

# Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Menggunakan Sensor *Proximity*

**Ika Nurjannah<sup>1\*</sup>, Muh. Basri<sup>2</sup>, Untung Suwardoyo<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Program Studi, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

\*Email : [ikanurjannah1109@gmail.com](mailto:ikanurjannah1109@gmail.com)

**Abstract:** *Technological advances in the modern era have had a positive impact as well as caused environmental problems, one of which is related to waste management in schools. There are still many types of waste that are mixed and piled up in landfills, so it is necessary to carry out a sorting process to make recycling easier. This research aims to design an automatic waste sorting tool that can identify the type and measure the volume of waste. This tool is equipped with a monitoring application to help officers monitor volume in real-time. This research method is experimental with inductive proximity, capacitive proximity, and infrared proximity sensors for sorting metal, inorganic and organic waste, as well as volume measurement ultrasonic sensors. This tool is controlled by a NodeMCU ESP8266 microcontroller and Arduino Uno, with a servo motor as the sorting mechanism. Firebare, Java to create a monitoring application that will be implemented for approximately 3 months in 2023 at SMKN 2 Pinrang. The results of making a waste sorting tool using a proximity sensor can automatically sort waste based on type; the volume of waste is measured using an ultrasonic sensor, and NodeMCU sends data to Firebase in real-time, and a notification will appear when the waste capacity reaches 100%.*

**Keywords:** *Arduino Uno; Sensor Proximity; NodeMCU ESP8266; Automatic*

**Abstrak :** Kemajuan teknologi di era moderen membawa dampak positif sekaligus menimbulkan permasalahan lingkungan, salah satunya terkait pengelolaan sampah di sekolah masih banyak jenis sampah yang tercampur dan menumpuk di tempat pembuangan, sehingga perlu dilakukan proses pemilahan untuk memudahkan mendaurulang. Penelitian ini bertujuan merancang alat pemilah sampah otomatis yang dapat mengidentifikasi jenis dan mengukur volume sampah. Alat ini dilengkapi aplikasi pemantauan untuk membantu petugas memantau volume secara *real-time*. Metode penelitian ini bersifat eksperimen dengan sensor *Inductive Proximity*, *Capacitive Proximity*, dan *Infrared Proximity* untuk memilah sampah logam, anorganik, dan organik, serta sensor ultrasonik mengukur volume. Alat ini dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Arduino Uno, dengan Motor *Servo* sebagai mekanisme pemilahan. *Firebare, java* untuk membuat aplikasi *monitoring* Yang dilaksanakan selama kurang lebih 3 bulan pada tahun 2023 di SMKN 2 Pinrang. Hasil pembuatan alat pemilah sampah dengan menggunakan sensor *proximity* dapat memilah sampah secara otomatis berdasarkan jenisnya, volume sampah diukur dengan sensor ultrasonik dan *NodeMCU* mengirimkan data ke *Firebase* secara *real-time*, dan notifikasi akan muncul ketika kapasitas sampah mencapai 100%.

Kata Kunci : *Arduino Uno; Sensor Proximity; NodeMCU ESP8266; Otomatis*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era moderen ini, perkembangan teknologi semakin pesat dan membawa dampak positif bagi berbagai aspek kehidupan manusia. Namun, di sisi lain, perkembangan ini juga menyebabkan berbagai masalah lingkungan, salah satunya adalah masalah sampah(Wafi et al., 2020). dengan perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor dapat melahirkan alat untuk meningkatkan kesadaran masyarakat pentingnya kebersihan lingkungan.

