

## RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH MENGGUNAKAN MODUL SUARA DI PAUD MELATI BERBASIS IOT

Syafirdan Rahmat Aulia Aimar<sup>1\*</sup>, Subandi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup> 1911500468@student.budiluhur.ac.id, <sup>2</sup>subandi@budiluhur.ac.id

(\* : *corresponding author*)

**Abstrak-** Kebiasaan siswa dalam membuang sampah pada tempatnya di sekolah masih kurang hal ini disebabkan karena tempat sampah yang tidak menarik bagi siswa karena kondisi tempat sampah dan serta pengelolaanya yang belum baik yang ditandai dengan masih adanya tempat sampah yang penuh tetapi tidak segera dibuang. Selain itu monitoring terhadap anak yang rajin membuang sampah juga masih kurang karena kurangnya pengawasan bagi siswa yang rajin membuang sampah pada tempatnya. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem tempat sampah pintar (*smart trash*) otomatis menggunakan sensor *ultrasonic* untuk mendeteksi keberadaan siswa di depan tempat sampah sebagai pemicu agar tempat sampah terbuka secara otomatis dan mengukur tinggi dari isi tempat sampah sehingga dapat di-monitoring melalui sebuah aplikasi monitoring berbasis web dan menggunakan modul suara *dfplayer* untuk menciptakan notifikasi suara yang menarik siswa untuk membuang sampah. Metode penelitian yang digunakan adalah Metode *prototype* sehingga diharapkan sistem ini dapat memenuhi kebutuhan pengguna yaitu pihak sekolah. Hasil pengujian model sistem tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup secara otomatis serta dapat merekam siswa yang sedang membuang sampah, tempat sampah ini juga dilengkapi modul suara yang dapat mengeluarkan suara berupa himbauan untuk membuang sampah dan ucapan terima kasih. Volume tempat sampah dapat dimonitoring melalui aplikasi berbasis web. Hasil pengujian terhadap waktu respon tempat sampah untuk membuka secara otomatis dengan baik berkisar antara 1 sampai 3 detik dan waktu pengiriman data ke *web server* berkisar antara 1 sampai 4 detik tergantung dari kualitas jaringan internet yang digunakan.

**Kata Kunci:** NodeMCU, ESP32-cam, Tempat sampah pintar, aplikasi berbasis web

### *DESIGN AND CONSTRUCTION OF GARBAGE BIN USING SOUND MODULE AT PAUD MELATI BASED ON IOT*

**Abstract-** *The habit of students in disposing of garbage in its place at school is still lacking, this is due to trash bins that are not attractive to students because of the condition of the bins and their poor management, which is indicated by the fact that there are still full bins but not immediately disposed of. In addition, monitoring of children who diligently dispose of garbage is also still lacking due to lack of supervision for students who diligently dispose of garbage in its place. Therefore, an automatic smart trash system is needed using ultrasonic sensors to detect the presence of students in front of the trash can as a trigger so that the trash can is opened automatically and measure the height of the contents of the trash can so that it can be monitored through a web-based monitoring application and using the *dfplayer* sound module to create voice notifications that attract students to throw away trash. The research method used is the *prototype* method so that it is hoped that this system can meet the needs of users, namely the school. The test results of the smart trash can system model that can open and close automatically and can record students who are throwing away trash, this trash can is also equipped with a sound module that can issue a voice in the form of an appeal to throw away trash and a thank you. The volume of the trash can can be monitored through a web-based application. The results of testing the response time of the trash can to open automatically well ranges from 1 to 3 seconds and the time to send data to the web server ranges from 1 to 4 seconds depending on the quality of the internet network used.*

**Keywords:** *NodeMCU, ESP32-cam, Smart trash bin, web-based application*

## 1. PENDAHULUAN

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) adalah suatu upaya pembinaan yang ditujukan kepada anak sejak lahir sampai usia enam tahun. Budaya yang perlu ditanamkan pada siswa diantaranya budaya disiplin dan budaya peduli menjaga lingkungan agar selalu bersih dan indah.

