

Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Javierova Anrido Perdana^{1*}, Fajar Zahra Ramadhani², Muhammad Rahul Jabbar Widodo³, Rudi Susanto⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

1*250103077@mhs.udb.ac.id

(penulis korespondensi)

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

250103072@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

3250103081@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

4Rudi_Susanto@udb.ac.id

Abstrak— Tempat sampah merupakan salah satu fasilitas penting untuk menjaga kebersihan lingkungan. Namun, tempat sampah yang masih dibuka secara manual mengharuskan pengguna menyentuh tutupnya sehingga kurang higienis. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan motor servo. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Prototype, yang meliputi tahap identifikasi masalah, perancangan sistem, pembuatan alat, dan pengujian. Sensor HC-SR04 berfungsi mendeteksi keberadaan tangan atau objek di depan tempat sampah. Jika objek terdeteksi pada jarak maksimal 20 cm, Arduino Uno akan menggerakkan motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Setelah objek menjauh, tutup akan menutup kembali secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik, sensor mampu mendeteksi objek sesuai jarak yang telah ditentukan, dan motor servo dapat membuka serta menutup tutup tempat sampah dengan respons yang cepat. Dengan demikian, alat yang dirancang dapat membantu meningkatkan kebersihan dan kenyamanan pengguna karena tidak memerlukan sentuhan langsung saat membuang sampah.

Kata kunci— Arduino Uno, Sensor HC-SR04, Motor Servo, Tempat Sampah Otomatis, Kebersihan Lingkungan.

Abstract— A trash bin is an important facility for maintaining environmental cleanliness. However, conventional trash bins require users to touch the lid manually, making them less hygienic. This study aims to design and develop an automatic trash bin based on an Arduino Uno using an HC-SR04 ultrasonic sensor and a servo motor. The research method used is the Prototype method, which consists of problem identification, system design, device implementation, and testing. The HC-SR04 ultrasonic sensor is used to detect the presence of a hand or object in front of the trash bin. When an object is detected within a maximum distance of 20 cm, the Arduino Uno controls the servo motor to open the trash bin lid automatically. After the object moves away, the lid closes automatically. The testing results show that the system works properly, the HC-SR04 sensor can accurately detect objects within the specified distance, and the servo motor can open and close the lid with a fast response. Therefore, the proposed system can improve hygiene and user convenience by reducing the need for direct contact when disposing of waste.

Keywords— Arduino Uno, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, Servo Motor, Automatic Trash Bin, Environmental Cleanliness.

I. PENDAHULUAN

Kebersihan lingkungan merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga kesehatan masyarakat dan menciptakan lingkungan yang nyaman. Salah satu upaya menjaga kebersihan adalah dengan menyediakan tempat sampah yang mudah digunakan oleh masyarakat. Namun, sebagian besar tempat sampah yang digunakan saat ini masih bersifat konvensional sehingga pengguna harus membuka dan menutup tutup tempat sampah secara manual. Kontak langsung dengan tutup

tempat sampah berpotensi menjadi media penyebaran bakteri, virus, maupun kuman, terutama pada fasilitas umum yang digunakan oleh banyak orang [1].

Perkembangan teknologi di bidang elektronika dan sistem tertanam (embedded system) memungkinkan terciptanya berbagai perangkat otomatis yang mampu meningkatkan efisiensi serta kenyamanan pengguna. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah mikrokontroler Arduino Uno karena memiliki keunggulan dari segi

kemudahan pemrograman, biaya yang relatif murah, serta kompatibel dengan berbagai sensor dan aktuator [2]. Dengan memanfaatkan Arduino Uno, berbagai sistem otomatis dapat dikembangkan untuk mendukung konsep smart device dalam kehidupan sehari-hari.

