

Sistem Tempat Sampah Pintar dengan Berbasis Arduino

Irfan Nur Sofiyanto^{1*}, Agil Bakhtiar², Rafli Ramadhani³, Angger Pratama Eryanto⁴, Rudi Susanto⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}220103179@mhs.udb.ac.id, ²220103171@mhs.udb.ac.id, ³220103185@mhs.udb.ac.id, ⁴220103175@mhs.udb.ac.id,

⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Permasalahan lingkungan telah menjadi isu yang mengemuka sepanjang masa. Salah satu masalah lingkungan yang serius dihadapi oleh mayoritas masyarakat Indonesia adalah persoalan sampah. Setiap hari, rumah tangga, pertanian, dan peternakan menghasilkan beragam jenis sampah, baik organik maupun anorganik. Dalam penelitian ini, tujuan utama kami adalah merancang sebuah kotak sampah yang mampu membuka dan menutup secara otomatis ketika ada seseorang mendekatinya untuk membuang sampah. Selain itu, kotak sampah ini juga akan memberikan respons berupa suara sebagai ungkapan terima kasih setelah sampah dibuang. Dalam konteks yang lebih luas, penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat setempat dalam mengelola sampah dengan lebih efektif, serta menjadi salah satu solusi untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan mengurangi akumulasi sampah di sekitar masyarakat. Pada penelitian ini, kami menggunakan teknologi sensor ultrasonik untuk mengukur jarak antara objek dengan kotak sampah. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno yang bertugas mengirimkan sinyal kepada komponen output. Ketika objek mendekati kotak sampah dalam jarak 0-20 cm, kotak sampah akan secara otomatis terbuka. Sementara itu, ketika objek dalam jarak 21-40 cm, kotak sampah akan tertutup. Selain itu, kami menggunakan DFPlayer Mini untuk memutar suara ungkapan terima kasih yang telah kami program dan simpan dalam kartu SD berkapasitas 8GB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi jarak dengan akurasi yang tinggi. Mikrokontroler Arduino Uno berhasil mengirimkan sinyal yang tepat kepada komponen output untuk mengontrol mekanisme pembukaan dan penutupan kotak sampah secara otomatis. DFPlayer Mini berfungsi dengan baik dalam memutar suara ungkapan terima kasih sebagai respon atas pembuangan sampah.

Kata kunci— Sensor ultrasonik, Mikrokontroler, Kotak sampah otomatis, Pengelolaan sampah, Lingkungan.

Abstract— Environmental problems have become an issue that surfaced all the time. One of the serious environmental problems faced by the majority of Indonesian people is the waste problem. Every day, households, agriculture and livestock produce various types of waste, both organic and inorganic. In this research, our main goal is to design a litter box that is able to open and close automatically when someone approaches it to dispose of trash. In addition, this litter box will also provide a sound response as an expression of thanks after the trash is removed. In a broader context, this research is expected to assist the government and local communities in managing waste more effectively, as well as being one of the solutions to create a clean environment and reduce waste accumulation around the community. In this study, we used ultrasonic sensor technology to measure the distance between objects and litter boxes. This system is controlled by the Arduino Uno microcontroller which is in charge of sending signals to the output components. When the object approaches the litter box within 0-20 cm, the litter box will automatically open. Meanwhile, when the object is within 21-40 cm, the litter box will close. In addition, we used DFPlayer Mini to play a thank you sound that we had programmed and stored on an 8GB SD card. The test results show that the ultrasonic sensor is able to detect distances with high accuracy. The Arduino Uno microcontroller managed to send the right signal to the output components to control the automatic opening and closing of the litter box. DFPlayer Mini does a great job of playing a thank you sound in response to trash removal.

Keywords— Ultrasonic sensor, Microcontroller, Automated trash bin, Waste management, Environment.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah memang menjadi salah satu masalah lingkungan yang serius di Indonesia, serta di banyak negara lain di dunia. Setiap harinya, rumah tangga, sektor pertanian, dan peternakan menghasilkan beragam jenis sampah, baik organik maupun anorganik. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan

Sampah, sampah didefinisikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat. Sampah ini bisa berupa zat organik atau anorganik yang dapat terurai atau tidak dapat terurai. Sampah dianggap tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan [1]. Permasalahan yang berkaitan dengan sampah ini melibatkan aspek ketidakefisienan penggunaan

fasilitas penampungan yang telah disediakan oleh instansi kebersihan, serta minimnya kesadaran dan kepedulian individu terhadap menjaga kebersihan lingkungan yang terjalin [2]. Alat yang digunakan sebagai pengendali kebersihan lingkungan berupa sebuah tempat sampah otomatis [3].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah kotak sampah pintar yang memiliki kemampuan otomatis untuk membuka dan menutup saat ada seseorang mendekatinya untuk membuang sampah. Selain itu, kotak sampah ini akan memberikan respons berupa suara sebagai bentuk penghargaan setelah sampah berhasil dibuang. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengelola sampah secara lebih efektif, serta menjadi salah satu solusi dalam menciptakan lingkungan yang bersih dengan mengurangi akumulasi sampah di sekitar masyarakat.

Dalam penelitian ini, teknologi sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak antara objek (sampah) dengan kotak sampah. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno yang berperan dalam mengirimkan sinyal kepada komponen output. Ketika objek mendekati kotak sampah dalam jarak 0-20 cm, kotak sampah akan secara otomatis terbuka. Sementara itu, ketika objek mendekati dalam jarak 21-40 cm, kotak sampah akan tetap tertutup secara mantap. Selain itu, modul DFPlayer Mini digunakan untuk memutar suara ungkapan terima kasih yang telah diprogram dan disimpan dalam kartu SD berkapasitas 8GB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi jarak dengan akurasi yang tinggi. Mikrokontroler Arduino Uno berhasil mengirimkan sinyal yang tepat kepada komponen output untuk mengontrol mekanisme pembukaan dan penutupan kotak sampah secara otomatis. Modul DFPlayer Mini juga berfungsi dengan baik dalam memberikan respons suara sebagai ungkapan terima kasih atas pembuangan sampah yang dilakukan.

Kearifan lokal merupakan nilai yang berguna dan telah terakumulasi selama bertahun-tahun dalam masyarakat yang beragam dan memiliki latar

belakang sejarah yang berbeda [4]. Kearifan lokal juga tercermin dalam tampilan kotak sampah pintar ini melalui penggunaan motif batik Semen Pekalongan yang khas. Motif batik Semen Pekalongan ditampilkan dengan detail yang halus dan warna yang cerah, mencerminkan keindahan seni dan keahlian yang dimiliki oleh pengrajin lokal. Setiap motif batik Semen Pekalongan memiliki makna filosofis dan cerita yang terkait dengan budaya dan sejarah daerah tersebut. Melalui penerapan motif batik Semen Pekalongan pada kotak sampah pintar, kita tidak hanya menghargai keindahan seni tradisional, tetapi juga mengangkat dan mempromosikan warisan budaya Indonesia kepada masyarakat luas. Dengan demikian, kotak sampah pintar ini tidak hanya menjadi alat praktis untuk mengelola sampah, tetapi juga sebagai sarana untuk memperkuat identitas budaya dan kearifan lokal yang ada di Indonesia dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Thing (IoT)* [5].

Dalam upaya mengembangkan solusi tempat sampah pintar yang inovatif, terdapat penelitian karya tulis ilmiah berjudul "Tempat Sampah Berbicara" [6]. "Perancangan dan pembuatan Smart Trash Bin berbasis Arduino Uno" [7]. "Pembuangan Sampah Otomatis berbasis Mikrokontroler" [8]. Serta "Tempat Sampah Berbicara otomatis" [9]. Melalui penelitian ini, kami menggabungkan dan mengembangkan konsep-konsep yang telah diajukan dalam jurnal-jurnal tersebut untuk mencapai tujuan pengembangan kotak sampah pintar yang lebih efektif dan responsif.

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Dasar Teori

1.1. Kotak Sampah

Dalam penelitian ini, tempat sampah mini mobil digunakan sebagai basis atau wadah untuk menerapkan sistem kotak sampah pintar. Tempat sampah ini didesain dalam bentuk yang kompak dan portabel, menyerupai ukuran dan bentuk mobil mainan. Biasanya, tempat sampah ini dilengkapi dengan penutup atau pintu yang dapat dibuka dan ditutup secara otomatis. Kemampuan tempat sampah mini mobil untuk bergerak secara

