

Penerapan Teknologi Arduino pada Tempat Sampah Pintar Berwawasan Budaya Jawa sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan

Wildan Ahmad Rifa'i^{1*}, Naurisma Fatikasari², Ayu Nurmawati³, Hidayatul Fateha Khoirunnisa⁴, Rudi Susanto⁵

^{1*}Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

^{1*}240103204@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

²240103248@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

³240103185@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

⁴240103191@mhs.udb.ac.id

⁵Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Berbagai aspek kehidupan masyarakat telah mengalami perubahan besar sebagai akibat dari kemajuan teknologi yang semakin pesat, termasuk perubahan dalam kebiasaan sehari-hari. Meskipun teknologi memungkinkan banyak aktivitas, masyarakat masih kurang memperhatikan kebersihan lingkungan. Karena kurangnya jumlah tempat sampah, kondisi tempat sampah yang sering penuh, banyak orang membuang sampah sembarangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan tempat sampah pintar berbasis Arduino yang inovatif untuk mendukung kebersihan lingkungan. Sistem ini memiliki sensor ultrasonik yang mendeteksi keberadaan sampah dan memicu mekanisme otomatis untuk membuka dan menutup penutup tempat sampah. Teknik yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras dengan komponen Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan servo motor, dan kemudian mengintegrasikan sistem dan menguji kinerjanya. Dengan mengutamakan kearifan lokal, desain tempat sampah ini mengusung ornamen batik khas Jawa. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa. Langkah-langkahnya meliputi perancangan alat dengan Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan servo motor, dilanjutkan dengan perakitan, pemrograman, dan pengujian sistem. Uji coba dilakukan untuk mengevaluasi respon alat terhadap objek pada jarak tertentu dan memastikan fungsinya berjalan sesuai rancangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik. Penutup tempat sampah dapat membuka dan menutup secara otomatis saat mendeteksi objek pada jarak tertentu, dan dengan sentuhan budaya, tempat sampah ini dapat menjadi lebih menarik. Sebagai kesimpulan, diharapkan inovasi ini tidak hanya meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan, tetapi juga berfungsi sebagai media edukasi dalam pelestarian budaya lokal dan mendukung upaya untuk menjaga lingkungan yang bersih secara berkelanjutan.

Kata kunci— Arduino, Sensor ultrasonik, Tempat sampah

Abstract— Various aspects of community life have undergone significant changes as a result of rapidly advancing technology, including changes in daily habits. Although technology enables many activities, the public still pays little attention to environmental cleanliness. Due to the lack of trash bins and the condition of bins that are often full, many people litter. The aim of this research is to implement an innovative Arduino-based smart trash bin to support environmental cleanliness. This system has an ultrasonic sensor that detects the presence of trash and triggers an automatic mechanism to open and close the trash bin lid. The techniques used include hardware design with Arduino Uno components, ultrasonic sensors, and servo motors, and then integrating the system and testing its performance. Prioritizing local wisdom, the design of this trash bin incorporates traditional Javanese batik ornaments. This research uses an engineering experiment method. The steps include designing a tool with Arduino Uno, ultrasonic sensors, and servo motors, followed by assembly, programming, and system testing. The trial was conducted to evaluate the tool's response to objects at a certain distance and ensure its function runs according to design. This research uses an experimental engineering method. The steps include designing the tool with Arduino Uno, ultrasonic sensors, and servo motors, followed by assembly, programming, and system testing. Trials were conducted to evaluate the tool's response to objects at a certain distance and to ensure its functions operate according to the design. The test results show that the system works well. The trash can lid can open and close automatically when detecting objects at a certain distance, and with cultural touches, this trash can can become more attractive. In conclusion, this innovation is expected to not only raise public awareness about environmental cleanliness but also serve as an educational medium in the preservation of local culture and support efforts to maintain a clean environment sustainably.

Keywords— Arduino, Trash can, Ultrasonic sensor.

I. PENDAHULUAN

Perihal sampah memang menjadi suatu hal yang serius di Indonesia, serta di banyak negara lain di dunia. Setiap hari, sektor pertanian, peternakan, dan rumah tangga menghasilkan berbagai jenis limbah, baik organik maupun anorganik yang dapat terurai atau tidak dapat terurai. Permasalahan yang berkaitan dengan sampah ini melibatkan aspek ketidakefisienan penggunaan fasilitas penampungan yang telah disediakan oleh instansi kebersihan, serta tingkat kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap kebersihan lingkungan. Alat yang digunakan untuk mengontrol kebersihan lingkungan berupa tempat sampah otomatis [1].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan kotak sampah pintar yang dapat dibuka dan ditutup secara otomatis oleh individu yang membuangnya [2]. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengelola sampah secara lebih efektif dan menjadi salah satu cara untuk membuat lingkungan lebih bersih dengan mengurangi jumlah sampah yang terkumpul di sekitar masyarakat.

