan keluarga, dengan banyak menanam pohon di sekitar rumah dan mengolah sampah organik dan anorganik. Selain melalui keluarga, sikap peduli lingkungan bisa dilakukan di sekolah, salah satunya dengan cara memilah sampah sesuai jenisnya kepada siswa [2].

Tempat sampah yang kurang menarik merupakan salah satu alasan yang membuat masyarakat tidak mau membuang sampah pada tempat yang tersedia. Oleh karena itu, dalam meningkatkan kesadaran dan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan diperlukan cara yang unik agar tiap-tiap individu tertarik dan sadar untuk membuang sampah pada tempatnya. Berbagai macam peran pemerintah dalam menangani hal tersebut adalah tersedianya tempat sampah di setiap sudut jalan dengan berbagai macam model serta warna-warna yang menarik. Pemerintah juga menyediakan tempat sampah yang berbeda untuk sampah organik maupun anorganik. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemerintah telah berperan dalam menciptakan kebersihan lingkungan, namun demikian masyarakat masih tidak peduli dengan banyak alasan. Beberapa dari mereka membuang sampah sembarangan karena takut kotor untuk menyentuh tutup tempat sampah yang disediakan ataupun menginjaknya untuk membuka tutup tempat sampah. Hal tersebut kurang praktis dan kurang efisien untuk mewujudkan lingkungan yang bersih dan indah [3].

Selain itu, pandemi covid 19 yang mengakibatkan timbulnya ketakutan masyarakat untuk membuang sampah di tempat sampah biasa dikarenakan kemungkinan penularan lebih besar apabila harus menyentuh tempat sampah untuk membuka penutupnya. Rendahnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah yang benar, ada kaitannya dengan keadaan tempat sampah. Tempat sampah dalam keadaan bersih, unik dengan sentuhan teknologi modern akan membuat orang tertarik untuk membuang sampah dengan benar, sebaliknya tempat sampah dengan kondisi yang buruk menyebabkan orang malas membuang sampah [4]. Apabila penutup tempat sampah dapat membuka dan menutup secara otomatis maka kemungkinan untuk terciptanya lingkungan yang bersih akan terpenuhi [5].

Di era teknologi modern seperti sekarang ini banyak inovasi baru yang ditemukan dari hasil penelitian oleh para ilmuwan, yang tujuannya untuk membantu dan memudahkan manusia dalam aktifitasnya agar lebih efektif dan efisien. Aplikasi dari pemanfaatan teknologi modern cakupannya hampir seluruh sektor, seperti bidang kesehatan, industri, perkantoran, rumah tangga, kebersihan lingkungan dan pelayanan masyarakat. Dalam hal tempat sampah ini dapat menggunakan teknologi yang berkembang saat ini. Salah satu contoh yaitu dengan membuat tempat sampah otomatis menggunakan mikrokontroler ATMEGA 8535 [6].

Untuk mempermudah orang lain membuang sampah pada tempatnya, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan tempat sampah otomatis dengan mikrokontroler yang lebih sederhana dan mudah dipahami yaitu menggunakan Arduino UNO serta peneliti juga menambahkan pelindung alat pada penelitian ini sehingga tempat sampah yang diciptakan lebih terlindungi dan menjadi lebih menarik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2020 sampai dengan bulan Agustus 2021 dengan menggunakan beberapa peralatan gergaji dan obeng. Bahan yang diperlukan untuk membuat tempat sampah otomatis ini adalah sebagai berikut [7] :

1. Tong Sampah Plastik
2. Triplek
3. Arduino UNO
4. Sensor Ultrasonik
5. Motor Servo
6. Kabel Jumper
7. Baut
8. Skrup
9. Engsel pintu
10. Pengunci pintu
11. Selang
12. Lempengan aluminium
13. Tali rafia
14. Plastik PVC tali pengencang
15. Adaptor
16. Kabel USB Arduino UNO
17. Gembok

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian terapan dimana menurut [8] penelitian terapan dilakukan dengan tujuan menerapkan, menguji dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam memecahkan masalah-masalah praktis. [9] Adapun langkah-langkah kerja yang menggambarkan tentang kerangka berfikir yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tujuan dari pembuatan sebuah sistem otomatis pada penutup kotak sampah adalah untuk memberikan kemudahan bagi pengguna agar tidak perlu bersentuhan langsung dengan tempat sampah saat membuang sampah, secara tidak langsung membuat pengguna terhindar dari terjangkit bibit penyakit. Proses penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu :

a. Analisis Masalah

Beberapa permasalahan atau kekurangan yang umumnya terjadi pada proses pembuangan sampah adalah sebagai berikut:

1. Kurang menariknya tempat sampah yang tersedia.
2. Adanya ketakutan terjangkit penyakit karena pada umumnya ketika membuang sampah harus menyentuh langsung penutup kotak sampah.

b. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan adalah tahap yang dilakukan untuk mendapatkan sebuah informasi kebutuhan apa saja yang digunakan untuk membangun sistem agar mendukung berjalannya sebagaimana mestinya. Kebutuhan tersebut mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Mikrokontroler Arduino Uno dipilih karena cukup mudahnya pengoperasian dan kompatibilitas terhadap bermacam – macam sensor yang tersedia. Ide yang cukup ramah terhadap pengguna, serta banyaknya tutorial dalam forum – forum di internet bagi pada pengguna mikrokontroler Arduino. Hal ini tentu saja membantu dalam pembuatan alat yang dibuat oleh peneliti.

c. Analisis Kebutuhan Fungsi

Tahap analisis kebutuhan fungsi adalah sebuah tahap dimana kumpulan informasi menjadi sebuah data. Berdasarkan data tersebut dibuatlah gambaran fungsi – fungsi apa saja yang dapat dilakukan oleh sistem nantinya. Fungsi tersebut akan dijadikan jawaban masalah yang terdapat pada rumusan masalah. Sistem ini nantinya memiliki fungsi yaitu penutup tempat sampah dapat terbuka saat ada objek mendekat dan akan tertutup kembali saat objek menjauhi tempat sampah.

d. Analisis Kebutuhan Masukan

Tahap analisis kebutuhan masukan, tahap ini menentukan masukan apa yang sesuai dengan penelitian yang dibuat oleh penulis. Penulis menganalisa masukan apa yang dapat memenuhi fungsi – fungsi. Kebutuhan masukan yang dimaksudkan adalah informasi bahwa ada objek yang mendekati tempat sampah yang diperoleh dari modul sensor ultrasonik.

e. Analisis Kebutuhan Luaran

Adapun tahapan analisis kebutuhan keluaran yang harus ditentukan adalah dengan menggunakan masukan yang sudah dianalisis. Keluaran yang ingin dicapai pada penelitian ini ialah membuka penutup tempat sampah secara otomatis saat ada objek yang mendekat.

f. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Analisis kebutuhan perangkat keras penulis lakukan untuk menentukan perangkat keras apa saja yang dibutuhkan. Berikut daftar komponen yang digunakan:

1. Perangkat komputer.
2. Arduino Uno.
3. Modul sensor ultrasonik
4. Kabel USB Arduino Uno

g. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

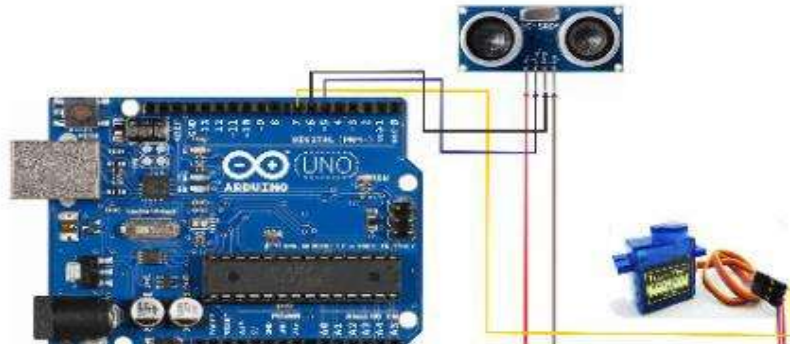
Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Windows
Sistem operasi ini dibutuhkan untuk membangun kotak sampah pintar dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.
2. Arduino 1.8.3.
Selain Arduino Uno dalam bentuk perangkat keras, ada juga Arduino Uno dalam bentuk perangkat lunak yaitu Arduino Uno IDE. Software Arduino ini digunakan untuk memprogram Arduino Uno agar dapat terkoneksi dengan sensor dan modul yang dibutuhkan dan mengunggah kode program ke dalam perangkat Arduino Uno.

h. Perancangan

Setelah seluruh informasi telah terkumpul dari analisis yang sudah dilakukan, saatnya melanjutkan ke tahap perancangan dasar penelitian. Dalam pembuatan purwarupa kotak sampah pintar ini dilakukan beberapa tahap

perancangan untuk menjelaskan proses dari awal hingga akhir sehingga lebih mudah untuk dipahami. Perancangan Perangkat Keras Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan perancangan perangkat keras dengan mengintegrasikan seluruh perangkat yang sudah di siapkan yaitu sensor yang dibutuhkan, modul, dan Arduino Uno itu sendiri. Skema rangkaian perangkat keras terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Rancangan Alat