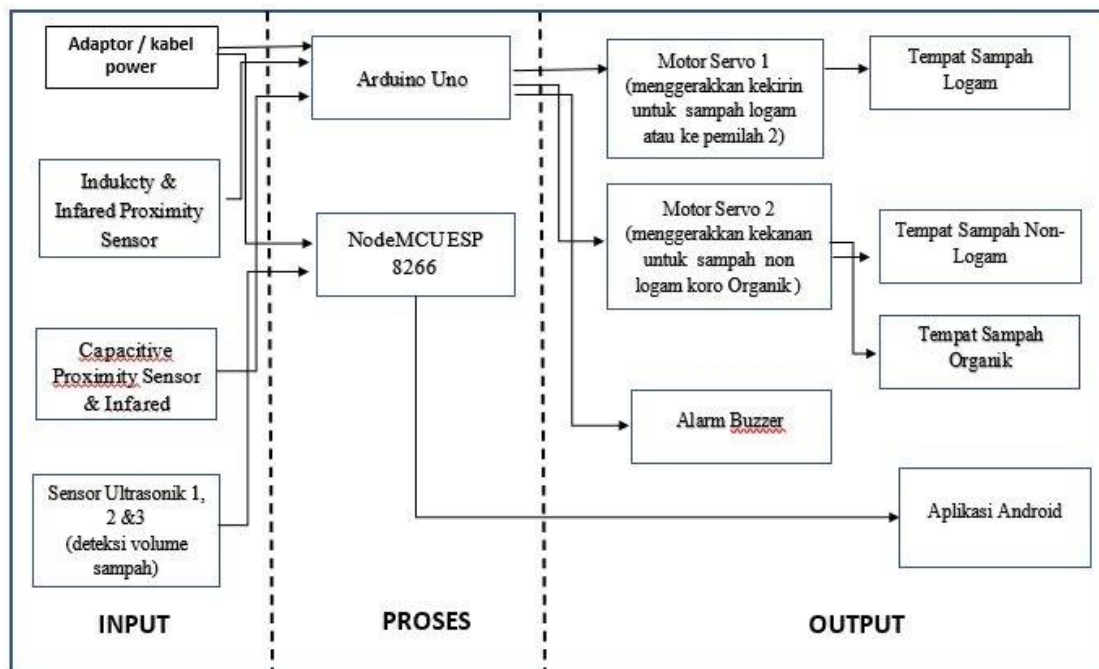
Perancangan alat pemilah sampah otomatis ini menggunakan sensor *Inductive Proximity* untuk mendeteksi jenis sampah logam, dengan *mikrokontroler NodeMCU ESP8266* dan *Arduino Uno*. Sistem ini juga dilengkapi dengan motor *servo* dan sensor ultrasonik untuk mengukur volume sampah, serta memberikan informasi melalui notifikasi pada aplikasi Android. Otomatisasi diterapkan pada penanganan sampah pintar berbasis *Arduino Uno*, yang disebut sebagai tempat sampah pintar(Gumilang & Sriutari, 2021). Rancang bangun ini untuk mengelola sampah dengan kemampuan memilah sampah logam, anorganik, dan organik, serta mengirimkan informasi kondisi tempat sampah. Dengan menambahkan fungsi IoT (*Internet of Things*), sistem ini dapat memberikan informasi tentang keadaan tempat sampah yang telah penuh kepada pengelola sampah melalui aplikasi Android(Pambudi et al., n.d.). Rancang bangun ini mengenai tempat sampah pintar yang memiliki dua kompartemen untuk sampah organik dan anorganik. Tempat sampah ini dilengkapi dengan satu pintu masuk untuk memasukkan sampah. Tutup tempat sampah akan secara otomatis membuka dan menutup saat mendeteksi kehadiran manusia pada jarak 40 cm. Jika sampah organik terdeteksi, *servo* akan membuka kompartemen sampah organik, sedangkan jika tidak ada deteksi oleh sensor *proximity* kapasitif, *servo* akan membuka kompartemen sampah anorganik. Jika salah satu kompartemen sudah penuh, *buzzer* akan berbunyi dan *LED* akan menyala sebagai indikator. Selain itu, sistem akan mengirimkan SMS kepada petugas sebagai pemberitahuan bahwa tempat sampah telah penuh(Fatmawati et al., 2020). Rancang bangun ini juga mengembangkan sistem tempat sampah pintar yang mampu mengukur tinggi sampah, memilah sampah logam dan non-logam, serta memberikan notifikasi kepada petugas sampah ketika tempat sampah sudah penuh melalui aplikasi Android. Pada desain ini, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur tinggi sampah, sedangkan sensor *infrared* dan *proximity* digunakan untuk pemilahan sampah logam dan non-logam. Sistem ini bekerja melalui jaringan internet menggunakan *mikrokontroler NodeMCU* untuk menghubungkan rancangan tempat sampah dengan aplikasi Android yang dibuat menggunakan *MIT App Inventor* (Ibnu Hajar & Jupri, 2021).

