

Perancangan Smart Dustbin menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04

WINDI MALAHA^{1*}, RUSTAMAJI¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email : windymalaha1@gmail.com

Received 08 02 2023 | Revised 15 02 2023 | Accepted 15 02 2023

ABSTRAK

Maraknya kasus membuang sampah sembarangan dapat diatasi dengan membiasakan diri mengetahui jenis sampah dan membuang sampah pada tempatnya sesuai dengan jenis sampah yang ditentukan. Smart dustbin memiliki hardware dan software, hal pertama yaitu menentukan spesifikasi sistem pada smart dustbin berbasis Arduino UNO dengan menggunakan sensor HC-SR04 dan servo motor. Sensor HC-SR04 digunakan untuk menghitung jarak ke objek yang berfungsi mengirimkan sinyal sehingga smart dustbin bekerja secara terbuka dan tertutup di mana sensor ultrasonik diletakkan di bagian atas tempat sampah yang akan mengukur jarak ke objek (manusia), sedangkan motor servo digunakan sebagai penggerak terbuka dan tertutup tempat sampah. Perancangan modul dilakukan dalam dua tahap yaitu pertama perancangan perangkat lunak dimulai dari gambaran kerja sistem Arduino UNO, pembuatan flowchart, kemudian pembuatan program di komputer menggunakan C++, kedua perancangan perangkat keras dilakukan pada smart dustbin sederhana menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

Kata kunci: Arduino UNO, Motor Servo, Sensor HC-SR04, Smart Dustbin

ABSTRACT

The rise of cases of littering can be overcome by getting used to knowing the type of waste and disposing of waste in its place according to the specified type of waste. Smart dustbin has hardware and software, the first thing is to determine system specifications on an Arduino UNO-based smart dustbin using the HC-SR04 sensor and servo motor. The HC-SR04 sensor is used to calculate the distance to the object which functions to send signals so that the smart dustbin works openly and closed where the ultrasonic sensor is placed at the top of the trash can which will measure the distance to the object (human), while the servo motor is used as an open and covered trash. The design of the module was carried out in two stages, namely the first design of the software starting from a working description of the Arduino UNO system, making a flowchart, then making a program on a computer using C++, second, the design of the hardware was carried out on a simple smart dustbin using the HC-SR04 ultrasonic sensor.

Keywords: Arduino UNO, Motor Servo, HC-SR04 Sensor, Smart Dustbin

1. PENDAHULUAN

Sampah adalah masalah terbesar masyarakat, karena kurangnya kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya (**Sukarjadi, Setiawan, Arifiyanto, & Hatta, 2017**). Tempat sampah merupakan tempat sampah sementara, yang biasanya terbuat dari plastik atau logam. Selama ini banyak orang membuang sampah tidak pada tempatnya, karena hampir kebanyakan orang merasa malas ketika ingin membuang sampah pada tempatnya. Dalam meningkatkan kesadaran akan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan, kadang memerlukan cara yang unik agar tiap-tiap individu tertarik, sehingga tak segan untuk membuang sampah pada tempatnya. Dengan smart dustbin hal ini tidak akan menyebabkan tangan akan tersentuh oleh tempat sampah di mana tempat sampah sangat rawan terkena bakteri (**Wuryanto, Hidayatun, Rosmiati, & Maysaroh, 2019**).

Penulis membuat smart dustbin dengan menggunakan Arduino UNO. Arduino UNO adalah mikrokontroler berfitur lengkap yang memiliki prosesor dan memori. Dengan menggunakan Arduino UNO serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk menghitung jarak objek yang mengirimkan sinyal ke Arduino UNO dan akan dilanjutkan ke motor servo yang bekerja sebagai penggerak terbuka dan penggerak tutup tempat sampah.