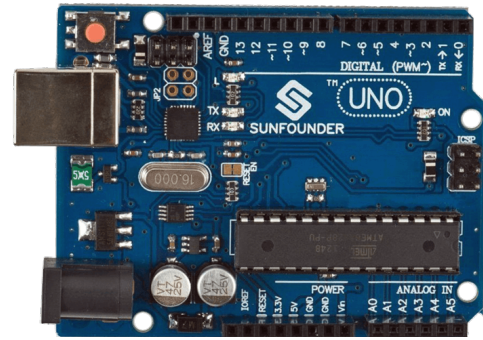
otomatis akan dikendalikan melalui penggunaan mikrokontroler Arduino Uno, Motor Servo, dan Sensor Ultrasonik. Gambar tempat sampah mini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tempat Sampah Mini

1.2. Arduino Uno

Arduino Uno, sebuah peranti yang terhormat sebagai mikrokontroler, menawarkan sekumpulan fitur yang sungguh mendukung keberfungsianya. Dengan adanya 14 digit pin input/output yang tersedia, di antaranya terdapat 6 pin yang dapat dijadikan sebagai output PWM (Pulse Width Modulation), Arduino Uno memberikan kesempatan bagi pengguna untuk mengontrol dengan presisi yang luar biasa berbagai peranti elektronik. Selain itu, Arduino Uno juga menyediakan 6 input analog, resonator keramik berkecepatan 16MHz, koneksi USB yang memudahkan penghubungannya dengan komputer, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Secara keseluruhan, Arduino Uno telah dirancang sedemikian rupa sehingga memenuhi segala kebutuhan untuk mendukung mikrokontroler, dan hanya memerlukan koneksi melalui kabel USB atau adaptor AC – DC, maupun baterai, untuk memulai. Gambar Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arduino Uno

1.3. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sebuah perangkat yang memiliki fungsi istimewa dalam mengonversi fenomena fisik berupa gelombang suara menjadi sinyal listrik, dan sebaliknya. Prinsip kerjanya didasarkan pada pantulan gelombang suara, yang memungkinkan penafsiran keberadaan atau jarak suatu objek dengan menggunakan frekuensi yang tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) [11]. Gambar sensor ultrasonic dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor Ultrasonik

1.4. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah perangkat atau aktuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo) yang sangat terampil. Dengan kemampuannya yang luar biasa, motor servo dapat diatur secara presisi untuk menentukan dan mempertahankan posisi sudut poros outputnya. Motor servo terdiri dari motor DC yang handal, serangkaian gear yang cerdas, rangkaian kontrol yang canggih, serta potensiometer yang memiliki peran penting. Melalui serangkaian gear yang

terpasang pada poros motor DC, motor servo mampu memperlambat kecepatan putaran porosnya, sambil meningkatkan torsi yang dihasilkan. Selain itu, potensiometer yang responsif terhadap perubahan resistansinya saat motor berputar, berfungsi sebagai penentu posisi putaran poros motor servo yang sangat akurat.

Penerapan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo memberikan manfaat yang sangat berarti dalam mengendalikan gerakan dan mencapai posisi akhir poros dengan ketepatan yang luar biasa. Secara konseptual, posisi poros output dipantau secara kontinu melalui sensor yang sensitif, sehingga dapat memastikan apakah posisi poros telah mencapai titik yang diinginkan atau belum. Jika posisi belum tepat, maka sistem kontrol input akan mengirimkan sinyal kendali yang cerdas, dengan tujuan untuk memperbaiki posisi poros sehingga mencapai ketepatan yang diharapkan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang konsep sistem kontrol loop tertutup ini, dapat diperhatikan contoh sederhana pada berbagai aplikasi lainnya, seperti pengaturan suhu pada perangkat AC, kulkas, setrika, dan lain sebagainya. Motor servo sendiri merupakan perangkat yang menggunakan tegangan DC, namun memiliki karakteristik yang unik, yaitu memungkinkan pengaturan sudut dengan presisi yang luar biasa [12]. Gambar Motor Servo dapat dilihat pada Gambar 4.