Teknologi sensor ultrasonik digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur jarak antara objek (sampah) dan kotak sampah. Mikrokontroler Arduino Uno mengontrol sistem dan mengirimkan sinyal kepada komponen output. Kotak sampah akan terbuka secara otomatis ketika sesuatu mendekati dalam jarak 0–30 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki kemampuan untuk mendeteksi jarak dengan tingkat akurasi yang tinggi. Untuk mengontrol mekanisme pembukaan dan penutupan kotak sampah secara otomatis, mikrokontroler Arduino Uno berhasil mengirimkan sinyal yang tepat kepada komponen output [3].

Motif batik Kawung yang berasal dari Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan kearifan lokal dalam desain kotak sampah pintar ini. Motif batik Kawung dari Yogyakarta memiliki pola geometris teratur dan simetris yang mencerminkan nilai-nilai kesederhanaan, kesucian, dan pengendalian diri. Setiap motif memiliki makna filosofis yang dalam, yang

terkait erat dengan ajaran moral dan kebijaksanaan yang ada dalam kehidupan masyarakat Jawa. Dengan menggunakan motif batik Kawung pada kotak sampah pintar, kita tidak hanya menghargai seni tradisional tetapi juga turut melestarikan dan memperkenalkan warisan budaya Indonesia kepada masyarakat luas. Oleh karena itu, kotak sampah pintar ini tidak hanya menjadi alat praktis untuk mengelola sampah, tetapi juga merupakan media edukatif yang memperkuat kearifan lokal dan identitas budaya Indonesia [4].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Analisis Sistem

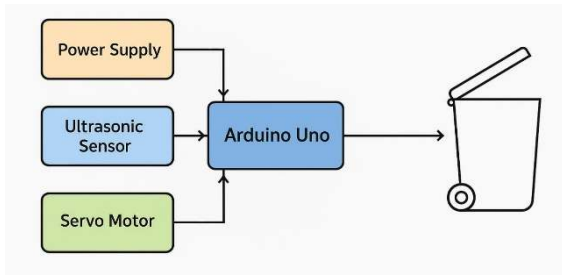
Dalam penelitian ini, sistem tempat sampah pintar akan memiliki dua fungsi utama, yaitu membuka tutup secara otomatis saat seseorang atau objek mendekat dan menutup kembali secara otomatis setelah sampah dimasukkan. Sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan dalam sistem ini berfungsi sebagai pendeteksi. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengukur jarak antara objek, seperti tangan atau sampah.

Sementara itu, untuk komponen penggerak tutup, sistem ini menggunakan motor servo yang dikenal dapat menggerakkan poros dengan presisi. Motor servo ini bertanggung jawab untuk mengatur gerakan penutup tempat sampah yang dibuka dan ditutup oleh mikrokontroler. Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali utama untuk seluruh sistem. Dia menerima data jarak dari sensor ultrasonik, memprosesnya, dan kemudian mengirimkan sinyal kendali ke motor servo untuk mengaktifkan mekanisme guna membuka atau menutup tutup tempat sampah secara otomatis. Dengan kombinasi komponen ini, sistem diharapkan dapat membantu manajemen sampah yang lebih baik secara efisien dan responsif [4].

B. Perancangan Sistem

1. Diagram blok

Perancangan Hardware disusun menggunakan blok diagram seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok

Tahap perancangan sistem berfokus pada sistem yang akan di gunakan pada pembuatan Smart trash berbasis iot menggunakan mikrokontroler Arduino Uno [5]. Blok diagram Gambar 1 terbagi menjadi beberapa kelompok alat, yaitu:

a. Power Supply



Gambar 2. Power Supply

Power supply ini bertanggung jawab untuk menyediakan tegangan dan arus listrik yang stabil sehingga setiap komponen elektronik dapat berfungsi dengan baik. Untuk bekerja secara optimal dalam sistem ini, komponen seperti Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan motor servo membutuhkan pasokan daya yang tepat. Selain memberikan pasokan daya, juga bertanggung jawab untuk menjaga kestabilan tegangan agar sistem tidak mengalami gangguan selama beroperasi. Kestabilan ini penting untuk memastikan bahwa sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak dengan akurat, motor servo dapat bergerak dengan presisi, dan mikrokontroler dapat bekerja dengan baik.