Permasalahan yang terjadi adalah anjuran dan himbauan terhadap siswa untuk membuang sampah pada tempatnya masih kurang efektif selain itu tempat sampah yang tidak menarik bagi siswa karena kondisi tempat

sampah dan serta pengelolaannya yang masih tidak teratur. sehingga diperlukan cara untuk dapat menarik minat dan motivasi anak dalam membuang sampah pada tempatnya. Penghargaan bagi anak yang rajin membuang sampah juga masih kurang karena kurangnya pengawasan bagi siswa yang rajin membuang sampah pada tempatnya.

Rancang bangun merupakan proses membangun atau merancang sistem guna menghasilkan sistem baru maupun sistem yang menggantikan atau memberi nilai lebih sistem yang sudah ada secara menyeluruh ataupun sebagian saja. [1].

Studi mengenai sistem tempat sampah otomatis menggunakan mikrokontroler sudah pernah dilakukan oleh [2], [3], [4] Selain studi mengenai sistem tempat sampah otomatis menggunakan mikrokontroler juga terdapat penelitian tentang tempat sampah otomatis berbasis *Internet of Things* yang dilakukan oleh [5], [6]. Dari penelitian sebelumnya masih banyak yang menggunakan mikrokontroler dan berbasis internet of things tetapi pada penelitian ini menggunakan modul suara untuk memberikan notifikasi kepada siswa dan modul kamera yang terdapat pada esp32cam untuk menangkap gambar siswa yang sedang menggunakan tempat sampah otomatis ini.

Penerapan Internet of Things atau lebih dikenal dengan istilah IoT adalah teknologi yang menjadikan objek atau benda yang berada di sekitar kita terkoneksi dengan jaringan Internet. Kebutuhan Internet of Things dapat dirasakan dengan semakin banyaknya teknologi ini diterapkan di berbagai sendi kehidupan manusia [7].

Penelitian ini dirancang untuk memberikan manfaat bagi sekolah khususnya jenjang Pendidikan anak usia dini dalam membiasakan siswanya untuk menjaga kebersihan dengan membuang sampah pada tempatnya. Dengan penelitian diharapkan siswa tertarik untuk untuk membuang sampah karena tempat sampah ini membuka secara otomatis, mengeluarkan suara serta dapat memfoto mereka.

Penelitian menggunakan mikrokontroler yaitu IC yan terdiri atau memiliki CPU, ROM, RAM, dan input output di dalamnya. Sebagai pusat pemrosesan sistem mikrokontroler akan meksanakan perintah berdasarkan program yang telah ditulis. Mikrokontroler bisa dikatakan sebagai komputer mini dengan penggunaan daya yang cukup rendah sehingga tidak memerlukan sumber daya tegangan yang besar [8]

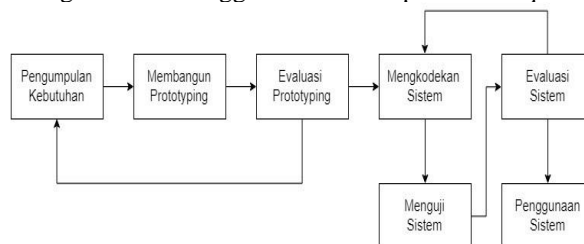
Untuk mendukung penerapan konsep *Internet of Thing*, Penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. NodeMCU adalah platform opensource berbasis internet of things. Terdiri dari *hardware* berbentuk System On Chip ESP8266 dengan memakai Bahasa pemrograman scripting NodeMCU terdiri dari sebuah motherboard dengan platform IoT berbasis bahasa pemrograman Lua [9]