Tempat sampah berbasis teknologi *Raspberry Pi* dan *Internet of Things* (IoT) ini berbasis *website*. Sistem ini dilengkapi dengan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi objek dan data sampah. Pada *output*, digunakan motor *servo* untuk menggerakkan penutup tong sampah, serta web server untuk memantau data sampah dari jarak jauh(Ismail et al., 2021). Prototipe tempat sampah pintar ini memisahkan sampah organik dan anorganik menggunakan *mikrokontroler* dan sensor ultrasonik, sementara sensor *proximity* digunakan untuk mendeteksi sampah B3 (Cahyati & Ramdhani, 2021). Berdasarkan penelitian terdahulu di atas, peneliti bermaksud untuk mengangkat topik penelitian ini dengan judul "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Menggunakan Sensor *Proximity*".

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen atau percobaan yang dilakukan secara terencana, sistematis, dan terkontrol dengan ketat, baik dalam bentuk desain fungsional maupun desain *factorial*. Penelitian ini dilaksanakan di Lab.TKJ SMKN 2 Pinrang, kab. Pinrang Sulawesi Selatan selama Tiga bulan, Adapun alat dan bahan yang digunakan, *Nodemcu Esp8266, Arduino Uno, Induktif Proximity Sensor, Capacitive Proximity Sensor, Infrared Proximity Sensor, Sensor Ultrasonik, Sensor Infrared, Motor Servo, Kabel Power, Kabel Jumper, Power Supply, Buzzer Alarm, Solder, Laptop*.

### 2.1. Blok Diagram

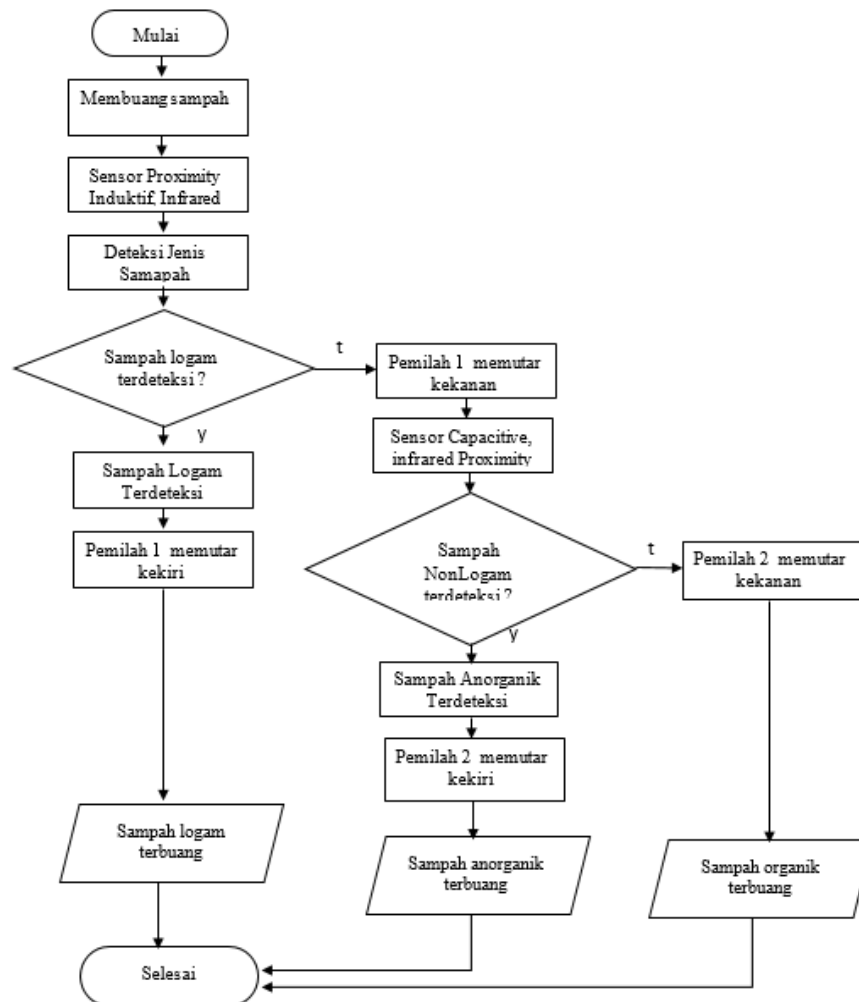


Gambar 1. Blok Diagram

Pada gambag 1. Blok diagram merupakan alur untuk perangkat keras.

