

Rancang Bangun *Smart Trash Bin Automation* pada Smartlab Politeknik Negeri Jakarta

Muhamad Irfan Alhady¹, Bima Yudha Raharja², Rifqi Fuadi Hasani³

^{1,2}Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

³Program Studi Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy Kampus Baru UI Depok, 16425

¹irfan.alhady25@gmail.com

²bimayudharaharja30@gmail.com

³rifqi.fuadihasani@elektro.pnj.ac.id

Intisari — Smartlab merupakan sebuah laboratorium baru di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Lab ini didesain untuk mendukung penelitian-penelitian terbaru dalam bidang ilmu telekomunikasi, salah satunya dengan menerapkan otomatisasi pada sistem atau barang-barang yang terdapat di lab. Pembuatan otomatisasi tempat sampah pintar adalah salah satu project yang sedang dikembangkan. Dengan penggunaan teknologi informasi dan digital dapat membantu pengelolaan dan penanganan pengambilan sampah. Penelitian ini membuat sistem Smart Trash Bin Automation yang terkoneksi dengan internet menggunakan Arduino Uno Rev3 dan ESP32. Modul ini berfungsi untuk mengolah dan mengirimkan data dari tempat sampah ke aplikasi pada smartphone pengguna. Aplikasi yang digunakan adalah Blynk yang berfungsi untuk menerima data saat sistem mengirimkan notifikasi atau pemberitahuan kepada pengguna ketika volume tempat sampah sudah mencapai batas maksimum. Smart Trash Bin Automation juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi keberadaan objek di dalam tempat sampah. Jika ada objek yang terdeteksi, tempat sampah akan membuka sendiri sehingga pengguna tidak perlu menyentuh tempat sampah secara langsung. Hasil pengujian sistem sudah berjalan dengan baik dengan bukti perangkat-perangkat bekerja sebagai mana mestinya.

Kata kunci — Arduino, ESP-32, Sensor Ultrasonik, Smartlab, Smart Trash Bin Automation.

Abstract — Smartlab is a new laboratory in Department of Electrical Engineering, Jakarta State Polytechnic. The lab is designed to support the latest research in the telecommunications field, including the implementation of automation for the systems and items in the lab. The development of a Smart Trash Bin Automation is one of the ongoing projects. Using information and digital technology, it aids in the management and handling of waste collection. This research has created the Smart Trash Bin Automation system, which is connected to the internet using Arduino Uno Rev3 and ESP-32. This module is responsible for processing and sending data from the trash bins to a smartphone. The smartphone use Blynk application, which receives data when the systems sends notification to the users when the trash bin reaches its maximum capacity. Smart Trash Bin Automation is also equipped with an ultrasonic sensor that detects objects inside the trash bin. If an object is detected, the trash bin will open automatically, eliminating the need for users to touch the trash bin directly. The system has been tested successfully, with all devices functioning as intended.

Keywords—Arduino, ESP-32, Smartlab, Smart Trash Bin Automation, Ultrasonic sensor.

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah adalah hal yang paling dekat dengan kehidupan sehari-hari dan tempat sampah merupakan benda yang harus tersedia dimana saja. Smartlab merupakan laboratorium riset yang sedang dikembangkan di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta (PNJ). Salah satu fokus riset adalah membuat sistem otomatisasi terintegrasi di lab, diantaranya membuat tong sampah cerdas otomatis (*Smart Trash Bin Automation*). Setelah produk tong sampah cerdas ini

berhasil dibuat dilab maka akan direncanakan untuk diimplementasikan pada tempat-tempat lain di lingkungan PNJ.

Penelitian tentang pembuatan tempat sampah cerdas pernah dilakukan oleh [7] menggunakan arduino uno, sensor ultrasonik dan servo. Penelitian lain dilakukan juga oleh [8] dengan arduino uno yang dibuat untuk sampah organik, anorganik dan sampah metal dalam mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs). Namun dua penelitian ini belum dilengkapi dengan sistem monitoring. Penelitian monitoring tong sampah rumah

tangga dengan WSN menggunakan arduino uno dan modul RF (Xbee) sebagai Tx dan Rx dilakukan oleh [6].