Tabel 1. Alur Hubungan Pin Arduino Uno dengan Sensor Ultrasonik

NO	Arduino Uno	Alat	Sensor Ultrasonik
1	Ground		Ground
2	Pin D6		Echo
3	Pin D5		Trig
4	5V		Vcc

Tabel 1. Menunjukkan alur hubungan pin arduino Uno dengan sensor ultrasonic. Terdapat 4 (empat) langkah penghubungan. Langkah pertama menghubungkan ground yang terdapat pada arduino Uno dengan ground yang terdapat pada sensor ultrasonic. Kedua, menghubungkan echo pada sensor ultrasonic ke pin D6 arduino Uno dan yang ketiga trig pada sensor ultrasonic dihubungkan ke Pin D5 arduino Uno, dan yang terakhir Vcc pada sensor ultrasonic dihubungkan ke 5V arduino Uno. Untuk menghubungkan antar alat menggunakan kabel jumper.

Tabel 2. Alur Hubungan Pin Arduino Uno dengan Motor Servo

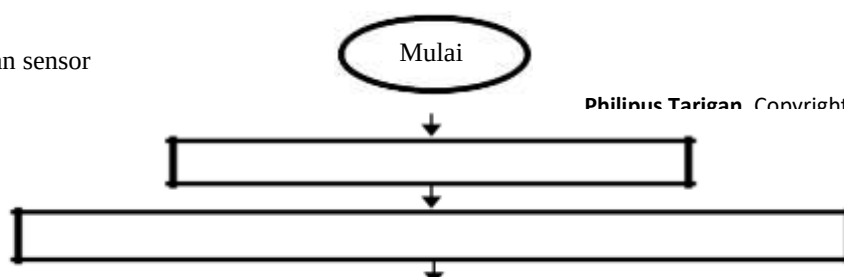
NO	Arduino Uno	Alat	Motor Servo
1	Ground		Ground
2	Vcc		5V
3	Pin D7		Signal

Tabel 2. Menggambarkan alur hubungan pin arduino Uno dengan motor servo. Terdapat 3 langkah dalam penghubungannya. Langkah pertama ground yang terdapat pada arduino Uno dihubungkan dengan ground yang terdapat pada motor servo. Kedua, tegangan 5V pada motor servo dihubungkan ke Vcc arduino Uno. Langkah terakhir adalah signal pada motor servo dihubungkan ke pin D7 arduino Uno. Untuk menghubungkan antar komponen menggunakan kabel jumper.

i. Flowchart

Flowchart adalah bagan atau gambar yang menunjukkan aliran proses dan hubungan dari suatu program. Flowchart ini dibutuhkan untuk menjelaskan alur program yang dibuat dalam bentuk grafis. Flowchart perancangan sistem dari tempat sampah otomatis terlihat pada Gambar 2.

isialisasi Modul dan sensor



Input data dari sensor ultrasonik (objek mendekat)

Arduino menerima data dan memberi perintah ke motor servo

Motor servo bergerak membuka penutup tempat sampah

Setelah 15 detik motor servo kembali keposisi semula dan penutup tempat
sampah akan tertutup

Selesai

Gambar 2. Flowchart Proses Tempat Sampah Beroperasi

Flowchart pada gambar 2 menjelaskan alur program pada Arduino Uno berjalan. Proses pertama adalah kode program akan memberikan perintah kepada sensor ultrasonik untuk mengirimkan pulsa sinyal kemudian apabila ada pantulan sinyal yang diterima akan disampaikan kepada arduino, setelah arduino menerima sinyal maka arduino memberi perintah kepada motor servo untuk membuka penutup sampah setelah 15 detik motor servo akan kembali ke posisi semula dan penutup tempat sampah akan tertutup kembali.