Adapun tujuan penulis yaitu untuk menjelaskan prinsip kerja smart dustbin dan ingin mengetahui dan membritahu batas jarak objek yang dapat terdeteksi oleh sensor HC-SR04 pada smart dustbin yang telah dibuat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

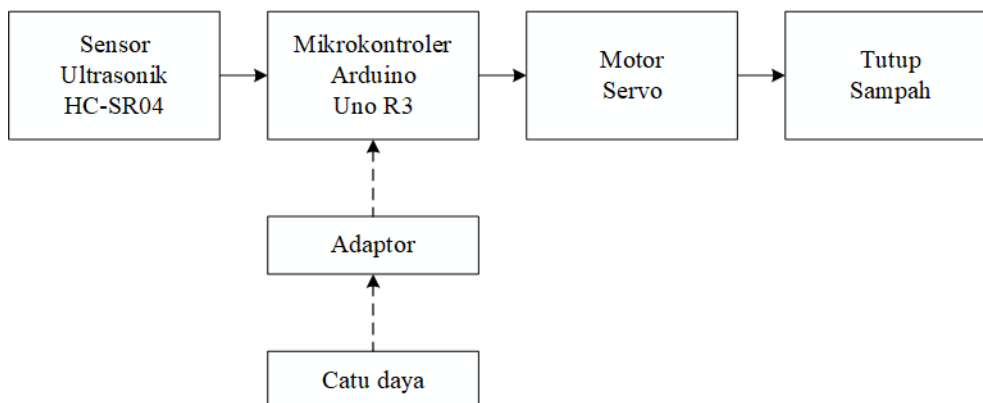
2.1. Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem terbagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Sebelum ke perancangan, harus ditentukan terlebih dahulu spesifikasi sistem pada alat ini. Adapun spesifikasi sistem yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem yang ingin dicapai

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Mikrokontroler	Arduino UNO R3
2	Jenis Sensor	Ultrasonik HC-SR04
3	Catu Daya	Adaptor 5 V / 2 A
4	Objek Pengukuran	Jarak antara sensor dan objek
5	Indikator	Arah putaran motor
6	Informasi Jarak	Sentimeter (cm)

Smart dustbin menggunakan beberapa komponen yaitu sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino UNO R3, dan motor servo. Smart dustbin akan aktif jika alat dihubungkan ke sumber tegangan sebesar 5V DC, kemudian input yang berupa sensor ultrasonik akan aktif dan akan melakukan perhitungan jarak pada objek (manusia) dan akan mengirim sinyal ke motor servo lalu alat smart dustbin bekerja dengan cara tutup pada smart dustbin akan terbuka seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Prototipe Alat

2.2. Perancangan Perangkat Keras

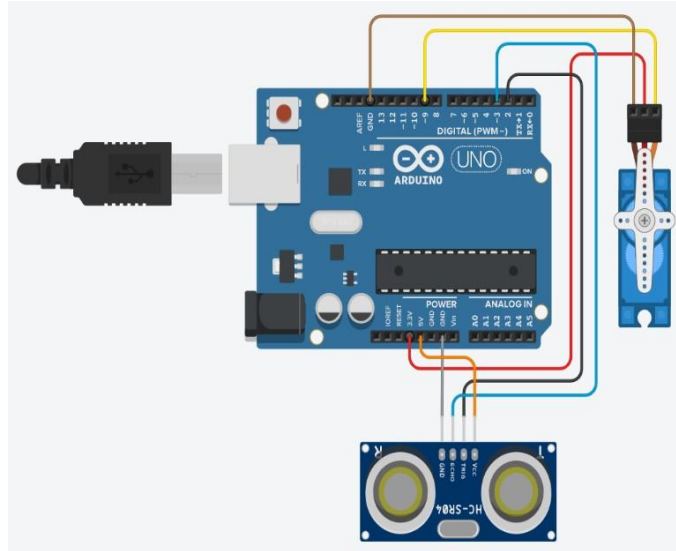
Perangkat keras yang digunakan pada sistem yang dirancang terdiri dari mikrokontroler Arduino UNO R3, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan perangkat komputer. Sensor ultrasonik HC-SR04 dan motor servo dihubungkan dengan Arduino UNO menggunakan kabel jumper dengan konfigurasi seperti Tabel 2.

