

Pengujian Piranti Tempat Sampah Otomatis Berbasis Sistem Tertanam Menggunakan Mikrokontrol Arduino Uno

Fransiska Delsiana

Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Yos Sudarso

Christy Mahendra

Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Yos Sudarso

Putu Samuel Prihatmajaya

Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Yos Sudarso

Jl. SMP 5, Windusara, Karangklesem, Purwokerto Selatan, Banyumas, Jawa Tengah 53144

Korespondensi penulis : chrisma@stikomys.ac.id

Abstract. *Trash cans are very important in maintaining the cleanliness and health of the environment, especially in densely populated urban areas. Garbage bins are a necessity for today's society. Currently, technology is developing very rapidly in the development of industrial products, including automatic trash cans. This study aims to create an automatic trash bin based on Arduino Uno and an Ultrasonic Sensor device for object detection, LCD, LED, Speaker, and Servo Motors. The result of this research is an automation system in the form of an automatic trash can system using Arduino Uno. Testing of embedded system input and output devices worked well with tests of up to 40 times with a result of 90%. These results indicate that the embedded system input and output devices for automatic trash bins can function optimally, effectively and efficiently as industrial products.*

Keywords: *Automatic Trash Can, Arduino Uno R3, Ultrasonic Sensor, Servo Motor.*

Abstrak. Tempat sampah sangat penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk. Tempat sampah menjadi salah satu kebutuhan bagi masyarakat jaman sekarang. Saat ini, teknologi berkembang sangat pesat dalam pengembangan produk industri, termasuk tempat sampah otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno dan piranti Sensor Ultrasonik untuk deteksi objek, LCD, LED, Speaker, dan Motor Servo. Hasil penelitian ini adalah sistem otomatisasi berupa sistem tempat sampah secara otomatis menggunakan arduino uno. Pengujian piranti input dan output sistem tertanam berhasil dengan baik dengan pengujian hingga 40 kali dengan hasil 90%. Hasil ini menunjukkan bahwa piranti input dan output sistem tertanam untuk tempat sampah otomatis dapat berfungsi dengan optimal, efektif, dan efisien sebagai produk industri.

Kata kunci: Tempat sampah otomatis, Arduino Uno R3, Sensor Ultrasonik, Motor Servo

LATAR BELAKANG

Sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Indonesia diperkirakan menjadi penyumbang terbesar kedua dari 129 negara di dunia mengenai polusi sampah. Indonesia tepatnya di Jawa Tengah merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi dibandingkan Kabupaten lain. Kepadatan penduduk Jawa Tengah pada tahun 2019 adalah 13.290,43 jiwa/km² dengan laju pertumbuhan penduduk

selama 2010-2019 adalah 1.18%. Berdasarkan data Buku Statistik Lingkungan Hidup di Propinsi Jawa Tengah, disebutkan bahwa volume sampah per hari di Jawa Tengah pada tahun 2018 adalah 254 ton, sedangkan sampah yang tertanggulangi adalah 75.82% (Sanjaya, Daulay, Trianto, & Andri, 2022).

Masalah sampah pada setiap kota secara umum antara lain adanya peningkatan volume timbunan sampah, sistem manajemen pengolahan sampah, serta kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan persampahan. Kabupaten Kebumen terdiri dari 26 Kecamatan dengan luas wilayah sebesar 128.111,50 hektar merupakan daerah pantai, perbukitan dan sebagian besar daerah dataran. Hingga saat ini pengelolaan sampah di Kabupaten Kebumen yang telah berjalan masih bersifat konvensional (kumpul, angkut, buang), tidak terdapat pengelolaan sebelum sampah dibuang ke TPA Kaligending. Belum adanya penanganan secara optimal untuk pengelolaan sampah secara teknik operasional, belum terbentuknya struktur organisasi pemerintah dalam bidang persampahan, masih rendahnya kesadaran tentang kebersihan dan kesehatan, dan masih rendahnya kesadaran masyarakat untuk mengelola sampah dengan baik (Fikri, Hartama, Kirana, Gunawan, & Nasution, 2022).