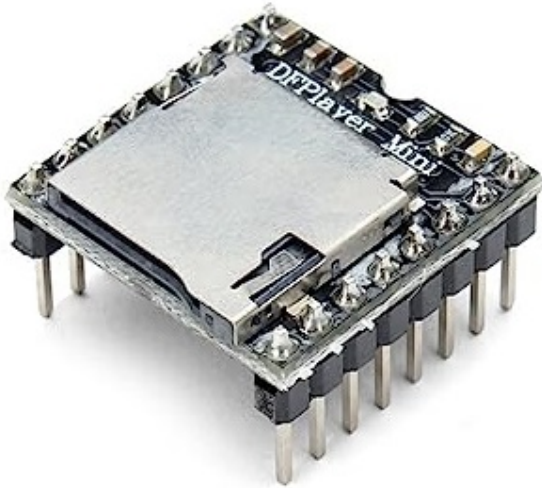


Gambar 4. Motor Servo

1.5. DFPlayer Mp3

Modul MP3 dengan tipe DFPlayer Mini menghadirkan keahlian yang luar biasa dalam menghadirkan pengalaman audio yang memukau. Fungsinya yang utama adalah untuk memutar file suara dalam format MP3. DFPlayer mini mempunyai 16 pin interface, DFPlayer mini dapat bekerja sendiri secara individu atau bekerja dengan modul mikrokontroler melalui koneksi serial [13].

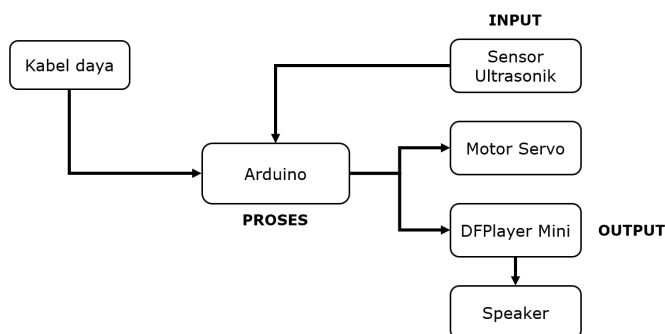
Modul MP3 digunakan untuk memberikan sebuah perintah pemberitahuan berupa suara. Pemberitahuan suara akan berulang dengan jeda waktu tertentu sampai sampah tidak dimasukkan lagi kedalam tempat sampah. Perancangan ini menggunakan modul MP3 untuk menghasilkan suara yang sudah disimpan pada modul tersebut yang nantinya akan dikeluarkan ketika sampah sudah masuk. Modul MP3 yang digunakan dalam perancangan ini adalah TF-16P, dipilih dengan pertimbangan yang matang dan cermat. Pemilihan modul ini didasarkan pada kebutuhan yang spesifik, yaitu untuk memfasilitasi penggunaan yang lebih efisien dengan modul mikrokontroler sebagai pemroses utama, serta telah dilengkapi dengan modul amplifier yang terintegrasi. Keputusan ini diambil dengan tujuan untuk mempermudah proses integrasi sistem dan meningkatkan kualitas keseluruhan dari pengalaman audio yang dihasilkan.. Modul MP3 ini harus menggunakan memory SDcard hingga 32 GB, user interface UART pada modul MP3 sangat mudah digunakan [13]. Gambar DFPlayer mini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. DFPlayer Mini

2. Perancangan Sistem

2.1. Blok Diagram



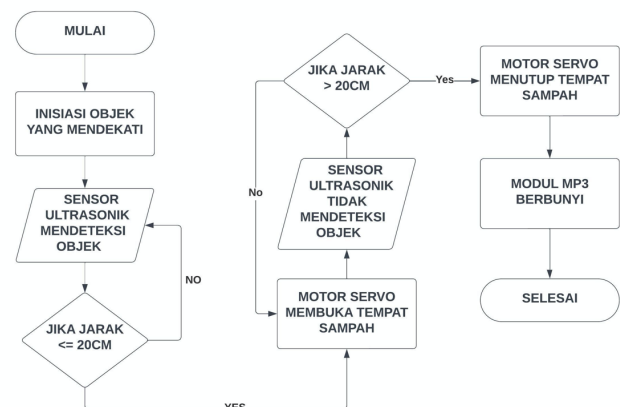
Gambar 6. Diagram Blok

Berdasarkan blok diagram diatas, menjelaskan ketika ada objek (sampah) yang mendekati sensor ultrasonik pada jarak 20 cm maka Arduino Uno mendeteksi adanya sampah yang akan dibuang ke dalam kotak sampah, servo motor akan berputar 90 derajat. Putaran servo motor ini memungkinkan objek atau sampah untuk dibuang ke dalam kotak sampah yang telah disediakan. Setelah penutup kotak sampah tertutup, sistem akan menghasilkan bunyi atau mengeluarkan suara melalui speaker yang dikendalikan oleh Arduino Uno. Sinyal dari mikrokontroler tersebut kemudian diteruskan ke modul mp3 DFPlayer mini yang bertindak sebagai media penyimpanan suara atau audio. Suara atau audio yang disimpan dalam modul tersebut akan diputar melalui speaker sebagai output yang mengeluarkan