b. Arduino



Gambar 3. Arduino Uno

Arduino Uno adalah jenis suatu papan (board) dengan berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit yang dilengkapi dengan sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain. Arduino adalah mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan untuk diprogram. Program di Arduino biasa dinamakan dengan sketch. Arduino adalah “sebuah platform open source (sumber terbuka) yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika” [6]. Pada papan arduino memiliki hardware prosesor dari perusahaan Atmel AVR dan memiliki software yang menggunakan bahasa pemrograman sendiri. Arduino telah didesain agar penggunaanya lebih mudah dalam penggunaan dan pembuatan alat elektronika dalam berbagai bidang [7].

c. Sensor Ultrasonik



Gambar 4. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonic adalah sensor yang mampu mengubah besaran sebenarnya (suara) menjadi besaran listrik maupun sebaliknya. Cara kerja sensor ini tergantung pada aturan kesan gelombang suara sehingga sangat mungkin digunakan untuk menguraikan keberadaan (jarak) suatu benda dengan perulangan tertentu. Disebut sensor ultrasonic karena sensor ini memanfaatkan gelombang ultrasonic (suara

ultrasonic). Gelombang ultrasonic adalah gelombang suara yang memiliki kekambuhan yang sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. [8]. Sensor ultrasonik terdiri dari dua komponen utama, Pemancar(Transmitter) Komponen ini menghasilkan gelombang suara ultrasonik. Ketika sensor diaktifkan, pemancar akan mengirimkan gelombang suara ke arah objek yang ingin dideteksi, dan Penerima (Receiver) Setelah gelombang suara tersebut memantul kembali dari objek, penerima akan mendeteksi gelombang pantulan tersebut [9].

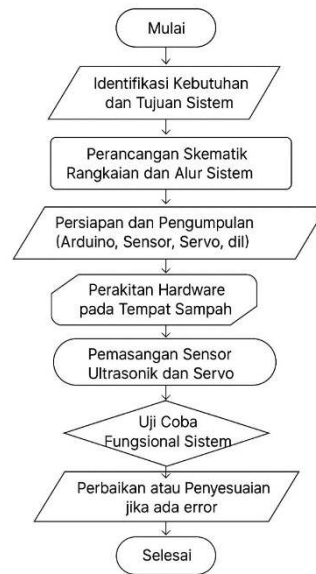
d. Motor Servo



Gambar 5. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo [10]. Dengan kata lain, servo motor adalah bagian penting dari sistem otomatisasi yang responsif dan efisien pada tempat sampah pintar ini.

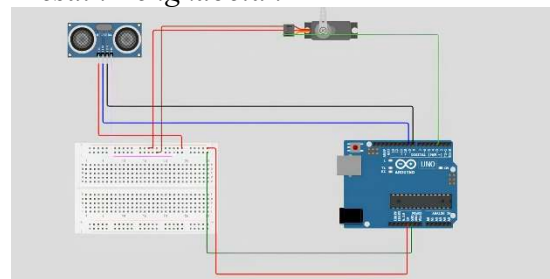
2. Flowchart Sistem



Gambar 6. Flowchart Keseluruhan Sistem

Dari flowchart yang ditunjukkan pada Gambar 6 dimana Sensor ultrasonik (HC-SR04), sensor ini berguna untuk mendeteksi jarak antara posisi dengan benda apapun yang ada di depannya dengan mengeluarkan gelombang suara pada frekuensi ultrasonik [11]. Arduino akan memproses data dan memberikan perintah kepada servo motor untuk membuka sistem penutup, memungkinkan sampah dimasukkan ke dalam tempat sampah, jika jarak yang terdeteksi kurang dari 30 cm. Setelah itu, sistem diuji untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik. Jika ditemukan kesalahan atau error selama pengujian, maka dilakukan perbaikan atau penyesuaian hingga sistem berfungsi sesuai dengan rancangan. Sebaliknya, jika jarak lebih dari 30 cm terdeteksi, Arduino tidak akan mengaktifkan servo motor. melainkan sistem akan memantau jarak secara berulang dan menunggu objek yang mendekat. Proses ini berlangsung sampai sistem dinyatakan berakhir.