Masyarakat sekarang ini sering membuang sampah di sembarang tempat dikarenakan berbagai faktor seperti kurang banyaknya fasilitas tempat sampah yang tersedia sehingga membuat orang lebih memilih membuang sampah sembarangan daripada harus mencari tempat sampah yang kemungkinan jaraknya agak jauh, fasilitas tempat sampah yang penuh juga membuat orang lebih memilih membuang sampah sembarangan daripada harus memasukkan sampah ke tempat sampah yang sudah penuh dan daerah di sekitar tersebut (Purwaningsih, Pebralia, & Rustan, 2022).

Perkembangan teknologi dan modernisasi peralatan elektronik telah menyebabkan terjadinya perubahan yang mendasar dalam menjaga kebersihan lingkungan, dimana manusia membutuhkan tempat sampah otomatis, praktis dan fleksibel dalam penampungan.

Penelitian ini merancang tempat sampah otomatis dalam membuka dan menutup tutup tempat sampah serta tanda bahwa tempat sampah sudah penuh. Rangkaian tempat sampah otomatis berfungsi untuk mengendalikan tutupan tempat sampah pada saat ada orang yang membuang sampah. Tempat sampah ini memiliki dua sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai input dan empat komponen output yaitu motor servo, speaker LED dan LCD berbasis Sistem Tertanam (*Embedded System*).

KAJIAN TEORITIS

Penelitian ini merupakan perancangan tempat sampah otomatis berbasis *Embedded System*. Fungsi dari *Embedded System* mampu memonitoring secara *real time* dari jarak jauh. *Embedded System* merupakan system computer tujuan khusus yang ditanam menjadi satu dalam suatu perangkat (Purnamawati, Akil, & Nuridayanti, 2021). *Embedded Sytem* dapat dimanfaatkan sebagai monitoring dan control jarak jauh secara otomatis (Nurahmadi & Ashari, 2011) Dalam perancangannya, penelitian ini membutuhkan mikrokontrol sebagai pendukung *Embedded System*, yaitu Mikrokontrol Arduino Uno yang terhubung *software* dan *hardware* (Somantri, 2016)

Pada penelitian sebelumnya, penelitian perancangan tempat sampah otomatis menggunakan Sensor Ultrasonik sebagai input deteksi obyek (Anwar Ismail, Abdullah, & Abdussamad, 2021). Sensor Ultrasonik dapat mendeteksi objek sejauh 30 Cm yang berdampak pada tutup tempat sampah dapat terbuka secara otomatis. Penelitian ini menggunakan Arduino Nano sebagai Mikrokontrol dalam proses *input output* perintah system. Perancangan tempat sampah lainnya menggunakan system robotic dalam pengolahan sampah (Rosiana & Perdana, 2022) System pengolahan sampah ini menggunakan Sensor Ultrasonik dan ISP1820 yang berfungsi untuk merekam dan memainkan audio. Tujuan audio adalah untuk tanda pengingat bahwa tempat sampah telah penuh.

Dalam perancangan deteksi objek sampah, penelitian lain menggunakan Sensor *Passive Infra Red* (PIR) (Irvan Darmansyah, Sumardiono, Alimudin, & Rahayu, 2021). Sistem sensor PIR (*Passive Infra Red*) ini berfungsi untuk mendeteksi kedatangan orang yang hendak membuang sampah, sensor akan mendeteksi orang yang berjalan masuk pada jangkauan sensor. Sensor mengirim sinyal ke mikrokontroler untuk diolah yang hasilnya tempat sampah membuka dan menutup secara otomatis.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian model Prototype. Prototyping merupakan proses yang digunakan untuk membantu pengembangan perangkat lunak dalam membentuk model perangkat lunak (Fridayanthie, Haryanto, & Tsabitah, 2021). Tujuan utama dari penyiapan rancangan adalah sebagai alat bantu dalam memberi gambaran sistem seperti materi dan menu yang perlu dimasukkan dalam prototype yang akan dikembangkan (Uci, Khana, & Fajriyah, 2021).

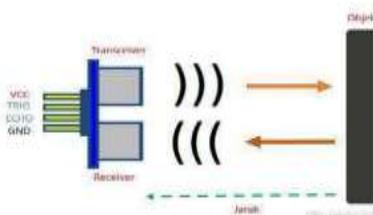
Perancangan Alat

Perancangan alat tempat sampah otomatis yaitu rancangan elektronik. Rancangan elektronik merupakan rancangan rangkaian sistem mikrokontroler dengan perangkat elektronik lainnya seperti Sensor Ultrasonik HCSR04, Arduino Uno R3, LCD, Motor Servo, Speaker, LED dan lain sebagainya.