Untuk mengembangkan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, maka pada penelitian ini dibuatlah tong sampah cerdas otomatis dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno Rev3 untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis, menambahkan ESP32 untuk memonitoring volume level pada tempat sampah lewat aplikasi Blynk. Sensor pembuka tutup tempat sampah secara otomatis dan sensor level untuk volume pada tempat sampah yang berfungsi sebagai alat yang untuk memantau isi tempat sampah tersebut dan akan memberi pemberitahuan kepada user melalui aplikasi Blynk yang bertugas untuk segera mengosongkan tempat sampah tersebut agar bisa digunakan lagi.

II. METODE PENELITIAN

Blok diagram sistem untuk Smart Trash Bin Automation seperti terlihat pada Gambar 1. Sumber daya yang digunakan adalah baterai, sebagai input untuk arduino uno dan esp-32. Lalu, inputan lain yang diperlukan arduino uno adalah data dari sensor HC-SR04 yang berperan mendeteksi objek (user) sehingga memerintahkan servo untuk membuka atau menutup tempat sampah. Sedangkan esp-32 memerlukan input juga dari sensor HC-SR04 yang berperan mendeteksi volume sampah sehingga esp-32 memberikan notifikasi info kepada aplikasi Blynk dan LED.



Gbr.1 Blok Diagram Sistem

A. ESP32

ESP32 yang terlihat pada gambar 2 adalah mikrokontroler berharga rendah dan hemat energi dengan wifi dan dual-mode bluetooth

terintegrasi. Generasi ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 sebagai inti. Baik dalam mode single-core maupun dual-core. ESP32 dibuat oleh Espressif System, perusahaan berbasis di Shanghai, Tiongkok. perlu diketahui dengan mikrokontroler ATmega pada Arduino Uno, jadi untuk membuat suatu rangkaian elektronika menggunakan ESP32 harus diperhatikan bahwa supply listrik pada rangkaian tidak boleh lebih dari 3,3v semisal 5v apalagi 9v. Arduino uno sendiri merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang banyak diminati dan memiliki bahasa pemrograman C++ dan arduino uno memiliki modul wifi dan berbasis IoT [2].



Gbr.2 ESP32

B. Sensor Ultrasonik HC-SR04

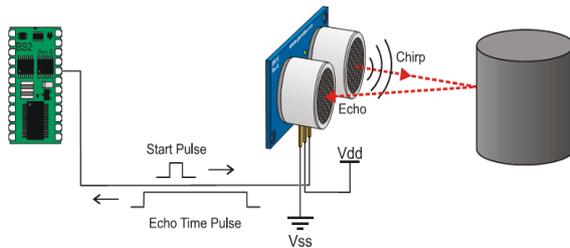
Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan modul ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur sekitar 2-450cm. Perangkat ini menggunakan dua pin digital untuk mengkomunikasikan jarak yang terbaca. Satu pin berfungsi sebagai transmitter yang berfungsi mengubah sinyal elektrik dengan mengirimkan pulsa ultrasonik sekitar 40 KHz, kemudian satu pin berfungsi sebagai receiver dengan memantulkan pulsa echo kembali, dan menghitung waktu yang diambil dalam mikrodetik.

Sensor Ultrasonic HC-SR04 seperti yang terlihat pada gambar 2.3 bekerja saat sebuah sinyal pulsa dengan durasi setidaknya 10 μ S (10 mikrodetik) diterapkan pada pin Trigger dengan mentransmisikan gelombang ultrasonik 8-pulsa pada frekuensi 40 KHz. Pola 8-pulsa digunakan sebagai sebuah penanda sinyal ultrasonik dari modul ini, yang memungkinkan penerima/receiver dapat membedakan pola yang ditransmisikan dari

kebisingan ultrasonik sekitar seperti terlihat pada gambar 4 [3].



Gbr. 3 Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gbr.4 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

C. Arduino Uno Rev3

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Spesifikasi arduino uno R3 dapat dilihat pada tabel 1 dan arduino uno R3 dapat dilihat pada gambar 5.