Penelitian sebelumnya tentang sistem monitoring monitoring tempat sampah dilakukan oleh Ridwan Ahmad Ma'arif, Fauziah Fauziah, Nur Hayati dengan judul “Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT” [10] . Penelitian ini bertujuan merancang sebuah sistem pemantauan tempat sampah secara *realtime* serta memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan. Aplikasi monitoring berbasis Android yang didukung oleh Firebase Realtime Database dan Firebase Cloud Messaging.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan adalah pada Metode penelitian yang yaitu digunakan yaitu pada penelitian sebelumnya menggunakan Metode *research and Development* (RnD) sedangkan pada penelitian ini menggunakan Metode *prototype*, perbedaan lainnya adalah penelitian sebelumnya menggunakan aplikasi monitoring berbasis Android dengan basis data Firebase sedangkan pada penelitian ini menggunakan aplikasi berbasis web dengan basis data mySQL dan dilengkapi dengan fitur *capture* gambar siswa.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode *prototype*. *Prototype* merupakan suatu metode yang biasa digunakan untuk merancang sebuah sistem, metode terbilang sangat populer pada pengembangan sistem dan perangkat lunak. Berikut gambar 1. menggambarkan tahapan metode *prototype* :



**Gambar 1.**Tahapan Metode Prototype

## 2.1 Data Penelitian

Data merupakan komponen penting dalam pembuatan penelitian. Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari sensor pada sistem yaitu yang diperoleh dari sensor ultrasonic HC-SR-4 yang digunakan untuk mengukur jarak orang yang berada di depan tempat sampah dan mengukur ketinggian volume tempat sampah, data ini berupa data analog. Data-data tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler sehingga menghasilkan sebuah keluaran (*output*) untuk memberikan aksi kepada perangkat output atau actuator. Penelitian ini juga menggunakan data penelitian dari data PAUD Melati berupa data profil sekolah dan data siswa yang bisa dilihat pada tabel 1.

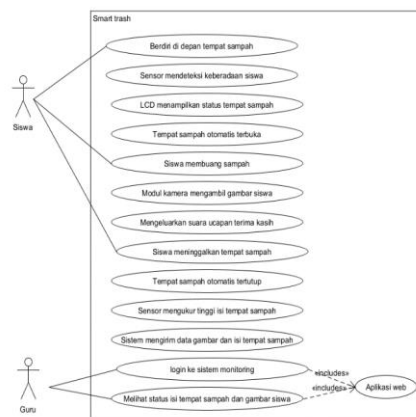
**Tabel 1.** Profil data siswa

No	Nama	Kelas	umur
1	Adi Muhamad Reza	Kelompok A	4 tahun
2	Aisha Putri Azalia	Kelompok A	4 tahun
3	Azhar Nugraha	Kelompok A	5 tahun
4	M.Hafidz Maulana	Kelompok A	4 tahun
5	Muhamad Fadhan	Kelompok A	4 tahun
6	Muhamad Gilang	Kelompok A	4 tahun
7	Nanda Yugo Aditya	Kelompok A	5 tahun
8	Raka Armansyah	Kelompok A	4 tahun
9	Riki Irmansyah	Kelompok A	4 tahun
10	Sabrina Deva A	Kelompok A	4 tahun

Di dalam area sekolah terdapat tempat sampah dengan jarak 15 meter antara tempat sampah yang satu dengan yang lainnya.

## 2.2 Use Case Diagram

*Use case diagram* adalah sebuah bentuk dari diagram UML (*Unified Modelling Language*). *Use case* menjelaskan hubungan komunikasi dan interaksi antar aktor dan sistem. *Use case* juga menggambarkan tipe interaksi yang terjadi antara pengguna sistem dengan sistemnya. *Use case diagram* bisa memperjelas interaksi antara satu user atau banyak user dalam sistem yang akan dibuat serta dapat menjelaskan fungsi-fungsi yang ada pada suatu sistem sehingga dapat di deskripsikan menggunakan urutan sederhana berbentuk diagram yang dapat dimengerti pengguna dengan mudah. Gambar 2 berikut merupakan gambar *use case* sistem :