- Input* : terdiri dari beberapa perangkat yang terhubung ke *mikrokontroler* (*adaptor, inductive proximity sensor, Capacitive proximity sensor, Infrared proximity sensor, sensor ultrasonik, sensor infrared*) perangkat ini termasuk alat *input*.
- Proses : kami menggunakan NODEMCU ESP8266 *Mikrokontroler* sebagai alat proses dan mengirim informasi kapasitas sampah ke android dan Arduino Uno sebagai *Mikrokontroler* Pemilah sampah(Akbar et al., 2021).
- Output* : kami menggunakan perangkat motor *servo* sebagai media pembuka tutup tempat sampah, tempat sampah, dan aplikasi Android, alarm Buzzer.

## 2.2. Flowchart



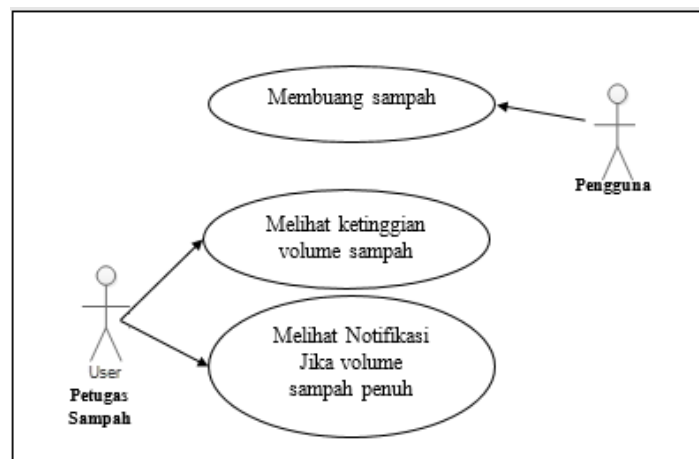
**Gambar 2.** Flowchat Sistem Pemilah Sampah Otomatis

*Flowchart* yang terdapat dalam gambar 2. menunjukkan serangkaian langkah keputusan dan proses yang berbeda. *Flowchart* tersebut dampak menggambarkan proses pengambilan keputusan untuk pemicu *input*, dengan berbagai hasil berdasarkan kondisi yang terpenuhi pada setiap titik keputusan. Berikut adalah deskripsi langkah demi langkah dari *flowchart* tersebut:

- Flowchart* dimulai dengan oval yang diberi label di bagian atas, menandakan awal dari proses, dengan teks "Mulai".
- Dari titik awal, berdatap panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk persegi panjang, yang mewakili titik proses pertama dengan label "membuang sampah".
- Dari titik proses membuang sampah, berdatap panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk persegi panjang, yang mewakili titik proses kedua dengan label "*sensro proximity induktif, infrared*".
- Dari titik proses *sensro proximity induktif, infrared*, berdatap panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk persegi panjang, yang mewakili titik keputusan kedua dengan label "deteksi jenis sampah".