ucapan "Terimakasih telah membuang sampah pada tempatnya". Pada modul mp3 DFPlayer mini disimpan file dengan ekstensi *.mp3, dan di beri keterangan file yakni 001 dan 002, untuk beberapa format suara yang akan di keluarkann nantinya, Arduino Uno atau komponen-komponen lainnya diberikan daya melalui kabel data yang di sambungkan dari laptop.

2.2. Flowchart Program

Dengan adanya flowchart ini diharapkan akan mempermudah pembaca dalam meahami sistem kerja dari sistem *Rancangan Sistem Tempat Sampah Pintar dengan Sensor Ultrasonik dan DFPlayer Mini Berbasis Arduino*. Gambar flowchart program dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Program

Dalam flowchart diatas, dijelaskan proses dimulai dengan "Mulai". Selanjutnya, dilakukan inisiasi objek yang ada disekitar kotak sampah. Setelah itu, sensor ultrasonik akan mendeteksi objek disekitar yang berjarak kurang dari 20cm. Selanjutnya, sensor ultrasonik akan mengirim perintah ke motor servo. Setelah mendapatkan data dari sensor ultrasonik motor servo akan bekerja membuka tempat sampah. Saat sensor ultrasonik tidak mendeteksi objek di sekitar lebih dari 20 cm, maka motor servo akan tertutup. Selanjutnya, modul mp3 akan berbunyi "Terimakasih telah membuang sampah pada tempatnya". Namun, jika sensor ultrasonik masih mendeteksi objek di sekitar kurang dari 20 cm, maka motor servo akan terbuka sampai

objek tidak deteksi lebih dari 20 cm oleh sensor ultrasonik.

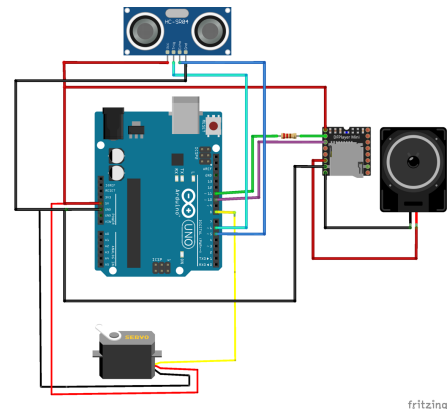
2.3. Desain Pekabelan

Desain pengkabelan sistem ini menggambarkan hubungan antar komponen elektronik dengan menghubungkan antar komponen yang memiliki fungsi masing-masing.

Tabel 1. Rangkaian Pin

Rangkaian Motor Servo		
Pin Motor Servo	Pin Speaker	Pin Arduino
PWM	-	D8
VCC	-	5V
GND	-	GND
Rangkaian DFPlayer Mini		
Pin Motor Servo	Pin Speaker	Pin Arduino
VCC	-	5V
RXD	-	D11
TXD	-	D10
GND	-	GND
SPK 1	Postive	-
SPK 2	Negative	-
Rangkaian Sensor Ultrasonic		
Pin Motor Servo	Pin Speaker	Pin Arduino
VCC	-	5V
Trig	-	D6
Echo	-	D7
GND	-	GND

Pada tabel 1 merupakan rangkaian pin motor servo input masuk ke pin D8. Motor servo berfungsi untuk menggerakkan penutup tempat sampah. Selanjutnya, rangkaian DFPlayer memiliki pin yang langsung menuju ke speaker yaitu pin SPK 1 dan SPK 2 dan berfungsi sebagai pengantar gelombang suara ke *speaker*. Pin RX masuk ke pin D11 dengan ditambahkan resistor dan pin TX masuk ke pin D10. Rangkain sensor ultrasonik memiliki Trig yang tersambung ke D6 berfungsi memancarkan sensor. Pin Echo tersambung dengan D7 berfungsi untuk penerima gelombang sensor. Gambar desain pengkabelan sistem dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Pengkabelan Sistem