Gambar 1. Perancangan alat

Gambar 1 menunjukkan semua komponen dihubungkan sehingga bisa terbentuk sebuah rancangan sistem yang sudah jadi. Rancangan alat tempat sampah otomatis ini menjelaskan bahwa ketika ada orang yang membuang sampah maka tutupan tempat sampah akan terbuka secara otomatis, dan ketika sampah penuh maka speaker akan memberi tanda dan lampu LED pun akan menyala serta notifikasi di LCD akan muncul.



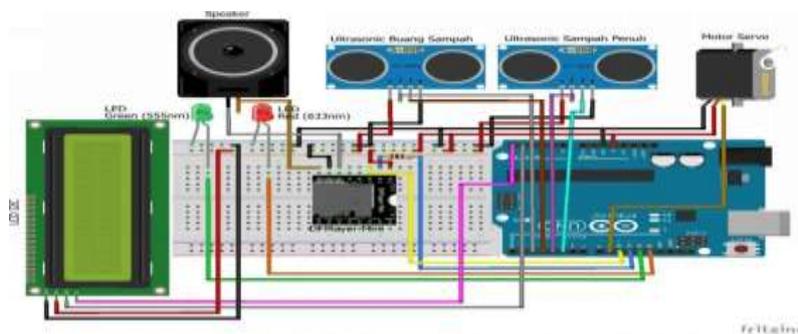
Gambar 2. Prinsip pemantulan Ultrasonik

Gambar 2 menunjukkan Frekuensi kerja sensor ultrasonik HC-SR04 berada di daerah atas gelombang suara dari 40KHz – 400KHz. Prinsip kerja Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah transmitter memancarkan seberkas sinyal ultrasonik yang berbentuk pulsa, kemudian jika didepan HC-SR04 terdapat objek padat maka receiver akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut. Receiver akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali

jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan dengan persamaan. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek didepan sensor dapat diketahui. Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Sensor HC-SR04 bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm, dan memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda (Endriatno, 2022.)

Skema Rangkaian

Pada gambar 3, skema menjelaskan prototype dari tempat sampah otomatis yang menggunakan dua sensor ultrasonik. Kedua sensor ini akan diletakkan di luar kotak sampah dan di dalam kotak sampah. Sensor HC-SR04 pertama diletakkan di luar kotak sampah untuk mendeteksi gerakan orang yang membuat tutup tempat sampah terbuka dengan jarak sekitar 20 cm, sedangkan sensor HC-SR04 yang kedua diletakkan di dalam kotak sampah untuk mendeteksi kapasitas sampah. Arduino Uno R3 sebagai mikrokontrolnya yang akan mengolah sinyal trigger tersebut untuk menggerakkan servo. Fungsi utama dari servo yaitu membuka dan menutup tempat sampah berdasarkan adanya trigger sinyal sensor ultrasonik dan waktu. Pada saat kondisi tempat sampah terbuka dan tidak ada benda yang menghalangi sensor, maka akan di delay selama 6 detik untuk proses penutupan tempat sampah. Dan ketika tempat sampah penuh, maka speaker akan bunyi sebagai tanda bahwa tempat sampah sudah penuh dan lampu LED yang berwarna merah akan menyala dan secara otomatis akan muncul notifikasi di layar LCD 16×2 sampah penuh.

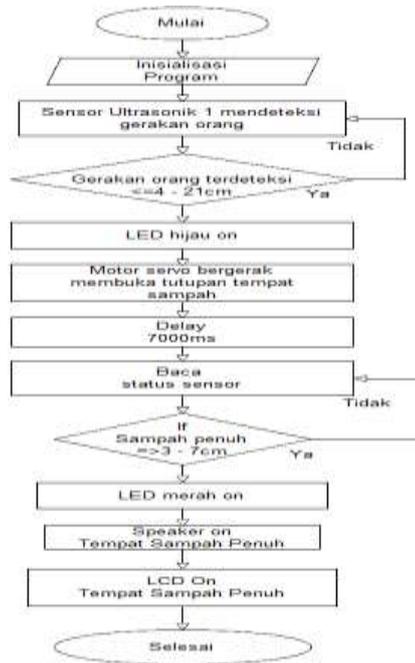


Gambar 3. Skema rangkaian tempat sampah otomatis

Gambar 3 menjelaskan tahapan komponen pin skema rangkaian tempat sampah otomatis. Ada pun penjelasan skema sebagai berikut:

- a. Pin (TRIG) ultrasonik ke Pin D2, Pin (ECHO) ke pin D3, Pin (VCC) ke Pin (5V) dan Pin GND ke Pin GND arduino uno. Pin arduino terhubung pada pin sensor ultrasonik jarak ketika ada yang membuang sampah.
- b. Pin (TRIG) ke Pin D4, Pin (ECHO) ke Pin D5, Pin (VCC) ke Pin 5V dan Pin GND ke Pin GND arduino. Pin arduino terhubung dengan pin ultrasonik untuk jarak sampah penuh.
- c. Pin (RX) ke Pin D11, Pin TX ke Pin D10, Pin (VCC) ke Pin 5V dan Pin (GND) ke Pin GND arduino. Pin arduino yang terhubung ke DFPlayer Mini.
- d. Pin (Out) ke Pin D9, Pin (VCC) ke Pin 5V dan Pin (GND) ke Pin GND arduino). Pin arduino terhubung dengan pin motor servo sebagai pembuka dan penutup tutupan tempat sampah.
- e. Pin (SCL) ke Pin A5, Pin (SDA) ke Pin A4, Pin (VCC) ke Pin 5V dan Pin (GND) ke Pin GND arduino. Pin arduino yang terhubung ke pin LCD sebagai penampil notifikasi sampah penuh.
- f. Pin (+) ke Pin D13 dan Pin (-) ke Pin GND arduino. Pin arduino ini terhubung dengan pin *LED* merah sebagai output ketika tempat sampah penuh.
- g. Pin (+) ke Pin D12 dan Pin (-) ke Pin GND arduino. Pin arduino ini terhubung dengan pin *LED* hijau sebagai ketika ada yang membuang sampah.
- h. Pin (+) ke SPK2 dan Pin (-) ke SPK1. Pin arduino ini terhubung ke speaker sebagai output yang mengeluarkan suara ketika tempat sampah penuh.

Skema rangkaian tersebut didukung dengan alur system skema. Pada gambar 4, flowchart menjelaskan alur system kerja tempat sampah otomatis. Sensor Ultrasonik 1 mendeteksi objek Gerakan orang ke arah tempat sampah dengan jarak 4 – 21 Cm. Jika sensor mendeteksi gerak objek, maka output system berupa LED hijau akan bernyala. Perintah selanjutnya setelah sensor mendeteksi gerak objek adalah motorservo menggerakkan tutup tempat sampah.



Gambar 4. Flowchart system tertanam tempat sampah otomatis

Sampah yang akan ditampung di tempat sampah pintar dapat dimasukkan ke dalam. Setelah itu motor servo bergerak kembali ke arah dalam sehingga tempat sampah pintar tertutup kembali. Dan pada saat tempat sampah penuh, maka speaker akan bunyi dan lampu *LED* merah akan menyala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara kerja dari sistem ini secara keseluruhan diambil dari percobaan untuk membuang sampah dan percobaan mendeteksi ketinggian sampah. Pengujian sistem kerja alat ini dilihat dari fungsi yang dapat dikerjakan oleh masing-masing komponen yaitu input, proses dan output yang telah diprogram sesuai dengan rancangan alat yang dibuat.



Gambar 5 a, b. Tampilan skema system tertanam di tempat sampah dari sisi depan dan samping (a), sisi atas (b)

Gambar 5(b) menunjukkan Sensor ultrasonik sebagai pendeteksi sampah penuh dengan jarak < 7 Cm dan motor servo sebagai penggerak buka tutup tempat sampah diletakkan pada bagian dalam kotak sampah. Papan Breadboard, dan Arduino Uno R3 sebagai pengontrol program diletakkan dibagian belakang kotak sampah.

Pengujian Piranti Tempat Sampah Otomatis

Dalam pengujian sistem tempat sampah otomatis peneliti melakukan uji coba sebanyak 20 kali dengan setiap percobaan terdapat jarak berbeda. Pengujian sistem dilakukan dengan cara melihat kinerja setiap alat yang digunakan dan perihal yang diuji dengan beberapa jarak yang berbeda. Pertama, penguji akan menguji sensor ultrasonik jarak diletakkan di luar kotak sampah, ketika sensor jarak membaca objek 4-21cm maka lampu LED warna hijau akan menyala dan motor servo akan berputar untuk membuka tutupan tempat sampah. Sistem tempat sampah otomatis ini dinyatakan berkerja sesuai dengan perintah yang telah ditetapkan atau dinyatakan berhasil jika tidak mengalami kegagalan kurang lebih sebanyak 4 kali dari total 40 kali percobaan.