3. Desain Pengkabelan



Gambar 7. Desain Pengkabelan Sistem

Pada perancangan tempat sampah pintar berbasis Arduino ini, desain pengkabelan dimaksudkan untuk menghubungkan semua komponen elektronik secara terintegrasi dan melakukan fungsinya dengan benar. Power Supply, yang menyuplai tegangan ke seluruh rangkaian. Sensor ultrasonik, servo motor, dan pin VCC Arduino Uno dihubungkan dengan kabel positif berwarna merah dari power supply ke pin GND masing-masing komponen.

Arduino Uno berfungsi sebagai pusat sistem kontrol. Dengan menggunakan pin digitalnya, sensor ultrasonik (HC-SR04) dapat menerima input data darinya. Empat pin utama sensor ini adalah VCC, GND, Trig, dan Echo. Pin Trig menghubungkan ke salah satu pin digital Arduino, dan pin Echo menerima pantulan sinyal tersebut lalu mengirimkan data jarak ke Arduino untuk diproses.

Servo motor mendapatkan daya dari power supply melalui pin VCC dan GND. Sementara itu, pin sinyalnya terhubung ke salah satu pin digital Arduino, dan Arduino akan mengirimkan sinyal PWM (Pulse Width Modulation) ke servo motor untuk memberinya kemampuan untuk bergerak pada sudut tertentu.

a. Desain Kearifan Lokal



Gambar 8. Desain Kearifan Lokal

Motif batik Kawung Yogyakarta digunakan dalam desain tampilan kotak sampah otomatis yang menampilkan keindahan seni tradisional dan kearifan lokal dalam bentuk yang fungsional. Motif batik Kawung, yang memiliki pola geometris khas berbentuk lingkaran yang

menyerupai buah kolong-kaling yang tersusun secara simetris, menjadi komponen utama desain ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi



Gambar 9. Implementasi Kearifan Lokal

Gambar 9 merupakan implementasi kearifan lokal dalam bentuk tempat sampah. Permukaan tempat sampah otomatis dihiasi dengan gambar atau cetakan motif batik Kawung, yang menunjukkan filosofi budaya dan keanggunan Yogyakarta. Motif batik ini melambangkan kemurnian hati dan harapan untuk menjadi orang yang bermanfaat bagi masyarakat. Detail pola dan ornamen batik memberikan sentuhan estetika yang sederhana namun elegan. Tempat sampah otomatis ini dirancang dengan hati-hati agar tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga turut melestarikan dan memperkenalkan warisan budaya Indonesia kepada masyarakat luas.

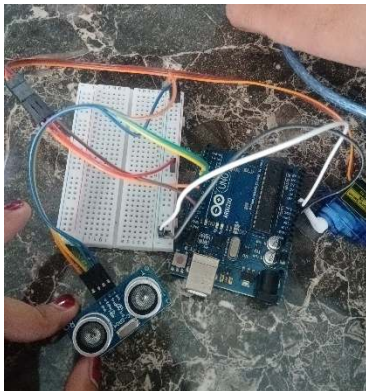


Gambar 10. Hasil tampilan

Gambar 10 menunjukkan hasil akhir dari proyek tempat sampah otomatis yang sudah

dirangkai dan dipasang menjadi satu kesatuan. Tempat sampah ini tidak hanya berfungsi secara otomatis, tetapi juga diberi sentuhan budaya dengan menggunakan motif batik khas Jawa pada bagian luar tong sampah.

Di bagian bawah, terlihat rangkaian elektronik seperti sensor ultrasonik, Arduino, dan kabel-kabel yang sudah terpasang. Semua komponen ini sudah terhubung dan siap bekerja untuk mendeteksi keberadaan sampah, lalu membuka tutup secara otomatis.



Gambar 11. Rangkaian

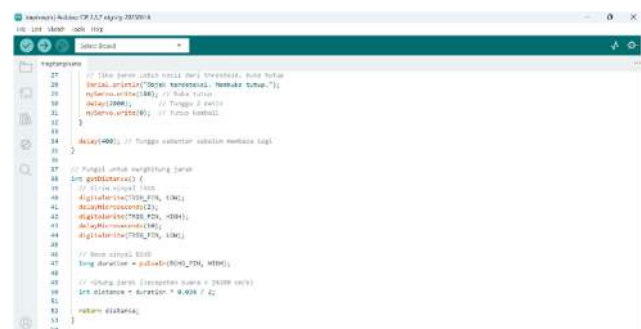
Gambar 11 memperlihatkan hasil dari proses perakitan atau pengkabelan komponen utama untuk sistem tempat sampah otomatis. Pada gambar di atas terlihat Arduino Uno sebagai otaknya, yang terhubung ke sensor ultrasonik melalui kabel jumper dan breadboard. Sensor ini nantinya akan mendeteksi keberadaan objek di depan tempat sampah.