2.4. Desain Kearifan Lokal

Desain tampilan kotak sampah otomatis yang menggunakan motif batik Semen Pekalongan menghadirkan keindahan dan kearifan lokal dalam bentuk yang fungsional. Motif batik Semen Pekalongan, dengan ragam warna cerah dan motif yang khas, menjadi elemen utama dalam desain ini. Permukaan tempat sampah otomatis diberi gambar atau cetakan motif batik Semen Pekalongan yang menampilkan keindahan dan keragaman budaya lokal. Detail dan ornamen yang menghiasi tempat sampah otomatis dengan aksan batik menambahkan sentuhan estetika yang memukau. Setiap elemen desain diperhatikan dengan seksama untuk menciptakan tempat sampah otomatis yang berfungsi baik dan tetap memancarkan keanggunan budaya batik Semen Pekalongan. Gambar desain kearifan lokal dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Desain Kearifan Lokal

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada penelitian ini difokuskan pada beberapa modul, seperti pengujian jarak pada sensor ultrasonik dan pengujian output suara pada modul DFPlayer Mini MP3. Tujuan pengujian jarak pada sensor ultrasonik adalah untuk mengevaluasi keakuratan dan performa sensor dalam mengukur jarak dengan presisi. Sementara itu, pengujian output suara pada modul DFPlayer Mini MP3 bertujuan untuk menilai kualitas dan kejernihan suara yang dihasilkan oleh modul tersebut. Dengan melakukan pengujian-pengujian ini, diharapkan dapat memperoleh hasil yang valid dan mendukung kesuksesan penelitian ini.

Tabel 2. Pengujian Ultrasonik

No	Jarak yang ditentukan	Jarak di lapangan	Kondisi atas kotak sampah
1.	20 cm	5 cm	Terbuka
2.	20 cm	10 cm	Terbuka
3.	20 cm	15 cm	Terbuka
4.	20 cm	20 cm	Terbuka
5.	20 cm	25 cm	Diam / tidak bergerak
6.	20 cm	30 cm	Diam / tidak bergerak
7.	20 cm	35 cm	Diam / tidak bergerak
8.	20 cm	40 cm	Diam / tidak bergerak

Pada tabel 2. Dalam pengujian yang dilakukan, sensor ultrasonik akan diuji berdasarkan jarak yang telah ditentukan sebelumnya. Mikrokontroler Arduino Uno akan berperan penting dalam mengambil data dari sensor ultrasonik dan mengirimkan sinyal ke komponen output lainnya.

Proses pengujian dimulai dengan menentukan jarak yang akan diuji, misalnya 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan seterusnya. Sensor ultrasonik akan digunakan untuk mengukur jarak tersebut dengan memanfaatkan prinsip pantulan gelombang suara. Data jarak yang diperoleh oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno.

Setelah proses pemrosesan data, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke komponen output lainnya sesuai dengan logika dan program yang telah ditentukan sebelumnya. Sinyal ini dapat digunakan untuk mengontrol dan mengaktifkan komponen seperti lampu LED, motor servo, atau komponen lainnya sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang sedang diuji.

Dengan melakukan pengujian ini, diharapkan dapat memverifikasi kinerja sensor ultrasonik serta memastikan kemampuan mikrokontroler Arduino Uno dalam mengambil data dan mengontrol komponen output dengan akurat dan efektif. Atasan atau penutupnya kotak sampah akan bereaksi atau terbuka ketika ada objek (sampah) yang di dekati berkisaran antara 0 – 20 cm dan ketika ada sampah yang didekati berkisar anatara 21 – 40 cm maka kondisi atas atau penutup kotak sampah akan diam atau tertutup.

Tabel 3. Pengujian DFPlayer Mini

No	Jarak Tetap	Jarak uji coba	Ket. Kotak sampah	Kondisi DFPlayer
1.	20 cm	5cm	Buka – Tutup	Bunyi
2.	20 cm	10 cm	Buka – Tutup	Bunyi
3.	20 cm	15 cm	Buka – Tutup	Bunyi
4.	20 cm	20 cm	Buka – Tutup	Bunyi
5.	20 cm	25 cm	Tidak / Diam	Tidak
6.	20 cm	30 cm	Tidak / Diam	Tidak
7.	20 cm	35 cm	Tidak / Diam	Tidak
8.	20 cm	40 cm	Tidak / Diam	Tidak