Table 1. Pengujian Piranti Tempat Sampah Otomatis

No	Percobaan Ke	Sensor dan Alat					Keterangan
		Jarak cm	Sensor Ultrasonik Jarak Orang	LED Hijau	Motor Servo	Speaker	
1	Percobaan Ke 1	4cm	v	v	v	v	Berhasil
		4cm	v	v	v	v	Berhasil
2	Percobaan Ke 2	5cm	v	v	v	v	Berhasil
		5cm	v	v	v	v	Berhasil
3	Percobaan Ke 3	6cm	v	v	v	v	Berhasil
		6cm	v	v	v	v	Berhasil
4	Percobaan Ke 4	7cm	v	v	v	v	Berhasil
		7cm	v	v	v	v	Berhasil
5	Percobaan Ke 5	8cm	v	v	v	v	Berhasil
		8cm	v	v	v	v	Berhasil
6	Percobaan Ke 6	9cm	v	v	v	v	Berhasil
		9cm	v	v	v	v	Berhasil
7	Percobaan Ke 7	10cm	v	v	v	v	Berhasil
		10cm	v	v	v	v	Berhasil
8	Percobaan Ke 8	11cm	v	v	v	v	Berhasil
		11cm	v	v	v	v	Berhasil
9	Percobaan Ke 9	12cm	v	v	v	v	Berhasil
		12cm	v	v	v	v	Berhasil

10	Percobaan Ke 10	13cm	v	v	v	v	Berhasil
	Percobaan Ke 10	13cm	v	v	v	v	Berhasil
11	Percobaan Ke 11	14cm	v	v	v	v	Berhasil
		14cm	v	v	v	v	Berhasil
12	Percobaan Ke 12	15cm	v	v	v	v	Berhasil
		15cm	v	v	v	v	Berhasil
13	Percobaan Ke 13	16cm	v	v	v	v	Berhasil
		16cm	v	v	v	v	Berhasil
14	Percobaan Ke 14	17cm	v	v	v	v	Berhasil
		17cm	v	v	v	v	Berhasil
15	Percobaan Ke 15	18cm	v	v	v	v	Berhasil
		18cm	v	v	v	v	Berhasil
16	Percobaan Ke 16	19cm	v	v	v	v	Berhasil
		19cm	v	v	v	v	Berhasil
17	Percobaan Ke 17	20cm	v	v	v	v	Berhasil
		20cm	v	v	v	v	Berhasil
18	Percobaan Ke 18	21cm	v	v	v	v	Berhasil
		21cm	v	v	v	v	Berhasil
19	Percobaan Ke 19	22cm	x	x	x	x	Gagal
		23cm	x	x	x	x	Gagal
20	Percobaan Ke 11	24cm	x	x	x	x	Gagal
		25cm	x	x	x	x	Gagal
TOTAL							40
Rata-rata eror (%)							10%

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan alat-alat yang diuji dan dengan beberapa jarak yang berbeda dapat disimpulkan bahwa sistem tempat sampah otomatis dapat berkerja dengan baik karena hanya mengalami kegagalan sebanyak 4 kali dari total 40 kali pengujian dengan tingkat persentase keberhasilan sebesar 90%. Dari 4 kegagalan tersebut terjadi karena sensor ultrasonik jarak tidak bisa membaca jarak orang lebih dari 21cm. Hal tersebut terjadi karena sensor ultrasonik jarak hanya mampu mendeteksi jarak dari 4 sampai 21cm.

Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian Sensor Ultrasonik dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sensor ultrasonik dalam mendeteksi jarak gerakan orang ketika berada di depan sensor serta mendeteksi kapasitas sampah ketika tempat sampah sudah penuh. Jarak hasil pengukuran oleh

sensor kemudian akan dibandingkan dengan jarak sebenarnya untuk mengetahui selisih pengukuran. Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan penggaris dan meletakkan objek di depan sensor pada jarak tertentu.