**Gambar 2.** Use Case Diagram

## 2.3 Analisis Kebutuhan

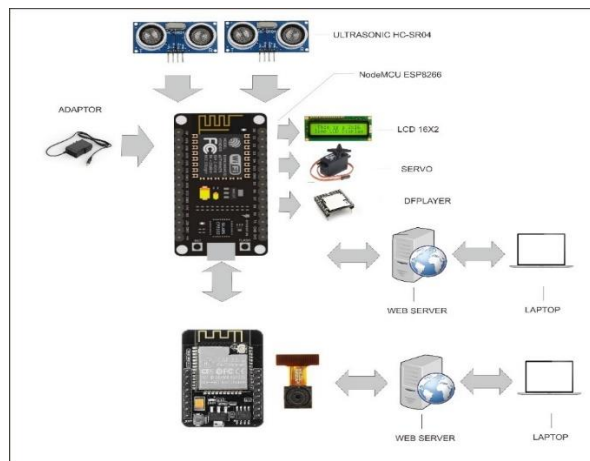
Analisis kebutuhan adalah aktifitas untuk merinci komponen-komponen yang diperlukan dalam penelitian ini berdasarkan fungsi serta kegunaan dari tiap-tiap komponen seperti mikrokontroler yang digunakan, komponen komponen *actuator* dan komponen sensor serta komponen lainnya yang mendukung proses perancangan sistem. Berikut tabel 2 menguraikan komponen apa saja yang diperlukan :

**Tabel 2.** Komponen Yang Dibutuhkan

No	Nama Komponen	Fungsi dan keterangan
1	NodeMCU ESP8266	Berfungsi sebagai <i>controller</i> serta berfungsi mengirimkan data dari sensor ke <i>cloud hosting</i> .
2	ESP32Cam	Sebagai mikrokontroler kedua yang dapat meng- <i>capture</i> gambar siswa untuk dikirimkan ke <i>cloud hosting</i> .
3	Sensor Ultrasonic HC-SR04	Sensor yang bekerja untuk mendeteksi keberadaan siswa ketika berdiri di depan tempat sampah dan mengukur volume isi dari tempat sampah
5	Modul DF Player	Berfungsi menyimpan rekaman suara untuk diputar oleh mikrokontroler.
6	Speaker	Berfungsi untuk mengeluarkan suara rekaman dan notifikasi
7	LCD 16x2	Sebagai output data sensor atau informasi berbentuk tulisan atau karakter.
8	Kabel Jumper	Berguna sebagai penyambung (isolator) antar komponen sehingga membentuk sebuah rangkaian.
9	Adaptor	Menghasilkan sumber tegangan searah (DC) untuk mengaktifkan sistem <i>smart trash</i> .

### 2.3. Perancangan Dalam Bentuk Blok Diagram

Sebuah sistem terdiri dari bagian-bagian atau blok yang saling berkerjasama. Dalam penelitian ini sistem terdiri dari 3 bagian blok diantaranya blok *input*, blok proses dan blok *output*. Sensor berada pada blok *input*, mikrokontroler merupakan bagian komponen proses dan komponen aktuator dan *display* merupakan blok *output*. Berikut gambar 3 mendeskripsikan blok atau bagian-baian pada sistem :