Ada banyak mikrokontroler lain dan platform mikrokontroler yang tersedia untuk komputasi fisik. Parallax Basic Stamp, Netmedia BX-24, Phidget, Handyboard MIT, dan banyak lagi lainnya yang menawarkan fungsionalitas yang sama. Semua alat ini menggunakan pemrograman mikrokontroler yang berantakan dan membungkusnya dalam paket yang mudah digunakan. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bertugas membaca dan memproses input dari sebuah rangkaian elektronik sehingga menghasilkan output sesuai dengan yang diinginkan. Mikrokontroler ini bisa diprogram menggunakan komputer [4].

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno R3

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori flash	32 KB
SRAM	2 KB



Gbr.5 Arduino Uno Rev3

D. Motor Servo SG90

Motor servo yang digunakan seperti gambar 6, adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan di informasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Dengan input ke kontrolnya yang bisa berupa sinyal analog ataupun sinyal digital, pada dasarnya motor servo banyak digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan posisi putaran motor yang presisi. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak secara kontinyu, Namun untuk beberapa keperluan Motor servo dapat dimodifikasi bergerak secara kontinyu. [5]



Gbr.6 Motor servo SG90

E. Blynk

Blynk merupakan platform untuk aplikasi Mobile (IOS dan Android) yang berguna untuk mengendalikan modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul jenis lain dengan Internet. Aplikasi ini memiliki banyak fitur sehingga membuat pengguna dapat berkreasi dengan aplikasi Blynk. Membuat projek di aplikasi Blynk ini sangat mudah, yaitu dengan cara drag and drop. Blynk tidak terkait atau bekerja sama dengan modul atau mikrokontroler tertentu. Dengan aplikasi ini dapat mengontrol apapun dari jarak dimanapun berada selama terhubung dengan internet [6].

F. Light Emitting Diode

LED atau Motor servo adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan dengan bias maju (forward bias). LED (Motor servo) dapat diartikan sebagai sebuah dioda yang memancarkan cahaya, karena memang LED (Motor servo) merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor seperti yang terlihat pada gambar 7.



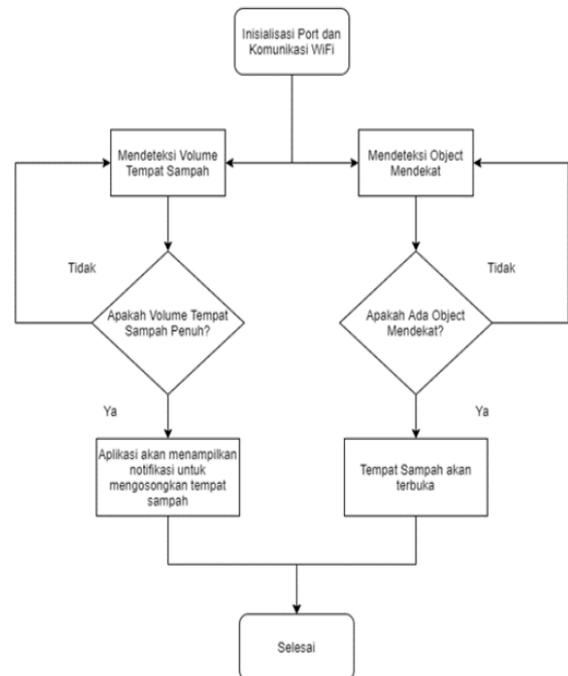
Gbr.7 LED

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Kerja Alat

Flowchart yang tampak pada gambar 8 menjelaskan tentang alur kerja tempat sampah pintar dengan sistem yang dapat membuka tempat sampah secara otomatis yang menggunakan sensor ultrasonik di indikator menggunakan dan didalam tempat sampah akan disensor juga menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak sampah agar dapat menentukan kapasitas tempat sampah sehingga dapat ditampilkan pada aplikasi blynk sebagai tampilan jenis sampah yang dideteksi. Lalu data yang dikirim oleh sensor akan dikirim ke node master yang