- e. Dari titik proses deteksi jenis sampah, berdatang panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk berlian, yang mewakili titik keputusan kedua dengan label "sampah logam terdeteksi?".
- f. Dari titik keputusan "sampah logam terdeteksi?", terdapat dua kemungkinan hasil:
  - 1. Jika jawabannya "YA", alur berlanjut ke persegi panjang dengan label "Sampah logam terdeteksi", yang kemudian menuju ke persegi panjang dengan label "pemilah 1 memutar kekiri", kemudian akhir proses belah ketupat dengan label "sampah logam terbang".
  - 2. Jika jawabannya "TIDAK", alur berlanjut ke persegi panjang dengan label "pemilah 1 memutar ke kanan".
- g. Dari titik pemilah 1 memutar ke kanan, berdatang panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk persegi panjang, yang mewakili titik proses selanjutnya dengan label "sensor *capacitive, infrared proximity*".
- h. Dari titik proses sensor *capacitive, infrared proximity*, berdatang panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk berlian, yang mewakili titik keputusan kedua dengan label "sampah nonlogam terdeteksi?".
- i. Dari titik keputusan "sampah Nonlogam terdeteksi?", terdapat dua kemungkinan hasil:
  - 1. Jika jawabannya "YA", alur berlanjut ke persegi panjang dengan label "Sampah Anorganik terdeteksi", yang kemudian menuju ke persegi panjang dengan label "pemilah 2 memutar ke kiri", kemudian ke akhir proses belah ketupat dengan label "sampah Anorganik terbang".
  - 2. Jika jawabannya "TIDAK", alur berlanjut ke persegi panjang dengan label "pemilah 2 memutar ke kanan".
- j. Dari titik pemilah 2 memutar ke kanan, berdatang panah yang menunjuk ke bawah ke bentuk belah ketupat, yang mewakili titik proses akhir dengan label "sampah Organik terbang".
- k. Akhir dari *flowchart* ditandai dengan oval yang diberi label "Selesai".

### 2.3. Usecase



Gambar 3. Usecase Aplikasi Android

Dalam konteks penggunaan *usecase*, pada gambar 3. diagram alur yang diberikan menggambarkan skenario atau situasi yang mungkin terjadi dalam suatu sistem atau proses tertentu. *Usecase* ini dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Pengguna : Representasi dari entitas yang terlibat dalam skenario, dalam hal ini, "Aktor" merupakan entitas yang melakukan aksi atau mengontrol dalam proses yang dijelaskan.
- b. Fitur pertama : pengguna dimulai dengan tugas pertama yaitu "membuang sampah." Hal ini menunjukkan langkah awal yang harus dilakukan oleh aktor dalam rangka menguji sistem perangkat keras.
- c. *User* : Representasi dari entitas yang terlibat dalam skenario, dalam hal ini, "*User*" merupakan entitas yang melakukan aksi atau mengontrol dalam proses yang dijelaskan.
- d. Fitur Kedua : setelah sampah dibuang *user* dapat "melihat ketinggian volume sampah melalui aplikasi" Langkah ini menunjukkan bahwa *user* harus melakukan pemantauan pada aplikasi.
- e. Fitur ketiga : Langkah terakhir dalam skenario ini adalah "melihat notifikasi jika volume sampah penuh" hal ini menunjukkan bahwa setelah melihat ketinggian volume sampah akan otomatis masuk notifikasi jika sampah penuh.

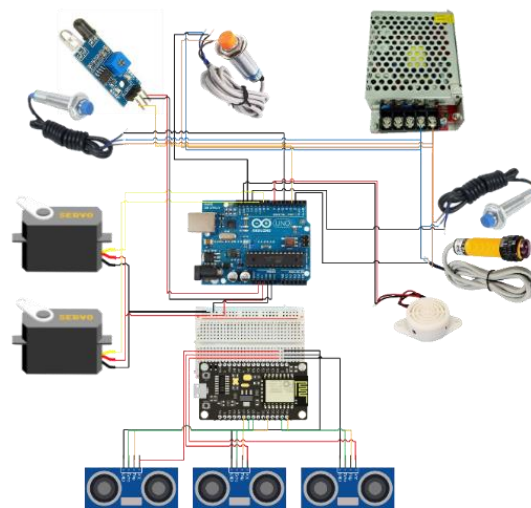
Dengan demikian, *usecase* ini dapat digunakan untuk memahami urutan tugas atau langkah-langkah yang harus dilakukan dalam situasi tertentu. *Usecase* seperti ini dapat membantu dalam merancang sistem, memahami interaksi antara entitas yang terlibat, dan mengidentifikasi kebutuhan fungsional yang harus dipenuhi dalam proses tersebut.