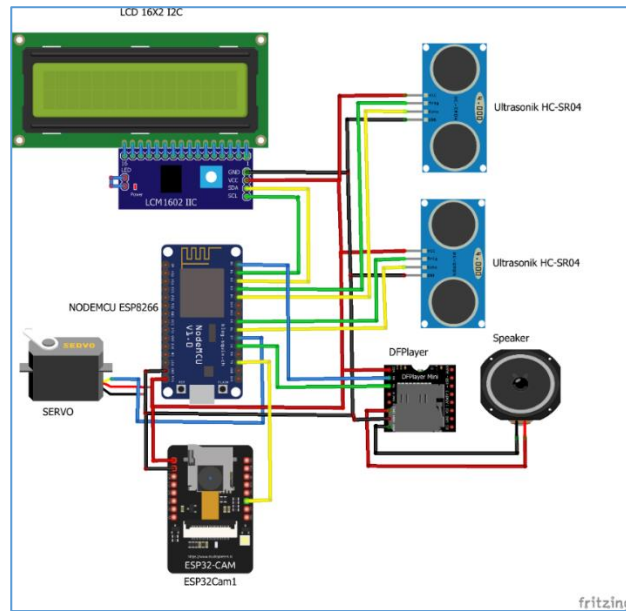


**Gambar 3.** Blok Diagram

Gambar 3 di atas menjelaskan diagram blok sistem. Sistem terdiri dari dua buah mikrokontroler yaitu NodeMCU ESP8266 dan ESP32cam. NodeMCU merupakan pusat *controller* utama yang berfungsi untuk menerima input dari sensor ultrasonik kemudian memprosesnya sehingga menghasilkan perintah (output) ke LCD, motor *servo* dan modul *DF player* dan mengirimkan data sensor ke *web server* melalui protokol *http*, NodeMCU juga mengirimkan data ke ESP32cam melalui komunikasi serial data yang dikirim akan diproses oleh ESP32Cam untuk mengaktifkan modul kamera dan meng-*capture* gambar kemudian gambar tersebut dikirim ke web server melalui protokol *http*.

### 2.4. Perancangan Dalam Bentuk desain Prototype

Perancangan sistem dalam bentuk desain *prototype* merupakan perancangan dasar dari sistem dalam bentuk rangkaian eletronika. Berikut gambar 4 merupakan desain *prototype* dari sistem :



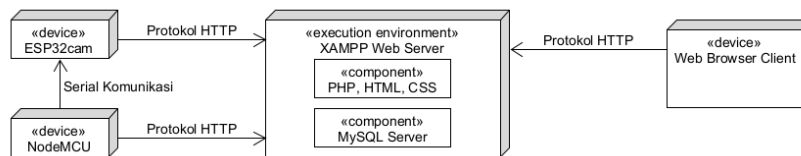
Gambar 4. Desain Rangkaian Prototype

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang konsep dari sistem yang digambarkan melalui *deployment* diagram dan *flowchart* sistem kemudian menjelaskan hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu berupa hasil rancangan alat.

#### 3.1 Deployment Diagram

Deployment diagram menggambarkan lingkungan kerja dari sistem baik dari sisi perangkat perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut ini gambar 5 merupakan gambar *deployment* diagram yang merupakan gambaran pada lingkungan penelitian yang dilakukan :