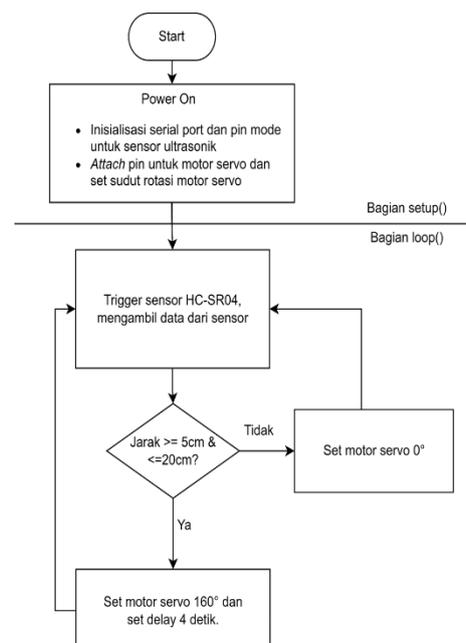
berperan sebagai receiver dan data output akan dimuat pada aplikasi blynk sebagai fungsi monitoring.



Gbr.8 Flowchart Kerja Alat Sistem Smart Trash Bin Automation

B. Sistem Kerja pada Arduino Uno Rev3

Langkah pertama sistem dalam flowchart kerja pada gambar 9 adalah menginisialisasi Arduino Uno dan perangkat keras tambahan yang digunakan, yaitu Motor servo.



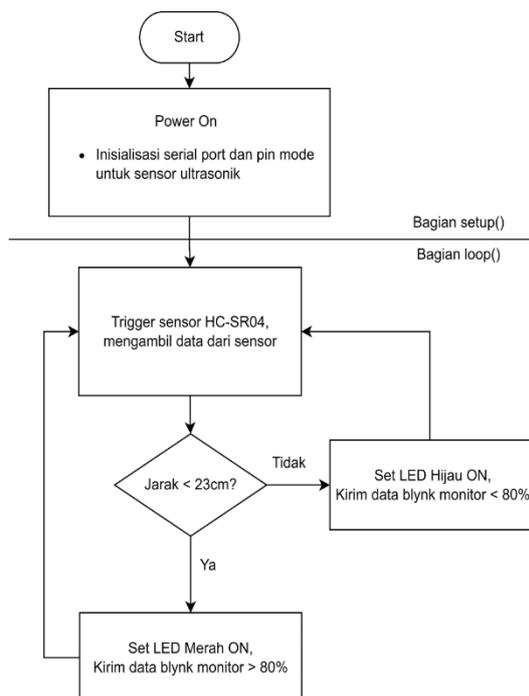
Gbr.9 Flowchart Kerja Sistem Arduino Uno Rev3

Dengan mengatur pin input/output, mengaktifkan sensor. Sistem Smart Trash Bin Automation ini menggunakan sensor, jenis

sensor yang dipakai yaitu Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi dan mengumpulkan data tentang sampah yang akan di proses. Pada bagian loop melakukan konfigurasi jarak pada motor servo dengan jarak lebih dari 5 cm dan kurang dari 20 cm dengan putaran 160° pada motor servo.

C. Sistem Kerja Pada ESP32

Langkah pertama dalam flowchart kerja sistem esp-32 seperti terlihat pada gambar 10 adalah menginisialisasi Arduino Uno dan perangkat keras tambahan yang digunakan, yaitu Motor servo. Dengan mengatur pin input/output, mengaktifkan sensor. Sistem Smart Trash Bin Automation ini menggunakan sensor, jenis sensor yang dipakai yaitu Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi dan mengumpulkan data tentang sampah yang akan di proses. Pada bagian loop melakukan konfigurasi jarak pada motor servo dengan jarak lebih dari 5 cm dan kurang dari 20 cm dengan putaran 160° pada motor servo.



Gbr.10 Flowchart Kerja Sistem ESP32

D. Komponen Smart Trash Bin Automation

Dapat dilihat dari Tabel 2 terdapat beberapa komponen yang digunakan pada Arduino Uno dan ESP32. Pada Arduino Uno terdapat sebuah sensor dan motor servo yang terhubung pada beberapa pin pada arduino. adapun komponen yang digunakan pada ESP32 yaitu sensor dan LED. Dengan adanya

komponen tersebut untuk membantu pembuatan sistem *Smart Trash Bin Automation*.