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan salah satu sensor yang sering digunakan sebagai pendeteksi jarak karena memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, respon yang cepat, dan mudah diintegrasikan dengan Arduino Uno. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menghitung waktu pantulan gelombang untuk mengetahui jarak suatu objek [3]. Pada sistem tempat sampah otomatis, sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi keberadaan tangan pengguna. Ketika objek terdeteksi pada jarak tertentu, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal kepada motor servo sehingga tutup tempat sampah terbuka secara otomatis. Setelah objek tidak lagi terdeteksi, motor servo akan mengembalikan tutup ke posisi semula.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan tempat sampah otomatis menggunakan kombinasi Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan motor servo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis sehingga dapat meningkatkan kebersihan serta mengurangi kontak langsung antara pengguna dengan tempat sampah [4]. Meskipun demikian, pengembangan alat yang memiliki desain sederhana, biaya rendah, serta mudah diterapkan pada lingkungan rumah tangga maupun fasilitas umum masih menjadi kebutuhan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek dan motor servo sebagai penggerak tutup tempat sampah. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan higienitas, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam membuang sampah tanpa menyentuh tutup tempat sampah, serta menjadi salah satu solusi penerapan teknologi otomasi sederhana dalam mendukung kebersihan lingkungan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Prototype, yaitu metode pengembangan sistem yang dilakukan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan prototipe, implementasi, evaluasi, dan pengujian hingga sistem memenuhi kebutuhan pengguna [5]. Metode Prototype dipilih karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap sehingga kesalahan dapat diketahui lebih awal dan kebutuhan pengguna dapat disesuaikan selama proses pengembangan. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan sistem, perancangan sistem, pembuatan simulasi, implementasi, dan pengujian.

A. Identifikasi Kebutuhan Sistem

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menentukan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan prototipe tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno. Tahap ini mencakup identifikasi kebutuhan pengguna, kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan fungsional, kebutuhan nonfungsional, serta batasan sistem. Analisis kebutuhan diperlukan agar sistem yang dirancang mampu bekerja sesuai tujuan penelitian, yaitu membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis berdasarkan jarak objek yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04 [6]. Permasalahan yang menjadi dasar pengembangan sistem adalah masih banyaknya tempat sampah konvensional yang mengharuskan pengguna membuka tutup secara manual. Kondisi tersebut dapat menyebabkan tangan pengguna bersentuhan langsung dengan tutup tempat sampah yang berpotensi menjadi media penyebaran kotoran dan bakteri. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis yang dapat membuka tutup tempat sampah tanpa sentuhan langsung [7]. Pada penelitian ini, Arduino Uno digunakan sebagai pusat kendali untuk menerima data jarak dari sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor tersebut berfungsi mendeteksi keberadaan tangan atau sampah di depan tempat sampah. Ketika objek berada pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 cm, Arduino Uno memberikan perintah kepada servo motor

SG90 untuk membuka tutup tempat sampah hingga sudut 90° . Apabila objek berada pada jarak lebih dari 20 cm, servo motor akan kembali ke posisi awal 0° sehingga tutup tempat sampah menutup secara otomatis.

2. Alat dan Bahan

Perancangan sistem tempat sampah otomatis membutuhkan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang saling mendukung agar sistem dapat bekerja dengan baik. Daftar alat dan bahan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

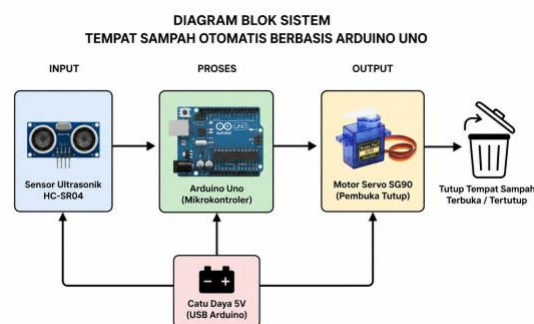
Tabel 1 Identifikasi Kebutuhan Sistem

No	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
1	Arduino Uno	1	Mikrokontroler sebagai pengendali utama sistem.
2	Sensor Ultrasonik HC-SR04	1	Mendeteksi keberadaan objek di depan tempat sampah.
3	Motor Servo SG90	1	Membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis
4	Kabel Jumper	Secukupnya	Menghubungkan komponen dengan Arduino Uno
5	Kabel USB	1	Menghubungkan Arduino Uno ke komputer dan sebagai sumber daya
6	Arduino IDE	1	Perangkat lunak untuk membuat dan mengunggah program

B. Perancangan Sistem

1. Diagram Blok Sistem

Sistem tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno dirancang menggunakan konsep Input – Proses – Output. Sistem bekerja dengan mendeteksi keberadaan objek menggunakan sensor ultrasonik, kemudian data diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan motor servo sebagai penggerak tutup tempat sampah. Seluruh komponen memperoleh catu daya sebesar 5 Volt dari USB Arduino [8].