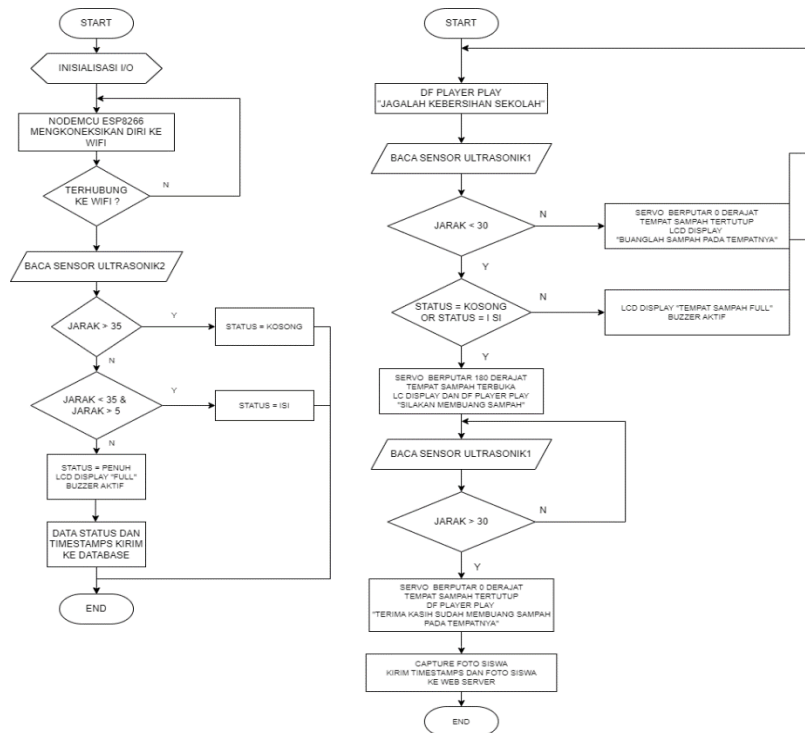
Gambar 5. Deployment Diagram

*Deployment* diagram menggambarkan lingkungan kerja dari sistem. Lingkungan kerja dari sistem tempat sampah otomatis ini terdiri dari dua buah device yaitu NodeMCU ESP8266 dan ESP32cam, antara kedua device ini terdapat komunikasi data melalui komunikasi serial. Kemudian terdapat lingkungan yang berfungsi untuk menjalankan skrip PHP, HTML dan CSS yang disebut *execution environment* dalam lingkungan ini juga terdapat komponen MySQL Server dan yang terakhir lingkungan *device* dari sisi pengguna yang berfungsi untuk membuka aplikasi *web* menggunakan *web browser*. Ketiga lingkungan tersebut berkomunikasi melalui protokol HTTP.

#### 3.2. Flowchart Sistem

Alur kerja atau proses dari sistem digambarkan dalam sebuah *flowchart*. Alur kerja yang digambarkan diantaranya proses NodeMCU melakukan inisialisasi perangkat I/O, Mengambil nilai dari pembacaan sensor sensor ultrasonik pada sistem, kinerja dari modul DF *player* dalam menjalankan file suara, perintah untuk menggerakkan motor servo yang diatur juga mengirim data ke sistem basis data untuk ditampilkan ke dalam aplikasi berbasis web. Berikut gambar 6 *flowchart* dari sistem :

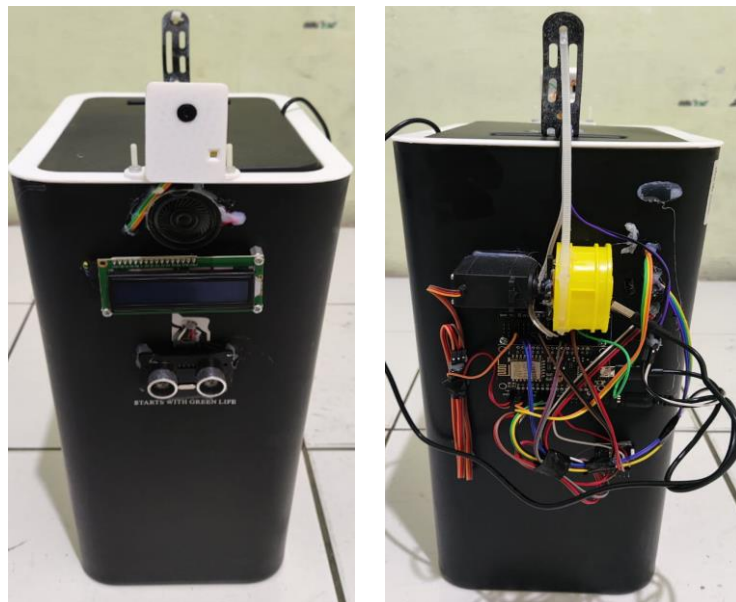




Gambar 6. Flowchart Sistem

### 3.3. Hasil Rancangan Alat

Hasil Rancangan Alat yang terdiri dari beberapa komponen seperti NodeMCU, ESP32Cam, sensor ultrasonic, Modul DF player, LCD dan speaker yang dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Hasil Rancangan Alat