Tabel 2. Koneksi pin Mikrokontroler Arduino UNO dengan Sensor Ultrasonik HC-SR dan Motor Servo

Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04	Pin Arduino UNO
Vcc	5 V
Trig	Pin digital 2
Echo	Pin digital 3
GND	GND
Motor Servo	Pin Arduino UNO
SIG	Pin digital 9
V+	3,3 V
GND	GND

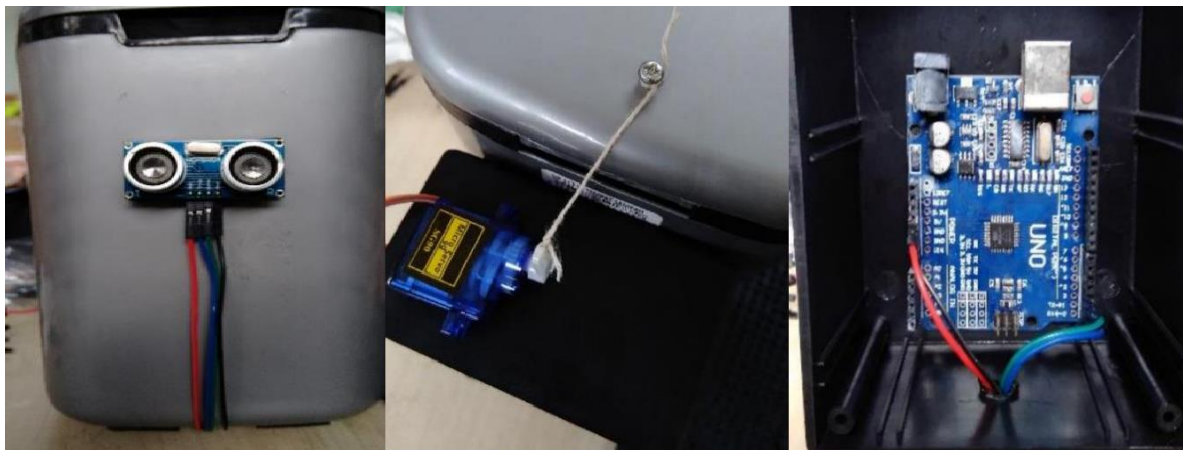
Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 setelah dirangkai akan dilakukan pengecekan jalur kabel pada tiap-tiap komponen untuk memastikan rangkaian terhubung dengan baik. Setelah itu kode program akan di upload dan alat pengukur jarak dengan sensor ultrasonik HC-SR04 pada mikrokontroler Arduino UNO sudah bisa digunakan dengan mengarahkan sensor pada benda yang akan diukur jaraknya, lalu motor servo akan berputar dan tutup pada smart dustbin akan terbuka.

Konfigurasi pengkabelan juga dapat dilihat pada Gambar 2 Arduino UNO dihubungkan dengan perangkat komputer menggunakan kabel USB untuk mengirimkan data pembacaan sensor sehingga dapat ditampilkan di serial monitor pada perangkat komputer.



Gambar 2. Wiring Diagram dari Smart Dustbin

Berdasarkan Gambar 2 smart dustbin akan bekerja apabila alat yang sudah terhubung pada catu daya sebesar 5 V DC. Kemudian input yang berupa sensor ultrasonik HC-SR04 akan aktif dan akan melakukan perhitungan jarak pada objek (manusia). Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor yang menggunakan gelombang suara sehingga sensor dapat dipakai pada tempat-tempat dengan intensitas cahaya rendah (**Budiarso & Prihandono, 2015**). Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan gelombang suara terhadap objek, sehingga dapat dipakai untuk mengukur jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu (**Margolis, 2012**).



Gambar 3. Prototipe Smart Dustbin

Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 tercantum pada Tabel 3 di mana spesifikasi ini berasal dari panduan pengguna Cytron Technologies HC-SR04 (**Incorporated, 2013**). Sensor HC-SR04 memiliki spesifikasi seperti Tabel 3. Smart dustbin terdapat output berupa motor servo. Motor servo merupakan motor dengan sistem umpan balik yang dapat mengatur posisi motor (**McRoberts, 2010**). Di mana berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah.