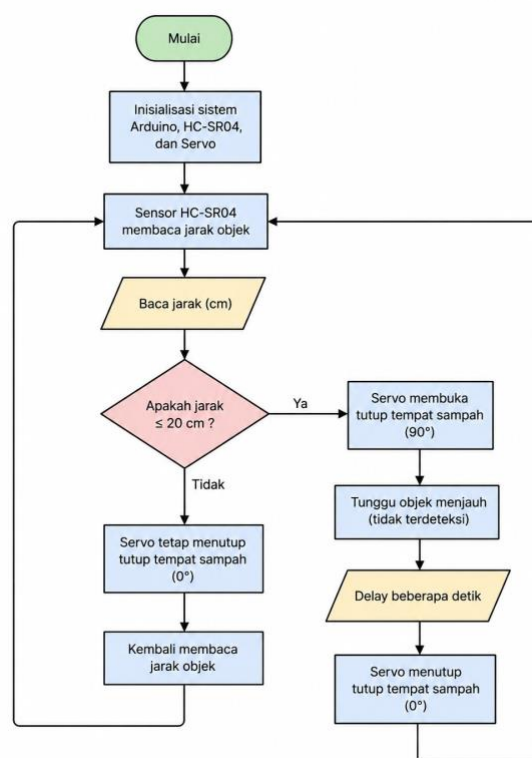


Gambar 1 Diagram Blok

2. Flowchart Sistem

Flowchart digunakan untuk menjelaskan urutan proses kerja sistem mulai dari proses inialisasi hingga sistem bekerja secara terus-menerus.

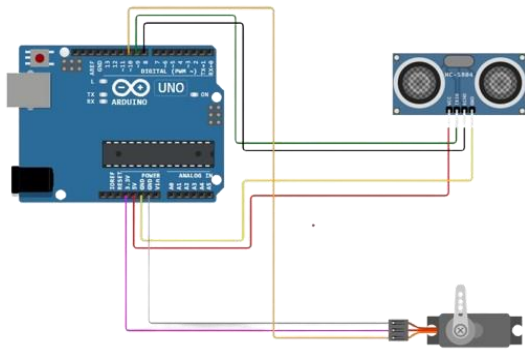
Pada tahap awal Arduino melakukan inialisasi sensor ultrasonik dan servo motor. Sensor kemudian membaca jarak objek secara terus-menerus. Apabila jarak objek kurang dari atau sama dengan 20 cm, Arduino menggerakkan servo sebesar 90° sehingga tutup tempat sampah terbuka. Sebaliknya, apabila objek berada lebih dari 20 cm maka servo kembali ke posisi awal sehingga tutup tempat sampah tertutup. Seluruh proses berlangsung secara berulang selama sistem memperoleh catu daya.



Gambar 2 Flowchart

3. Desain Perkabelan

Perancangan perkabelan dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen secara langsung ke papan Arduino Uno tanpa menggunakan breadboard. Konfigurasi pin yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.

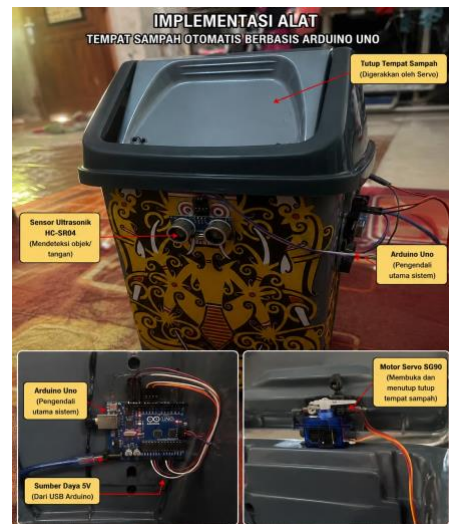


Gambar 3 Desain Perkabelan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen secara langsung ke Arduino Uno sesuai dengan desain perkabelan. Program dibuat menggunakan Arduino IDE dan diunggah ke papan Arduino Uno melalui kabel USB. Setelah program dijalankan, sensor HC-SR04 akan membaca jarak objek dan mengirimkan data ke Arduino Uno. Selanjutnya Arduino mengendalikan motor servo untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis.



Gambar 4 Implementasi tempat sampah berbasis Arduino uno

Tahap implementasi sistem merupakan proses merealisasikan hasil perancangan menjadi sebuah prototipe tempat sampah otomatis yang dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras yang terdiri atas Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, dan servo motor SG90 sesuai dengan desain perkabelan yang telah dirancang sebelumnya.

Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor ultrasonik HC-SR04 melalui pin TRIG pada pin digital 9 dan ECHO pada pin digital 8. Sensor ultrasonik memperoleh sumber tegangan sebesar 5 V dari Arduino Uno, sedangkan servo motor SG90 dihubungkan ke pin digital 10 sebagai pin sinyal dengan sumber tegangan 3,3 V sesuai rancangan sistem. Seluruh komponen dihubungkan secara langsung tanpa menggunakan breadboard sehingga rangkaian menjadi lebih sederhana dan mudah diterapkan.