Perbandingan antara sensor ultrasonik dengan penggaris dapat dihitung dengan mencari error dan %error (Endriatno, 2022).

$$\text{Error} : [\text{jarak sebenarnya} - \text{jarak terukur}] \quad (1)$$

$$\text{Error\%} : \frac{(\text{jarak sebenarnya} - \text{jarak ukur})}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil dari pengujian sensor ultrasonik jarak ketika membuang sampah dan pengukuran yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 2 yaitu nilai yang terukur oleh penggaris tidak selalu sama dengan nilai yang diukur oleh sensor ultrasonik. Sensor dapat mendeteksi jarak orang secara akurat ketika sudah mendekati tempat sampah. Walaupun masih terdapat error dan kesalahan ketika mengukur objek yang jaraknya cukup jauh dengan sensor ultrasonik. Hal ini dapat dilihat dari akurasi pembacaan sensor ultrasonik sebesar 95,55%.

Table 2. Pengujian Sensor Ultrasonik dengan objek

No	Jarak Menggunakan Penggaris (cm)	Pengukuran dengan Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
1	2	3	1	0,1
2	4	4	0	0
3	5	5	0	0
4	8	8	0	0
5	15	15	0	0
6	20	21	1	0,1
7	18	18	0	0
8	10	10	0	0
9	11	12	1	0,1
10	19	19	0	0
Rata-rata error				0,1

Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan gelombang dan ketika gelombang tersebut mengenai objek maka sensor akan menangkap pantulan gelombang tersebut. Gelombang ultrasonik diilustrasikan dengan garis lengkung sedangkan objek penghalang diilustrasikan dengan tangan ketika mendekati sensor dan penggaris berfungsi sebagai alat pengukur jarak yang sudah ditentukan.

Table 3. Pengujian Sensor Ultrasonik jarak sampah

No	Kapasitas Sampah (cm)	Pengukuran dengan Sensor (cm)	Keterangan
1	3cm	3cm	Sesuai
2	4cm	4cm	Sesuai
3	5cm	5cm	Sesuai
4	6cm	6cm	Sesuai
5	7cm	7cm	Sesuai
8	8cm	8cm	Gagal
9	9cm	9cm	Gagal
10	10cm	10cm	Gagal

Hasil dari pengujian sensor ultrasonik jarak kapasitas sampah Tabel 3 yaitu nilai data yang telah diambil bahwa ultrasonik mampu mengukur jarak sampah dengan ketelitian yang baik. Dari sepuluh kali percobaan membuang sampah, sensor ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian sampah sesuai yang sudah di program.

Pengujian Motor Servo

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja motor servo dan ketepatan gerakannya yang dipasang pada alat tempat sampah otomatis dan pengujian ini dilakukan pada motor servo yang sudah terpasang pada alat.

Table 4. Pengujian Motor Servo

No	Jarak cm	Delay	Respon
1	4	1,36	On
2	6	2,54	On
3	10	1,73	On
4	15	1,42	On
5	20	2,25	On
6	21	1,23	On
7	22	0,0	Off
8	23	0,0	Off

$$\text{Error} = \frac{\text{Jarak Terukur}}{\text{Rata-rata error}} \times 100\% \quad (3)$$

Dari uji coba yang dilakukan, pergerakan motor servo sesuai dengan input jarak yang diberikan dari sensor jarak. Motor servo tidak dapat merespon ketika jarak sudah melampaui dari batas yang sudah ditentukan. Dan dari pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa motor servo memiliki akurasi yang tepat ketika membuka dan menutup tutupan tempat sampah otomatis dengan rata-rata keberhasilan 93,66%.

Analisa Hasil dan Evaluasi

Setelah dilakukan pengujian sistem tempat sampah otomatis dengan beberapa jarak yang berbeda dan dicoba berulang kali sehingga alat benar-benar teruji maka diperoleh data dari hasil pengujian sebagai berikut :