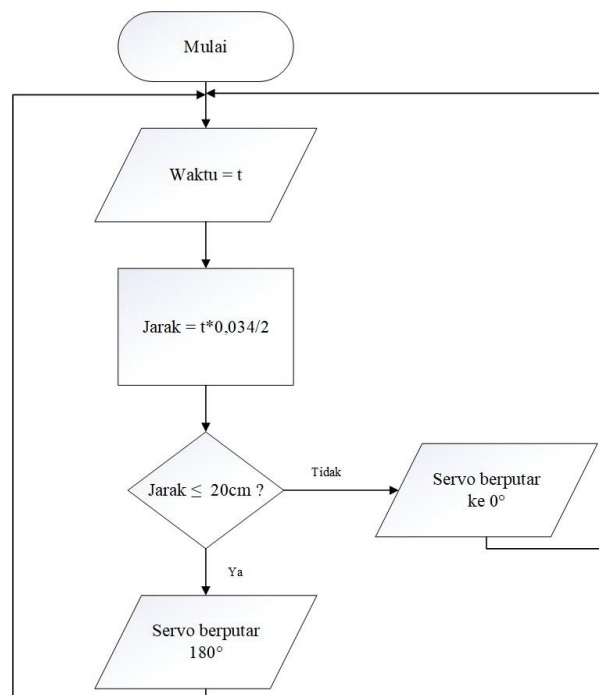
Tabel 3. Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Electrical Parameters	Value
1	Power Supply	5 V DC
2	Quiescent Current	< 2 mA
3	Working Current	15 mA
4	Effectual Angle	< 15°
5	Ranging Distance	2 cm – 400 cm
6	Resolution	0.3 cm
7	Measuring Angle	30°
8	Trigger Input Pulse Width	10µS
9	Dimension	45mm x 20mm x 15 mm
10	Weight	Approx. 10 g

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada smart dustbin berdasarkan Gambar 4 sistem diawali dengan menghidupkan prototipe alat. Ketika alat dihidupkan maka smart dustbin akan aktif dan sensor HC-SR04 akan melakukan pengukuran jarak pada objek, di mana sensor HC-SR04 merespon saat ada objek berjarak ≤ 20 cm.

Ketika proses pengukuran jarak terdeteksi pada jarak ≤ 20 cm maka sensor HC-SR04 akan mendeteksi adanya suatu objek dan akan mengirim sinyal ke motor servo yang akan berputar 180° , lalu tutup pada smart dustbin akan terbuka. Ketika proses pengukuran jarak terdeteksi pada jarak > 20 cm sensor HC-SR04 tidak akan mendeteksi objek karena pada sistem sudah diatur sedemikian.



Gambar 4. Diagram Alir Smart Dustbin dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.4 Pengujian Alat

Pengujian alat dimaksudkan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan apa yang telah dirancang. Sebelum dilakukan pengujian, alat harus diuji terlebih dahulu karakteristiknya mulai dari akurasi, presisi, hingga sensitivitasnya. Terdapat dua tahap pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan data sebagai bahan analisis dan evaluasi sistem.

1. Pengambilan Data Jarak

Pada alat smart dustbin dilakukan 2 kali percobaan pengambilan data. Data yang diambil digunakan untuk mengetahui nilai terdeteksi oleh HC-SR04 pada objek (manusia). Adapun prosedur pengambilan data antara lain sebagai berikut;

- Download program yang telah dibuat ke Arduino UNO, setelah program sudah ditulis pada Arduino IDE langkah selanjutnya untuk mengunggah program ke Arduino UNO.
- Memastikan semua perangkat bekerja, setelah program di upload ke Arduino UNO maka mengecek semua kondisi apakah berfungsi dengan baik.
- Mulai menghidupkan perangkat dengan cara menghubungkan kepala steker pada smart dustbin ke stop kontak.
- Lalu bentangkan pocket ruler sepanjang 30 cm pada lantai di depan alat smart dustbin sebagai referensi.
- Sensor ultrasonik melakukan pengukuran jarak pada benda yang ada di depan smart dustbin dengan mengacu pada alat ukur referensi dan jarak awal sejauh 1 cm antara sensor dengan benda.
- Selanjutnya ubah jarak antara sensor dengan benda dengan penambahan jarak sebesar 1 cm dari pengukuran sebelumnya.
- Catat nilai jarak yang terukur pada sensor.

Lakukan pengukuran jarak sampai jarak terukur mencapai 20 cm.