Setelah seluruh komponen terpasang, program dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Program dirancang agar Arduino membaca jarak objek secara terus-menerus melalui sensor ultrasonik. Apabila objek terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 cm, Arduino mengirimkan sinyal PWM kepada servo motor sehingga tutup tempat sampah terbuka secara otomatis. Sebaliknya, apabila objek berada pada

jarak lebih dari 20 cm, servo kembali ke posisi awal sehingga tutup tempat sampah tertutup [9].

Sebelum dilakukan implementasi pada perangkat keras, sistem terlebih dahulu disimulasikan menggunakan Wokwi Simulator untuk memastikan bahwa logika program, koneksi rangkaian, dan komunikasi antar komponen telah berjalan dengan baik. Setelah simulasi menunjukkan hasil yang sesuai, rangkaian kemudian dirakit pada perangkat sebenarnya dan dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan.

B. Hasil Pengujian Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi objek serta mengendalikan gerakan servo motor sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Pengujian dilakukan setelah seluruh komponen berhasil dirakit dan program berhasil diunggah ke papan Arduino Uno. Seluruh pengujian dilakukan dalam kondisi catu daya normal dengan sensor ultrasonik HC-SR04 menghadap ke arah objek tanpa adanya penghalang lain di sekitar sensor.

Parameter yang diamati pada pengujian meliputi jarak objek terhadap sensor, hasil pembacaan sensor ultrasonik, respons servo motor, kondisi tutup tempat sampah, serta status keberhasilan sistem. Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi jarak, yaitu 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Batas jarak yang digunakan pada penelitian ini adalah 20 cm, sehingga sistem hanya akan membuka tutup tempat sampah apabila objek berada pada jarak kurang dari atau sama dengan nilai tersebut.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek sesuai jarak yang ditentukan dan motor servo dapat membuka serta menutup tutup tempat sampah secara otomatis. Dengan demikian, sistem telah bekerja sesuai dengan rancangan yang dibuat.

1.	5	Terdeteksi	Terbuka	Berhasil
2.	10	Terdeteksi	Terbuka	Berhasil
3.	15	Terdeteksi	Terbuka	Berhasil
4.	20	Terdeteksi	Terbuka	Berhasil
5.	25	Tidak terdeteksi	Tertutup	Tidak Berhasil
6.	30	Tidak Terdeteksi	Tertutup	Tidak Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi keberadaan objek secara konsisten pada jarak 5 cm hingga 20 cm. Ketika objek berada dalam rentang tersebut, sensor mengirimkan data jarak ke Arduino Uno. Selanjutnya Arduino memproses data tersebut dan menghasilkan sinyal PWM pada pin digital 10 sehingga servo motor SG90 berputar hingga sudut 90°. Pergerakan servo menyebabkan tutup tempat sampah terbuka secara otomatis tanpa memerlukan sentuhan dari pengguna.

Pada pengujian dengan jarak 25 cm dan 30 cm, sensor tidak lagi memenuhi batas deteksi yang telah diprogram, sehingga Arduino Uno tidak mengaktifkan servo untuk membuka tutup tempat sampah. Servo tetap berada pada posisi awal (0°) dan tutup tempat sampah berada dalam kondisi tertutup. Kondisi ini menunjukkan bahwa logika pengendalian yang diterapkan pada program telah bekerja sesuai dengan nilai ambang batas (threshold) yang ditentukan, yaitu 20 cm.

Selain mengamati keberhasilan deteksi objek, pengujian juga dilakukan terhadap waktu respons sistem. Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata waktu yang dibutuhkan sejak objek terdeteksi hingga servo mulai bergerak berada pada kisaran 0,32–0,37 detik. Waktu respons tersebut tergolong cepat sehingga pengguna tidak mengalami keterlambatan ketika akan membuang sampah. Perbedaan waktu respons yang relatif kecil dipengaruhi oleh proses pembacaan sensor ultrasonik dan eksekusi program pada mikrokontroler Arduino Uno.

Selama proses pengujian tidak ditemukan kegagalan komunikasi antara sensor ultrasonik, Arduino Uno, dan servo motor [10]. Sensor mampu memberikan hasil pengukuran jarak secara stabil, Arduino dapat memproses data secara real-time, dan servo motor memberikan respons sesuai dengan kondisi yang diprogram. Hal ini menunjukkan

Tabel 2 Hasil Pengujian Sistem

No	Jarak Objek (cm)	Pembacaan HC-SR04	Kondisi Tutup Tempat Sampah	Status
----	------------------	-------------------	-----------------------------	--------

bahwa integrasi perangkat keras dan perangkat lunak telah berjalan dengan baik.