- a. Rancang bangun sistem tempat sampah otomatis berhasil dibuat. Pengujian alat dilakukan sebanyak 40 kali percobaan dengan jarak 4-21cm dimana mendapatkan tingkat keberhasilan sebesar 90% dan mengalami kegagalan sebanyak 4 kali.
- b. Kegagalan pada pengujian terjadi pada jarak yang berbeda antara 22,23,24 dan 25cm, dikarenakan berada di luar jangkauan sensor sehingga tidak dapat mendeteksi.
- c. Kedua sensor ultrasonik bekerja dengan baik dan dapat mendeteksi jarak yang telah diprogram.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Rancang bangun tempat sampah otomatis berbasis Arduino Uno telah berhasil dibuat dalam bentuk prototype alat yang terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, LED, LCD, dan speaker, DFPlayer.
- b. Pengujian sistem tempat sampah otomatis dilakukan sebanyak 40 kali percobaan dengan jarak 4-21cm dimana mendapatkan tingkat keberhasilan sebesar 90% dan mengalami kegagalan sebanyak 4 kali.
- c. Sensor ultrasonik satu dapat mendeteksi keberadaan orang ketika berada di depan sensor dengan jarak 4-21cm.
- d. Sensor ultrasonik dua pendeteksi level sampah dapat bekerja dengan baik ketika tempat sampah penuh 3-7cm.
- e. Sistem tempat sampah otomatis ini dapat bekerja dengan cara mendeteksi keberadaan seseorang yang akan membuang sampah pada jarak kurang 4-21cm dengan sensor ultrasonik. Dan mendeteksi level sampah ketika tempat sampah sudah penuh antara 3-7 cm.
- f. Secara keseluruhan sistem kerja dari tempat sampah otomatis berbasis arduino uno R3 dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.
- g. Sistem tempat sampah otomatis masih relevan saat ini khususnya untuk sekolah, karena dengan adanya tempat sampah otomatis, bisa menumbuhkan semangat siswa-siswa untuk membuang sampah pada tempatnya

Saran

Hasil penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan beberapa saran. Berikut beberapa saran untuk pengembangan alat ke depannya, di antaranya :

- a. Alat ini belum memiliki sistem monitoring dan kendali lewat jaringan internet sehingga perlu penambahan sistem internet of things.
- b. Sistem tempat sampah otomatis ini belum menggunakan baterai sebagai solusi ketika listrik padam.
- c. Speaker bisa menggunakan watt yang lebih besar sehingga suaranya lebih terdengar.

DAFTAR REFERENSI

- Pratiwi, U., & Wijaya Khana. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Administrasi Pembayaran Karate Berbasis Website Studi Kasus Lemkari Prabumulih. *Jurnal Pengembangan Sistem Informasi Dan Informatika*.
- Akil, M. (n.d.). *Perancangan Embedded System Pada Pembacaan dan Pengendalian Multi Sensor Berbasis Internet Of Things (IoT)*.
- Anwar Ismail, M., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). Nomor 1 Januari. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3, 7.
- Endriatno, N. (n.d.). *Perancangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Retrieved from <http://ojs.uho.ac.id/index.php/jfe/Penerbit:JurusanTeknikElektroUniversitasHaluOleoKendariSulawesiTenggara>,
- Fikri, M. A., Hartama, D., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Nasution, Z. M. (2022). Kotak Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno pada Kantor Seketariat DPRD Kota Pematangsiantar. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 2(2), 67–76. <https://doi.org/10.54082/jiki.24>
- Fridayanthie, E. W., Haryanto, H., & Tsabitah, T. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 23(2). <https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- Irvan Darmansyah, A., Sumardiono, A., Alimudin, E., & Rahayu, M. (2021). Tempat sampah otomatis berbasis Internet of Things dengan penyulungan hybrid PV-grid. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 1(2), 189–200. <https://doi.org/10.35313/jitel.v1.i2.2021.189-200>
- Nurahmadi, F., & Ashari, A. (2011). Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Jarak Jauh Memanfaatkan Embedded system Mikroprosesor W5100 dan ATmega8535. *IJEIS*, 1(2), 55–66.
- Purwaningsih, S., Pebralia, J., & Rustan, R. (2022). PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK LIMBAH MASKER. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.1.1-6>
- Rosiana, E., & Perdana, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Robot Pemilah Sampah Anorganik dengan Inductive Proximity dan LDR Sebagai Sensor. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(2). <https://doi.org/10.47065/bits.v4i2.2017>
- Sanjaya, H., Daulay, N. K., Trianto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(2), 451. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i2.4058>
- Somantri, Y. (2016). Pengembangan Microcontroller Embedded System untuk Training Kits. In *Komputer dan Informatika* (Vol. 14). Retrieved from <http://ejournal.upi.edu/index.php/electrans>