Gambar 5. Pengambilan Data Jarak pada Sensor HC-SR04

2. Pengujian Respon Smart Dustbin

Untuk tahap selanjutnya adalah pengujian respon smart dustbin berdasarkan pada jarak yang telah diukur pada pengujian sebelumnya. Mengacu kepada program yang sudah dibuat sehingga apabila jarak yang terukur oleh sensor ultrasonik >20 cm maka smart dustbin tidak terbuka, namun apabila jarak yang terukur sensor ultrasonik ≤ 20 cm maka smart dustbin akan terbuka. Apabila respon smart dustbin sudah sesuai dengan algoritma program maka dapat dikatakan bahwa alat yang dirancang sudah bekerja dengan sesuai yang diharapkan.

3. HASIL DAN ANALISIS

Tahap dalam pengujian respon smart dustbin terhadap jarak adalah dengan mengaktifkan smart dustbin dengan menghubungkan ke stop kontak listrik, setelah itu membentangkan pocket ruler sepanjang 30 cm. Selanjutnya proses pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari jarak terkecil yaitu 2 cm yang pengujiannya dilakukan setiap pertambahan 1 cm sampai 20 cm. Data yang dihasilkan ditujukan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Pengujian Respon Smart Dustbin terhadap Jarak

No.	Jarak pada sensor ultrasonik HC-SR04 (cm)	Respon smart dustbin
1.	2	Smart dustbin terbuka
2.	3	Smart dustbin terbuka
3.	4	Smart dustbin terbuka
4.	5	Smart dustbin terbuka
5.	6	Smart dustbin terbuka
6.	7	Smart dustbin terbuka
7.	8	Smart dustbin terbuka
8.	9	Smart dustbin terbuka
9.	10	Smart dustbin terbuka
10.	11	Smart dustbin terbuka
11.	12	Smart dustbin terbuka
12.	13	Smart dustbin terbuka
13.	14	Smart dustbin terbuka
14.	15	Smart dustbin terbuka
15.	16	Smart dustbin terbuka
16.	17	Smart dustbin terbuka
17.	18	Smart dustbin terbuka
18.	19	Smart dustbin terbuka
19.	20	Smart dustbin terbuka

20.	21	Smart dustbin tidak terbuka
21.	22	Smart dustbin tidak terbuka
22.	23	Smart dustbin tidak terbuka

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa smart dustbin akan terbuka ketika nilai jarak yang terukur pada sensor adalah ≤ 20 cm sedangkan smart dustbin tidak akan terbuka otomatis ketika nilai jarak yang terukur pada sensor adalah > 20 cm.

Untuk melakukan perhitungan error dapat dicari dengan cara perbandingan pengukuran oleh objek dengan sensor HC-SR04 serta dihitung seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1). **(Bakhtiyar, 2017)**

$$| \text{Error} | = \frac{x-y}{y} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana: x = pengukuran oleh objek

y = Pengukuran oleh sensor HC-SR04

Pengujian sensor HC-SR04 pada smart dustbin dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai jarak yang terukur pada sensor dengan nilai jarak pocket ruler sehingga menghasilkan data sebagai berikut pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Pengukuran oleh Objek dan Sensor HC-SR04

No	Pocket Ruler (cm)	Ultrasonik HC-SR04 ke-1 (cm)	Ultrasonik HC-SR04 ke-2 (cm)	Selisih pengukuran ke-1 (cm)	Selisih pengukuran ke-2 (cm)	Rata-rata Pengukuran (cm)	Standar Error ke-1 (%)	Standar Error ke-2 (%)
1.	2	2.15	2.17	0.15	0.17	2.16	7.5	8.5
2.	3	3.05	3.05	0.05	0.05	3.05	1.6	1.6
3.	4	4.14	4.24	0.14	0.24	4.19	3.5	3.5
4.	5	5.08	5.1	0.08	0.1	5.09	1.6	2
5.	6	6.03	6.22	0.03	0.22	6.125	0.5	3.6
6.	7	7.12	7.22	0.12	0.22	7.17	1.7	3.1
7.	8	8.1	8.01	0.1	0.01	8.055	1.2	0.1
8.	9	8.7	9.2	0.3	0.2	8.95	3.3	2.2
9.	10	10.23	10.08	0.23	0.08	10.155	2.3	0.8
10.	11	11.27	10.99	0.27	0.01	11.13	2.4	0.09
11.	12	12.16	12.23	0.16	0.23	12.195	1.3	1.9
12.	13	13.18	13.13	0.18	0.13	13.155	1.3	1
13.	14	14.15	14.06	0.15	0.06	14.105	1	0.4
14.	15	15.27	14.96	0.27	0.04	15.115	1.8	0.2
15.	16	16.23	16.32	0.23	0.32	16.275	1.4	2
16.	17	17.21	17.06	0.21	0.06	17.135	1.2	0.3
17.	18	17.85	17.85	0.15	0.15	17.85	0.8	0.8
18.	19	18.83	19.23	0.17	0.23	19.03	0.8	1.2