j. Pengujian dan Analisis Sistem

Pada awal pengujian yang akan dilakukan adalah melakukan pemeriksaan bahwa semua modul dan sensor sudah berjalan dengan baik dengan beberapa langkah yaitu pertama memberikan masukan listrik ke Arduino UNO apabila lampu indikator menyala maka Arduino UNO dapat digunakan, selanjutnya menghubungkan modul dan sensor ke Arduino UNO untuk selanjutnya diberi masukan perintah kepada Arduino UNO menggunakan library dari *software* Arduino IDE setelah masukan perintah telah diberikan selanjutnya alat tanpa tempat sampah terlebih dahulu apabila saat ada objek yang mendekati sensor ultrasonik, motor servo merespon dengan menggerakkan tuasnya sesuai dengan keinginan, setelah seluruh modul dan sensor sudah bisa berjalan dengan baik maka disiapkan tempat sampah yang memiliki penutup kemudian setelah perangkat keras terpasang pada tempatnya selanjutnya akan dilaksanakan pengujian. Cara kerja sensor ultrasonik disini adalah dengan menembakkan sinyal ultrasonik untuk mendeteksi objek yang mendekati tempat sampah didepan sensor tersebut melalui trigger, Selama menunggu pantulan, PING akan menghasilkan sebuah pulse. Pulse ini akan berhenti (low) ketika gelombang pantulan terdeteksi oleh PING. Oleh karena itu, lebar pulse tersebut dapat merepresentasikan jarak antara PING dengan objek. Gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 KHz akan dipancarkan selama 200uS. Gelombang ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424 m / detik (atau 1 cm setiap 29.034uS), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke PING. Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulse tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak dengan perhitungan sebagai berikut :2

$$\text{Kecepatan rambat gelombang} = 0.034442\text{cm/ detik}$$

$$\text{Pantulan gelombang} = 2$$

Setelah jarak benda didapatkan, selanjutnya sensor ultrasonik akan memberi sinyal kepada arduino kemudian disampaikan ke motor servo untuk membuka penutup tempat sampah.

k. Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data yang digunakan pada penelitian dan pengembangan ini adalah teknik analisis deskriptif kualitatif dan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan metode presentase. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan hasil pengembangan dan analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis hasil validasi dan respon mahasiswa. Menurut (Aji et al., 2017) berikut rumus persentase yang digunakan untuk menganalisis data kuantitatif:

Untuk memperoleh data per item digunakan rumus sebagai berikut:

Keterangan:

P = Persentase
= skor yang diberikan responden pada satu item
 x_i = skor tertinggi (ideal) pada satu item.

Untuk mengelola data secara keseluruhan item menggunakan rumus:

Keterangan:

P = presentase

$\sum$ = jumlah skor keseluruhan jawaban responden

$\sum$ = jumlah skor tertinggi x jumlah item x jumlah responden

Dari hasil analisis data, selanjutnya dapat ditentukan tingkat validasi produk. Tingkat validasi digolongkan dalam empat kategori yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Tingkat Validitas oleh Ahli [10]

Tingkat Persentase (%)	Interpretasi
01,00 – 50,00	Tidak Valid (Terlarang digunakan)
50,01 – 70,00	Kurang Valid (Tidak Dapat digunakan)
70,01 – 85,00	Cukup Valid (Dapat digunakan dengan revisi kecil)
85,01 – 100,00	Sangat Valid (Dapat digunakan tanpa revisi)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat sampah otomatis berbasis Arduino UNO ini adalah salah satu kemajuan teknologi yang dibutuhkan masyarakat demi menjaga kebersihan agar dapat beraktivitas dengan nyaman. Alat yang dihasilkan ini dapat berproses dengan baik serta perawatannya mudah.

A. Hasil Penelitian

Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat ini benar-benar dapat bekerja sesuai keinginan peneliti, pada pengujian ini peneliti menggunakan beberapa material uji yaitu: kulit manusia, kayu, besi, plastik, kaca, kain dan tisu serta penguji melakukan pengujian dengan beberapa jarak baca sensor yang berbeda. Hasil pengujian alat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Alat Berdasarkan Beberapa Material Uji

No	Pengaturan	Material Uji						
		Kulit/Tangan	Kayu	Besi	Plastik	Kaca	Kain	Tisu
1	2 cm	v	v	v	v	v	v	x
2	5 cm	v	v	v	v	v	v	v
3	10 cm	v	v	v	v	v	v	v
4	30 cm	v	v	v	v	v	v	v
5	50 cm	v	v	v	v	v	v	v
6	100 cm	v	v	v	v	v	v	v
7	200 cm	v	v	v	v	v	v	v
8	300 cm	v	v	v	v	v	v	v

v Alat berfungsi dengan baik

Keterangan

x

Alat tidak berfungsi

Berdasarkan tabel 4, dengan 56 pengujian yang dilakukan menggunakan 7 material dengan 8 variasi jarak, 55 kali pengujian berhasil dan 1 kali pengujian gagal, sehingga dapat disimpulkan bahwa 98% alat ini dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 3. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Kulit/Tangan



Gambar 4. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Kayu



Gambar 5. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Besi



Gambar 6. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Plastik



Gambar 7. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Kaca



Gambar 8. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Kain



Gambar 9. Pengujian Tempat Sampah Otomatis dengan Tisu

Validasi alat pada penelitian ini dilakukan untuk sebagai langkah pengecekan alat dan sebagai validasi untuk menetapkan bahwa alat dapat diproduksi, Validasi alat ini menggunakan lembar penilaian oleh ahli dengan hasil penilaian 91,65 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat dilanjutkan untuk proses produksi.