Kabel-kabel yang digunakan disusun agar setiap komponen bisa saling terhubung dengan benar. Breadboard membantu mengatur jalur kabel tanpa perlu menyolder, jadi lebih praktis untuk percobaan. Setelah semua kabel terpasang, sistem ini siap diuji apakah bisa mendeteksi objek dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis.



Gambar 12. Codingan 1

Pada gambar 12 menampilkan awal kode, terdapat pemanggilan library Servo.h yang dibutuhkan untuk mengontrol motor servo. Selanjutnya, terdapat tiga pin utama yang didefinisikan: SERVO_PIN untuk motor servo dan TRIG_PIN dan ECHO_PIN untuk sensor ultrasonik HC-SR04. Selanjutnya, diputuskan bahwa komponen servo bernama myServo akan digunakan dalam proses pengaturan sudut tutup tempat sampah. Selain itu, ada konstanta batas jarak yang menentukan jarak batas deteksi sensor ultrasonik; dalam kasus ini, batas tersebut ditetapkan sebesar 30 cm. Jika objek terdeteksi dalam jarak tersebut, tutup akan terbuka. Konfigurasi awal dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi setup(). Di sini, pin ECHO digunakan sebagai input dan pin TRIG digunakan sebagai output. Motor servo disambungkan ke kedua pin ini dan kemudian diatur ke posisi awal (tertutup) dengan perintah myServo.write(0). Selain itu, komunikasi serial juga diaktifkan menggunakan Serial.begin(9600) agar proses deteksi dapat dipantau melalui Serial Monitor.



Gambar 13. Codingan 2

Pada gambar 13 menunjukkan penggunaan fungsi loop(), sistem menggunakan fungsi getDistance untuk membaca jarak secara berulang. Jika objek terdeteksi pada jarak kurang

dari 30 cm, sistem akan mencetak pesan ke Serial Monitor. Kemudian, setelah jeda selama 2 detik, servo akan digerakkan ke posisi 180 derajat (tutup terbuka). Agar sistem tidak membaca sensor terlalu sering dalam waktu singkat, fungsi penundaan (400) digunakan. Sensor ultrasonik mengirimkan sinyal melalui pin TRIG selama sepuluh mikrodetik, dan pin ECHO menghitung waktu pantulan sinyal, yang dilakukan oleh fungsi `getDistance()` sendiri. Selanjutnya, rumus jarak = durasi * 0,034 / 2, di mana 0,034 adalah kecepatan gelombang suara di udara dalam satuan cm/mikrodetik, dibagi dua karena waktu tempuh total (pulang-pergi) dihitung.

Alat berfungsi dan bekerja dengan baik serta sesuai dengan harapan. Sensor mampu mendeteksi objek dengan akurat dan servo motor dapat menggerakkan tutup secara halus dan sesuai. Jarak deteksi optimal berada di kisaran 0-30 cm.

Tong sampah pintar ini memiliki peran besar dalam pembahasan teknik pengelolaan sampah yang lebih praktis dan ramah lingkungan. Dengan menempatkan gawai ini di tempat umum, masyarakat akan lebih sadar akan pentingnya menjaga kebersihan dan merasa lebih mudah membuang sampah. Karena tutupnya sekarang otomatis, masyarakat tidak perlu menyentuhnya, yang dapat mengurangi kemungkinan penyebaran kuman.

Alat ini juga menunjukkan bahwa teknologi tidak harus sulit. Kita dapat mulai membuat perubahan kecil, seperti mengganti tempat sampah. Perilaku masyarakat dapat berubah dan lingkungan akan lebih bersih jika lebih banyak lokasi yang menggunakan tempat sampah pintar ini. Jadi, meskipun mudah, hal ini dapat memiliki pengaruh besar pada kehidupan sehari-hari [12].

B. Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk melihat seberapa baik sensor ultrasonik tempat sampah pintar dapat mengidentifikasi benda dan membuka tutupnya sendiri. Sebelumnya, batas deteksi maksimum ditetapkan 30 cm. Oleh karena itu, tutupnya harus terbuka secara otomatis setiap kali ada benda seperti tangan atau sampah dalam jarak 30 cm atau kurang.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Jarak yang Ditentukan	Jarak Pengujian	Kondisi Tempat Sampah
1	30 cm	5 cm	Terbuka Otomatis
2	30 cm	10 cm	Terbuka Otomatis
3	30 cm	15 cm	Terbuka Otomatis
4	30 cm	20 cm	Terbuka Otomatis
5	30 cm	25 cm	Terbuka Otomatis
6	30 cm	30 cm	Terbuka Otomatis
7	30 cm	35 cm	Diam / tidak terbuka
8	30 cm	40 cm	Diam / tidak terbuka

Dari hasil pengujian, sistem bekerja sesuai harapan. Saat objek didekatkan dari jarak 5 cm hingga 30 cm, tutup tempat sampah langsung terbuka secara otomatis. Tapi saat objek berada lebih jauh, yaitu 35 cm dan 40 cm, sistem tidak bereaksi tutupnya tetap diam. Ini menunjukkan bahwa sensor bisa mengenali jarak dengan cukup akurat dan tidak mudah salah tangkap.

IV. KESIMPULAN

Penerapan teknologi arduino uno pada tempat sampah pintar dapat meningkatkan kesadaran akan kebersihan di lingkungan sekitar juga publik. Dengan tambahan unsur budaya Jawa, alat ini memiliki nilai lebih sebagai media edukasi yang ramah, melokal, juga membumi. Kombinasi antara teknologi dan kearifan lokal terbukti mampu menarik perhatian sekaligus memperkuat identitas budaya Jawa.

REFERENSI

- [1] M. H. Al Ghifary, A. R. Prasetyio, K. Purnama, and M. H. Fathurrizqi, "The Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno Untuk Madrasah Nurul Iman," *J. Ilm. Tek. Inf. Terapan*, vol. 10,
- [2] B. A. Ramadhan, I. Rizianiza, and F. Manta, "Rancang bangun tempat sampah pemilah otomatis berbasis arduino," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, pp. 265–274, 2022.
- [3] I. M. Desnanjaya, I. B. Sandika, I. G. Sarasananda, P. W. Aditama, and I. A. Wiguna, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar untuk Meningkatkan Manajemen Sampah Berbasis Mikrokontroler," *Indones. J. Electron. Instrum. Syst. (IJEIS)*, vol. 13, pp. 207–216, 2023.
- [4] I. N. Sofiyanto, A. Bakhtiar, R. Ramadhani, A. P. Eryanto, and R. Susanto, "Sistem tempat sampah pintar dengan berbasis Arduino," in *Proc. Semin. Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*, Surakarta, Indonesia, Jul. 2023, pp. 772–779, e-ISSN: 2962-1968.
- [5] L. R. Jaelani, L. D. Samsumar, Z. Zaenudin, and A. Akbar, "Rancang bangun smart trash berbasis IoT (Internet of Things)

- menggunakan metode prototyping model di Desa Beririjarak,” *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 1, no. 4, pp. 245–257, 2024.
- [6] M. H. Syamtamami and A. Anas, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino dan Sensor Ultrasonik di SMKN 1 Tirtajaya," *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (JITEK)*, vol. 2, no. 3, pp. 304–312, Nov. 2022.
- [7] B. A. Nugroho and Y. M. Djaksana, "Implementasi Mikrokontroler Arduino Uno dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah," *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*, vol. 2, no. 4, pp. 70–77, 2022.
- [8] T. Wijaya, A. Salim, dan N. N. Pusparini, "Perancangan Automatic Tempat Sampah Pada Sistem Arduino Uno R3," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 11, no. 2, pp. 114–120, Sep. 2023.
- [9] A. R. Pratama, J. Sudrajat, dan Seliwati, "Monitoring Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Restikom: Riset Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 6, no. 3, pp. 544–553, Des. 2024.
- [10] N. Endriatno, "Perancangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, vol. 7, no. 2, pp. 84–88, 2022.
- [11] F. P. Aji, A. Solehudin, and C. Rozikin, "Implementasi Sensor Ultrasonik Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 117–126, 2021.
- [12] G. Y. K. Siregar dan I. A. Wulandari, "Kotak Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno," *Journal of Computer Science and Informatics (JOCSI)*, vol. 2, no. 2, pp. 89–93, Feb. 2025.