### 3.4. Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

Pengujian sensor dan sistem berfungsi untuk mengetahui apakah prototype pada smart trash ini dapat bekerja sesuai dengan perancangan alat atau sistem. Hasil pengujian disajikan pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Hasil pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Ekspetasi	Hasil	
			Bisa/ Tidak	Keterangan
1	NodeMCU	Terhubung dengan wifi	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan komputer	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan serial port	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan sensor <i>Ultrasonik</i>	Bisa	Berhasil
		Terhubung ke ESP32Cam	Bisa	Berhasil
		Terhubung ke motor Servo	Bisa	Berhasil
		Terhubung ke LCD	Bisa	Berhasil
2	Sensor Flame	Terhubung ke modul DF player	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan web server	Bisa	Berhasil
3	Motor servo	Menampilkan Data Proses Program di Serial Monitor	Bisa	Berhasil
4	Modul DF Player	Terhubung ke web server	Bisa	Berhasil
5	LCD	Memainkan atau menjalankan file suara MP3	Bisa	Berhasil
6	Web Server	Menampilkan tulisan atau karakter	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan program aplikasi web	Bisa	Berhasil
		Dapat menyimpan data	Bisa	Berhasil
7	Esp32cam	Dapat menampilkan data	Bisa	Berhasil
		Terkoneksi dengan database	Bisa	Berhasil
		Dapat mengirimkan gambar foto	Bisa	Berhasil

Berdasarkan tabel pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa sistem perancangan antara mikrokontroler dengan komponen *input* dan *output* tersambung dengan baik sehingga dapat bekerja sesuai fungsinya

### 3.5. Tampilan Layar

#### 3.5.1. Tampilan Layar Login

Tampilan halaman login merupakan layar pertama yang terbuka saat *user* mengakses aplikasi sistem tempat sampah otomatis. User diharuskan untuk menginput username beserta *password* dengan benar, jika *username* atau *password* yang dimasukkan tidak sesuai maka akan muncul notifikasi “*Username* atau *Password* anda salah!” tetapi ketika *username* atau *password* yang diinput sesuai maka user akan masuk ke sistem menuju ke halaman utama. Gambar 8. merupakan gambar halaman login :



Gambar 8. Tampilan Layar Login

### 3.5.2. Tampilan Layar Halaman Monitoring

Halaman utama merupakan tampilan awal sistem ketika user berhasil login. User dapat melihat informasi status tempat sampah dan melakukan kontrol ke tempat sampah secara manual dan otomatis, saat user meng-klik tombol *logout* maka user akan keluar dari sistem dan menuju halamann login. Berikut gambar 9. merupakan gambar tampilan layar utama :



Gambar 9. Tampilan Layar Halaman Monitoring

### 3.5.3. Tampilan Log Tempat Sampah

Tampilan Log tempat sampah pada Gambar 10 merupakan tampilan untuk melihat data status isi tempat sampah yang masuk ke database. Data-data tersebut berurut berdasarkan waktu dan dapat di *filter* sesuai dengan waktu yang diinginkan.

No	Status	Waktu Akses
1	Kosong	2024-06-07 14:10:20
2	Kosong	2024-06-07 13:54:12
3	Kosong	2024-06-07 13:53:55
4	Kosong	2024-06-07 13:53:41
5	Kosong	2024-06-07 13:52:46
6	Kosong	2024-06-07 13:51:52
7	Kosong	2024-06-07 13:51:13
8	Kosong	2024-06-05 10:09:11
9	Kosong	2024-06-05 10:08:54
10	Kosong	2024-06-05 10:08:40
11	Terisi 25%	2024-06-05 10:08:12
12	FULL 100%	2024-06-04 07:53:12

Gambar 10. Tampilan Log Tempat Sampah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Tingkat keberhasilan tempat sampah otomatis berbasis web IoT ini dalam membuka dan menutup secara otomatis. Berikut tabel 4 hasil pengujian *log* dari sistem tempat sampah otomatis :