B. Pembahasan

Tempat sampah otomatis yang dihasilkan dalam penelitian ini telah sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Alat ini juga berfungsi dengan baik sesuai dengan pemrograman yang dilakukan. Penggunaan Arduino UNO disini dapat dibuat juga oleh orang lain karena lebih mudah dipahami. Pada penelitian ini juga diberi penambahan inovasi yaitu pelindung alat sehingga dapat mengurangi resiko kerusakan.

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi dengan baik, saat ada objek yang mendekat maka motor servo akan bergerak membuka tutup tempat sampah secara otomatis, sedangkan untuk proses tertutupnya diberikan selang waktu 15 detik setelah tutup tempat sampah terbuka. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan diaplikasikan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda (Ady, 2019)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kelebihan dan kekurangan alat. Adapun kelebihan sistem pada penelitian ini yaitu Mikrokontroler Arduino UNO digunakan yaitu, sistem dapat disesuaikan dengan berbagai ukuran tempat sampah, pengguna tidak perlu menyentuh tempat sampah saat membuang sampah, dan pelindung alat dapat membuat alat pada tempat sampah ini menjadi lebih terjaga dari benturan dan meminimalisir kerusakan. Alat ini memerlukan listrik yang stabil dan penempatan tempat sampah ini untuk dalam ruangan.

4. KESIMPULAN

Perancangan tempat sampah otomatis berbasis Arduino UNO telah berhasil dirancang dengan inovasi pelindung alat yang membuat tempat sampah otomatis ini lebih aman dan terlindungi sehingga tidak rentan mengalami kerusakan, penulis juga telah menyesuaikan dengan jenis tempat sampah yang digunakan serta lokasi penempatan tempat sampah, pembuatan tempat sampah juga membutuhkan waktu yang relatif singkat dikarenakan bahan dan alat yang telah tersedia. Berdasarkan analisis proses hingga pengujian sistem, tempat sampah otomatis yang dibuat berjalan dengan baik sesuai keinginan penulis berdasarkan 56 pengujian menggunakan 7 material dengan 8 variasi jarak, 55 kali pengujian berhasil dan 1 kali pengujian gagal dapat disimpulkan bahwa 98% alat ini dapat berfungsi dengan baik.

REFERENCE

- [1] C. Sianipar and R. Ambarita, "Analisis dan Eksperimental Performansi Kompresi Uap 2 Tingkat dengan Variasi 4 Siklus," *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*.
- [2] R. L. Sianturi and R. Sianturi, "Analisis Lanjutan Distribusi Tegangan Sisa dan Keausan Pahat Milling pada Pemrosesan Keras".
- [3] K. Kunci, "Analisis Perbandingan Kekuatan Bahan Komposit Dengan Variasi Susunan Acak Dan Lurus Memanjang Berbasis Serat Bambu Dan Resin Polyester," *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*.
- [4] K. Kunci, "Dampak Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) dan Asam Klorida (HCl) Terhadap Laju Korosi baja karbon sedang dengan perlakuan Waktu Bervariasi," *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*.
- [5] K. Kunci, "Prediksi Keadaan Tegangan Sisa Dekat Permukaan untuk Benda Uji yang Dibulatkan Keras Menggunakan Model Nonlinier Berbasis Data".
- [6] R. Telambanua, "Dampak Sistem Wide-Body Aircraft pada Penerbangan," *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*.
- [7] K. Kunci, "Pengaruh Pola Deteriorasi Heterogen Spasial Terhadap Kekuatan dan Daktilitas Pilar Jembatan Beton Bertulang yang Terkorosi".
- [8] M. A. M. Muda, "Pengaruh Pemikiran Jabir Bin Hayyan terhadap Ilmu Alkimia," vol. 2, 2023.
- [9] J. P. Sinaga, "Pengaruh Pemenuhan Slot Time Terhadap Target Take- Off Time diPerum LPPNPI Cabang Utama Jakarta Air Traffic Service Center," *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*, vol. 1, no. 1.
- [10] K. Kunci, "Optimasi Parameter Material untuk Simulasi Pemotongan Ortogonal AISI4140 pada Berbagai Kondisi Tempering".