Pada tabel 3 adalah melakukan pengujian modul DFPlayer mp3 mini kotak sampah ketika ada objek

(sampah) yang datang berkisaran antara 0 – 20 cm maka mikrokontroler Arduino Uno mendapatkan sinyal dari ultrasonic dan kemudian servo akan bereaksi dan membuka dan menutup atas penutup tempat sampah dan diiringi dengan ucapan terimakasih yang di progam di sdcard disimpan di memory 8gb, dan juga pada saat pengujian diatas 21 – 40 cm maka penutup atau atas kotak sampah menutup sembari akan mengeluarkan suara berupa ucapan terimakasih.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulannya, penelitian ini telah berhasil merancang dan mengembangkan kotak sampah pintar dengan sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino Uno yang dapat membuka dan menutup secara otomatis serta memberikan respons suara sebagai ungkapan terima kasih atas pembuangan sampah. Penelitian ini memiliki potensi untuk membantu dalam mengatasi masalah sampah dan memperbaiki manajemen sampah secara efektif, sehingga dapat berkontribusi dalam menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Tampilan motif batik Semen Pekalongan juga menambah kearifan lokal dan keindahan budaya, dengan menggabungkan teknologi dan kearifan lokal untuk menciptakan lingkungan bersih dan memperkaya identitas budaya batik, kearifan lokal memperkuat hasil penelitian ini [14].

REFERENSI

- [1] Imam Rosadi, "Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Skala Rumah Tangga Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Sungai Liat," *AbdiMuh*, vol. 1, no. 1, pp. 23–36, 2020, doi: 10.35438/abdimuh.v1i1.163.
- [2] Z. Amrah, E. Gusmira, N. Sukmawati, M. R. Islamiyah, T. Jabung, and B. Jambi, "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno Design And Build Automatic Waste Tool Based On Arduino Uno," vol. I, pp. 38–48, 2023.
- [3] C. S. Journal, "MENGUNAKAN MIKROKONTROLER DAN SENSOR ULTRASONIK," vol. 9, no. 2, pp. 154–160, 2020.
- [4] R. Susanto, "The Product Development of Portable Laboratory Integrated with Local Wisdom (PL-ILW) Undergraduate Student," 2022, doi: 10.1109/IMCOM53663.2022.9721731.
- [5] R. Ardiansah, R. Susanto, and A. I. Pradana, "Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman dengan Monitoring Berbasis IoT (Internet of Things)," vol. 08, pp. 31–38, 2023.
- [6] K. Ke- *et al.*, "KOTAK SAMPAH BERBICARA," vol. 2, no.

January, pp. 978–979, 2016.

- [7] S. Sukarjadi, A. Arifiyanto, D. T. Setiawan, and M. Hatta, "Perancangan Dan Pembuatan Smart Trash Bin Di Universitas Maarif Hasyim Latif," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, p. 101, 2017, doi: 10.51804/tesj.v1i2.123.101-110.
- [8] M. H. Wiwi, "Rancang Bangun Alat Pembuangan Sampah Otomatis berbasis Mikrokontroler Arduino menggunakan sensor Ultrasonic," vol. 1, no. 2, pp. 33–39, 2022.
- [9] A. Naufal Maulana and G. Indah Hapsari, "Tempat Sampah Berbicara Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Automatic Talking Trash Can Using Ultrasonic Sensor and Arduino," *e-Proceeding Appl. Sci. Vol.7, No.6 Desember 2021*, vol. 7, no. 6, pp. 2961–2972, 2021.
- [10] F. D. Putra, A. Sularsa, and D. R. Suchendra, "Implementasi Pengontrol Pakan Ternak Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1958–1963, 2019.
- [11] L. Sri, A. Muni, and C. D. Lestari, "DENGAN NOTIFIKASI SMARTBIN BASED DESIGN WITH NOTIFICATION," pp. 1–7.
- [12] M. Amin, "Mikrokontroler Arduino dan Sensor Ultrasonic," vol. 2, pp. 0–4, 2020.
- [13] J. T. Elektro, "Perancangan Tempat Sampah Pembuka Tutup Otomatis dan Indikator Kapasitas," 2017.
- [14] R. Susanto, A. Lajis, W. Lestari, and H. Hasanah, "Efektifitas pembuatan laboratorium portable yang terintegrasi dengan kearifan lokal menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan hasil belajar siswa -, " 2023.