19.	20	19.8	19.78	0.2	0.22	19.79	1	1.1
Rata-rata error							1.9	1.81

Berdasarkan data pada Tabel 5, terdapat perbedaan selisih antara nilai pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan pocket ruler. Dimana untuk pengujian tingkat akurasi pada sensor, dilakukan pengukuran terhadap nilai jarak antara sensor dengan objek menggunakan alat ukur referensi berupa pocket ruler dan pengukuran menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Pada pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan sebanyak dua kali pengukuran yang masing-masing pengukurannya dimulai 2 cm sampai 20 cm dengan menambah 1 cm setiap pengukuran sehingga menghasilkan sebanyak 19 data. Dari hasil pengujian di atas, dilakukan pengukuran dua kali percobaan, dan dapat dinyatakan bahwa sensor HC-SR04 bersifat sensitif atau dapat mendeteksi objek yang berada segaris horizontal di area sensor.

Pada perhitungan Tabel 5, perbandingan jarak pengujian dengan jarak sesungguhnya dapat disebabkan oleh adanya noise. Hasil pengujian error didapat bahwa jarak hasil pengujian pada alat tidak sama dengan jarak hasil perhitungan dengan persentase antara 0 % sampai 8,5 % dan selebihnya hingga pada jarak 20 cm hanya terjadi persentase kesalahan kecil, ini menandakan bahwa sensor HC-SR04 bekerja dengan baik. Sedangkan untuk range sensor ultrasonik sendiri bisa mencapai 400 m. Selain dipengaruhi oleh bentuk media, pengukuran sensor juga dipengaruhi oleh banyak hal lainnya. Sensor ultrasonik bekerja dengan pemancar yang memancarkan gelombang ultrasonik dan kemudian mengukur berapa lama waktu yang dibutuhkan pantulan untuk mencapai target **(Zhafira, Zulherman, & Pujiharsono, 2019)**.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa pengukuran jarak pada objek menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis Arduino dapat digunakan untuk mengukur jarak pada objek (manusia). Arduino board berkomunikasi dengan hardware dan mengedalikan alat agar berjalan sesuai algoritma program dan sistem kerja dari smart dustbin bekerja sesuai dengan urutan intruksi pemrograman dengan menggunakan Bahasa C. Motor servo berputar dengan baik dan benar sesuai sudut derajat yang diintruksikan di program Arduino IDE. Prototipe smart dustbin dirancang untuk mendeteksi orang dalam jarak 0-20 cm, pada rentang jarak itu smart dustbin akan terbuka, namun jika sudah melebihi jangkauan jarak 20 cm maka smart dustbin tidak terbuka secara otomatis. Tutup pada smart dustbin akan terbuka saat ada objek di depan sensor, jika objek hanya melewati maka tutup smart dustbin hanya terbuka sebentar lalu tertutup kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarmo, Z., & Prihandono, A. (2015,). Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 20, No.2, 171-177.
- Bakhtiyar, A. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. JTE, Vol 6 No 2, 137-145.
- Incorporated, C. T. (2013). HC-SR04 Ultrasonic Sensor. Cytron Technologies Incorporated.

- Margolis, M. (2012). Make an Arduino-Controlled Robot. Los Angeles: Community. McRoberts, M. (2010). Beginning Arduino. Dalam M. McRoberts, Beginning Arduino. New York: Apress.
- Sukarjadi, Setiawan, D. T., Arifiyanto, & Hatta, M. (2017). Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin berbasis Arduino UNO di Universitas Maarif Hasyim Latif. *Teknika : Engineering and Sains Journal*, 101-110.
- Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Paradigma: Jurnal dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatika*, 55-60.
- Zhafira, F. A., Zulherman, D., & Pujiharsono, H. (2019). Analisis dan Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis IOT menggunakan Protokol MQTT. *CENCITIVE* 2018, 302-307.