Tabel 4.. Hasil Pengujian Log *tempat sampah*

No	Hasil	Keterangan
----	-------	------------



	Waktu Percobaan (Jam)	Pembacaan sensor ultrasonik		Isi tempat sampah	Waktu respon	
1.	11:00 WIB	Ada siswa	Terbuka	Kosong	2 detik	Berhasil
2.	11:10 WIB	Tidak ada siswa	Tertutup	Terisi	3 detik	Berhasil
3.	11:20 WIB	Ada siswa	Terbuka	Terisi	1 detik	Berhasil
4.	11:30 WIB	Tidak ada siswa	Tertutup	Penuh	3 detik	Berhasil
5.	11:40 WIB	Ada siswa	Tertutup	Penuh	2 detik	Berhasil
6.	11:50 WIB	Tidak ada siswa	Tertutup	Penuh	1 detik	Berhasil
7.	12.00 WIB	Ada siswa	Tertutup	Kosong	Tidak ada	Tidak berhasil

Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa tempat sampah akan terbuka pada saat ada siswa di depan tempat sampah dan isi tempat sampah kosong atau terisi dan sistem akan tidak bekerja saat sistem tempat sampah tidak terkoneksi dengan internet.

### 3.5.4. Tampilan Log Siswa

Tampilan Log siswa pada Gambar 11 merupakan tampilan untuk melihat data siswa yang membuang sampah beserta fotonya yang masuk ke database. Data-data tersebut berurut berdasarkan waktu dan dapat di *filter* sesuai dengan waktu yang diinginkan.



Gambar 11. Tampilan Log Siswa

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik pada perancangan dan pengujian alat setelah berhasil dilakukan pada perancangan tempat sampah otomatis berbasis IoT yaitu board NodeMCU ESP8266 dapat berfungsi sebagai pusat kendali (*controller*) pada sistem *smart trash* otomatis dan motor servo dapat menggerakkan tutup tempat sampah, penelitian ini berhasil menciptakan sistem monitoring isi tempat sampah secara langsung sehingga dapat membantu guru untuk mengetahui isi tempat sampah dan data siswa yang rajin membuang sampah pada tempatnya, penelitian ini juga menghasilkan sebuah aplikasi monitoring dengan mengintegrasikan bahasa pemrograman HTML dan PHP serta database Mysql.

Adapun saran yang dapat diberikan pada Sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT adalah adakah diharapkan pada penelitian berikutnya sistem monitoring dibuat menggunakan aplikasi berbasis Android atau iOS adanya penambahan notifikasi secara realtime menggunakan aplikasi berbasis Android atau iOS agar sistem monitoring lebih fleksibel dan mudah dalam penyampaian notifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuntari Purba Sari, “Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Dan Persediaan Obat Pada Apotek Merben Di Kota Prabumulih,” *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputerisasi Akuntansi (Jsk)*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [2] I. A. P. M. A. R. S. D. H. Daffa Rizki Putra Noordi, “Perancangan tempat sampah otomatis berbasis arduino ,” *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [3] Y. (DEPARTEMEN T. E. U. H. M. Malliwang, “Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Yedarson,” *J Chem Inf Model*, vol. 63, no. 9, 2020.
- [4] 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, 2022, doi: 10.33772/jfe.v7i2.25233.
- [5] M. Ismail, R. K. Abdullah, and S. Abdussamad, “Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i1.8099.
- [6] D. D. S. Ramadhina Trie Ananda, “Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [7] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI,” *Jurnal Imagine*, vol. 2, no. 1, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.
- [8] A. Nurdianto, D. Notosudjono, and H. Soebagia, “Rancang bangun sistem peringatan dini banjir (early warning system) terintegrasi internet of things,” *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro*, vol. 01, no. 1, 2018.
- [9] A. Hartono and A. Widjaja, “Prototype Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Flame, Sensor Dht11 Dan Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Berbasis Website,” *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI) Jakarta-Indonesia*, no. September, 2022.
- [10] R. A. Ma'arif, Fauziah, and N. Hayati, “Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT,” *Jurnal Infomedia*, vol. 4, no. 2, 2019.