Tabel 2. Komponen Smart Trash Bin Automation

Komponen	PIN	Pin pada Arduino Uno R3
Sensor HC-SR04	Vcc	5V
	Trig	D8
	Echo	D7
	Gnd	GND
Motor Servo	Vcc	5V
	Gnd	GND
	Pwm	D6

Komponen	PIN	Pin pada ESP32
Sensor HC-SR04	Vcc	3.3V
	Trig	D25
	Echo	D21
	Gnd	GND
LED Merah	Anode (+)	D27
	Cathode (-)	GND
LED Hijau	Anode (+)	D26
	Cathode (-)	GND

E. Hasil Pembuatan Smart Trash Bin Automation

Tabel 3 memaparkan terkait dimensi final set perangkat Smart Trash Bin Automation yang sudah berhasil dibuat.

Tabel 3. Final Set Smart Trash Bin Automation

No	Metrik	Unit	Value
1	Trash Volume	L	25
2	Weight of Empty Trash bin	kg	± 1
3	Trash Bin Length	mm	300
4	Trash Bin Width	mm	250
5	Trash Bin Height	mm	485
6	Sensor Length	mm	45
7	Sensor Width	mm	20
8	Sensor Weight	g	10



Gbr.11 Implementasi Rangkaian pada Tempat Sampah

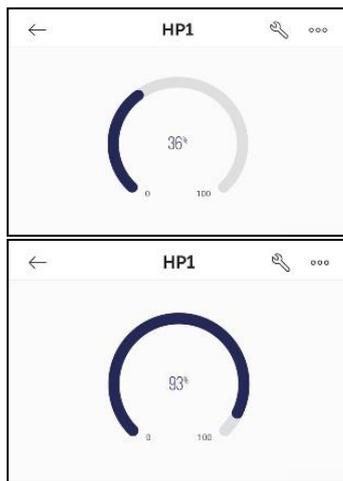
Hasil implementasi perangkat keras untuk sistem Smart Trash Bin Automation menggunakan mikrokontroler Arduino Uno Rev3 dan ESP32 dengan sensor HC-SR04 dan

sebuah Motor servo SG90 sebagai pembuka tutup otomatis maupun monitoring volume tempat sampah dapat dilihat pada gambar 11 dan 12 berikut.



Gbr.12 Hasil Implementasi Sistem pada Tempat Sampah

Berdasarkan Gambar 12, data volume tempat sampah yang dikirimkan kedalam blynk untuk dapat memonitor volume tempat sampah melalui komputer atau smartphone. Gambar 13 berikut ini merupakan hasil realisasi dari tampilan blynk.



Gbr.13 Hasil Implementasi Blynk

F. Hasil Pengujian

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem Smart Trash Bin Automation Berdasarkan Jarak

Jarak sensor terprogram (cm)	Pengukuran langsung sensor (cm)	Selisih (cm)	Respon Servo
10cm	11cm	+1cm	Berputar
20cm	19cm	-1cm	Berputar
30cm	29cm	-1cm	Tidak Berputar
40cm	39cm	-1cm	Tidak Berputar
50cm	50cm	0cm	Tidak Berputar
60cm	61cm	+1cm	Tidak Berputar
70cm	72cm	+2cm	Tidak Berputar

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Smart Trash Bin Automation Berdasarkan Sudut

Sudut Servo terprogram	Waktu pembukaan penutup (s)	Sudut Penutup Sampah	Respon	
			Buka	Tutup
180	<1	47	Ya	Ya
180	<1	50	Ya	Ya
180	<1	53	Ya	Ya
180	<1	48	Ya	Ya
180	<1	50	Ya	Ya
180	<1	50	Ya	Ya

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Smart Trash Bin Automation Berdasarkan Waktu

Waktu tahan terbuka terprogram (s)	Waktu tahan terbuka pengukuran (s)	Selisih (s)	Respon
4	4.09	-0.09	Waktu tahan
4	4.06	-0.06	Waktu tahan
4	4.10	-0.10	Waktu tahan
4	3.94	+0.06	Waktu tahan
4	3.98	+0.02	Waktu tahan
4	4.03	-0.03	Waktu tahan
4	3.91	+0.09	Waktu tahan