Secara keseluruhan, seluruh skenario pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dengan rancangan sistem. Dari enam skenario pengujian yang dilakukan, seluruhnya berhasil dijalankan tanpa mengalami kesalahan, sehingga diperoleh tingkat keberhasilan sistem sebesar 100%. Hasil tersebut membuktikan bahwa prototipe tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik HC-SR04 mampu bekerja secara efektif dalam membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis berdasarkan jarak objek yang terdeteksi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan fungsional penelitian dan layak digunakan sebagai prototipe tempat sampah otomatis.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan servo motor SG90 berhasil direalisasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mendeteksi keberadaan objek menggunakan sensor ultrasonik dan mengendalikan pergerakan servo motor untuk membuka serta menutup tutup tempat sampah secara otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek secara optimal pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 cm. Ketika objek berada dalam rentang tersebut, Arduino Uno memproses data sensor dan mengaktifkan servo motor sehingga tutup tempat sampah terbuka hingga sudut sekitar 90°. Sebaliknya, ketika objek berada pada jarak lebih dari 20 cm, servo kembali ke posisi awal sehingga tutup tempat sampah menutup secara otomatis. Seluruh skenario pengujian yang dilakukan menunjukkan hasil yang sesuai dengan rancangan sistem dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

Penerapan Arduino Uno sebagai pengendali utama memberikan kemudahan dalam proses pemrograman dan integrasi dengan sensor maupun aktuator. Selain itu, penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 memberikan hasil pembacaan jarak yang

stabil, sedangkan servo motor SG90 mampu merespons perintah dengan baik sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis tanpa memerlukan kontak langsung dari pengguna.

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem tempat sampah otomatis yang dikembangkan dapat menjadi solusi sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan untuk meningkatkan kebersihan lingkungan serta mengurangi kontak langsung dengan tutup tempat sampah. Untuk penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor kapasitas sampah, modul Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh, serta sumber daya mandiri seperti panel surya agar sistem menjadi lebih cerdas, efisien, dan memiliki cakupan penggunaan yang lebih luas.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan penelitian. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada pihak Program Studi yang telah menyediakan fasilitas serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian.

Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan doa, motivasi, serta bantuan selama proses perancangan, implementasi, hingga penyusunan artikel ilmiah ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai referensi bagi pengembangan sistem otomatis berbasis mikrokontroler, khususnya dalam bidang otomasi dan Internet of Things (IoT).

REFERENSI

- [1] M. Marsharani, S. Rofiah, and E. Retnoningsih, "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino Uno," *Journal of Students' Research in Computer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 125–134, May 30, 2025.
- [2] R. Rinaldi, F. Haqqani, and D. H. Sitorus, "Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik dan Motor Servo," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, January 2025.
- [3] G. I. Setiawan, I. P. S. Adiputra, N. L. G. Ambaradewi, and I. G. P. Megayasa, "Rancang Bangun Pemilahan Sampah Otomatis Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Mikrokontroler (Arduino Uno)," *Jurnal Manajemen dan Teknologi Informasi*, vol. 16, no. 1, February 2025.
- [4] W. Malah and Rustamaji, "Perancangan Smart Dustbin Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *E-Proceeding Fakultas Teknologi Industri*, August 2024.

- [5] J. P. Perdana and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik," *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 2, no. 2, pp. 104–117, December 2023.
- [6] Marsharani, M., Rofiah, S., & Retnoningsih, E., "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino Uno," *Journal of Students' Research in Computer Science*, Vol. 6, No. 1, pp. 125–134, 30 Mei 2025.
- [7] Dwi, A. K., Nasution, M. I., & Nasution, N., "Design an Automatic Trash Can Using the HC-SR04 Ultrasonic Sensor Based on the Arduino Uno Microcontroller," *Indonesian Physics Communication*, Vol. 21, No. 1, 31 Maret 2024.
- [8] Dika, M. S., Suciya, S. W., Supriyanto, A., & Pauzi, G. A., "Smart Green Box Trash Design Based on HC-SR04 Sensor Arduino Uno Integrated," *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, Vol. 4, No. 3, pp. 89–98, 27 Februari 2024.
- [9] Putri, A. T., Ramadhan, N., Sulistia, & Anugraha, N., "Automatic Trash Box Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teliska*, 2024.
- [10] Malah, W., & Rustamaji, "Perancangan Smart Dustbin Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *E-Proceeding Fakultas Teknologi Industri*, 9 Desember 2024