Tabel 7. Hasil Pengujian Sistem Smart Trash Bin Automation Berdasarkan Respon

Tinggi sampah Terprogram (cm)	Tinggi Sampah pengukuran (cm)	Selisih (cm)	Respon
0cm	0cm	0cm	0%
5cm	6cm	+1cm	21%
10cm	10cm	0cm	37%
15cm	15cm	0cm	51%
20cm	19cm	-1cm	65%
25cm	25cm	0cm	84%
30cm	30cm	0cm	99%

Tabel 8. Hasil Pengujian Sistem Smart Trash Bin Automation Berdasarkan Jarak

Volume sampah Terprogram (%)	Volume Sampah pengukuran (%)	Selisih (%)	Respon	
			LED Hijau	LED Merah
0%	1%	1%	Menyala	Tidak Menyala
20%	22%	2%	Menyala	Tidak Menyala
40%	34%	6%	Menyala	Tidak Menyala
60%	54%	6%	Menyala	Tidak Menyala
80%	66%	14%	Menyala	Tidak Menyala
100%	88%	12%	Tidak Menyala	Menyala

Dapat dilihat dari Tabel 4,5,6,7 dan 8 hasil pengujian dengan masing-masing komponen sistem *Smart Trash Bin Automation*, pengujian terhadap sensor yang dipakai pada arduino dan ESP32 dengan kondisi jarak orang 5 cm dan 20 cm. Ketika orang berada dalam jarak 5 cm maka tempat sampah terbuka dan ketika orang berada dalam jarak 20 cm maka tempat sampah tidak terbuka, dengan motor servo melakukan rotasi dari 0 - 160 derajat.

Pengujian sensor pada ESP32 untuk monitoring tempat sampah dengan kondisi jarak lebih dari 23 cm dan kurang dari 23 cm, dimana pada saat sampah dalam jarak lebih dari 23 cm maka led merah menyala dan tampilan blynk monitor kapasitas sampah lebih dari 80%, kemudian pada jarak kurang dari 23 cm led hijau menyala dan tampilan blynk monitor kapasitas sampah kurang dari 80%. Maka hasil pengujian tersebut dikatakan berhasil. Untuk Led merah dan Led hijau berfungsi sebagai indikator sistem *Smart Trash Bin Automation*.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan proses untuk membuka atau menutup tempat sampah ditentukan berdasarkan jarak dari user (objek pengguna tong sampah) dengan tempat sampah diukur menggunakan sensor ultrasonik. Sebuah motor servo sebagai komponen untuk menggerakkan tutup sampah terbuka atau tertutup ketika seseorang mendekat atau menjauh dari tempat sampah tersebut. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang dilakukan disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan tujuannya. Tempat sampah dapat terbuka secara otomatis ketika ada user yang mendekat lalu akan menutup ketika user atau objek tersebut menjauh dengan delay empat detik.

REFERENSI

- [1] Fawzi Behmann, Author of Collaborative Motor servo, goodrids.com.
- [2] A. I. Gunawan et al., “Rancang Bangun Sistem Tempat Sampah dengan Tampilan Aplikasi Blynk,” pp. 1-10, 2019.
- [3] Hakim et al., “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Sensor Jarak Berbasis

- Mikrokontroler Pada Tempat Sampah,” Jurnal Elektro Vol.10, No.1, 2022
- [4] Sulistyowati, R. & Febrianto, D.D. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. Universitas Kristen Petra: Jurnal IPTEK Vol.16:148-153.
- [5] M. Artiyasa et al, ”Aplikasi Smart Home Node MCU IoT Untuk Blynk” Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra. Vol. 7, No. 1, September 2020: Hal 1-7
- [6] M.Syaifudin et al, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireless Sensor Network (WSN)”. Transmisi, 20, (4), Oktober 2018. Hal:158-166
- [7] N.Endriatno, “ Perancangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino”. Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali) Volume 07 No 02, Tahun 2022: Hal. 84-88.
- [8] R.M. Aqilah et al, “ Smart Trash Can: Innovation of Automatic Trash Can with Arduino Uno-Based as an Effort to Support Global Sustainable Development Goals (SDGs) Action”, *Advances in Engineering Research, volume 211*, International Conference on Science and Engineering (ICSE-UIN-SUKA 2021)