#### **2.4. Teknik Pengumpulan Data**

- a. Observasi: Observasi adalah proses pengamatan langsung terhadap peristiwa di lapangan, yang memungkinkan penulis untuk memperkuat data yang telah ada.
- b. Dokumentasi: Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data dengan menghimpun berbagai dokumen yang tersedia.
- c. Studi Literatur: Studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman mengenai otomatisasi menggunakan *Arduino Uno*, NODEMCU ESP8266, dan *Proximity* Sensor sebelumnya.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

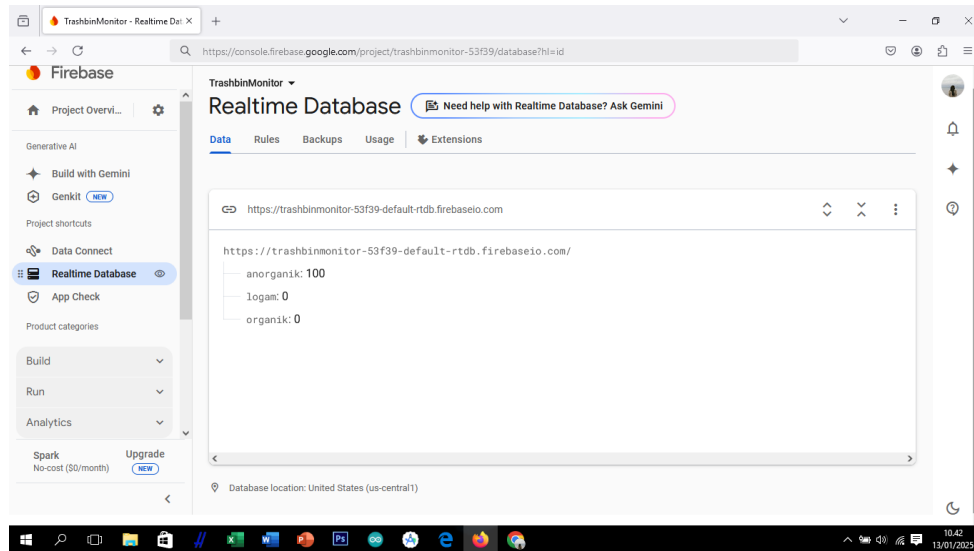
Dalam karya ilmiah ini, penulis akan secara komprehensif menguraikan hasil-hasil dari pengujian alat yang telah dilakukan. Selain itu, penulis juga akan melakukan analisis mendalam serta pembahasan yang kritis untuk menginterpretasikan temuan-temuan tersebut. Tujuannya adalah untuk memberikan pemahaman yang mendalam terhadap implikasi hasil-hasil tersebut dalam konteks aplikasi praktis dan teoritis.



**Gambar 4.** Rangkaian Perangkat Keras

Gambar di atas menggambarkan diagram *Fritzing*, yang merupakan representasi grafis dari rangkaian elektronik. Komponen-komponen dan koneksi mereka disusun untuk menunjukkan bagaimana mereka akan dirangkai pada *breadboard* fisik dan bagaimana mereka dihubungkan. Komponen utama dan fitur-fitur dari rangkaian tersebut adalah sebagai berikut:

- Arduino Uno* : merupakan *mikrokontroler* di Analogikan sebagai *Board Arduino* yang terhubung ke perangkat lainnya(Laksana et al., n.d.)
- Sensor Proximity Induktif* : merupakan sensor jarak yang sering digunakan untuk deteksi jenis benda dan *Sensor Proximity Induktif* ini digunakan untuk deteksi logam.
- Sensor Proximity Kapasitif* : digunakan untuk mendeteksi jarak antara sensor dan objek. Sensor ini umumnya digunakan untuk mengenali jenis benda, dan khususnya digunakan untuk mendeteksi benda berbasis logam dan non-logam seperti plastik, kaca, dan lain sebagainya.
- Sensor Proximity Infrared* : merupakan sensor jarak yang sering digunakan untuk deteksi jenis benda yang memantulkan cahayanya kembali.
- Motor servo* : merupakan perangkat listrik yang digunakan untuk mendorong dan memutar objek Pada penelitian ini menggunakan 2 (Dua) *Motor Servo* sebagai penggerak Pemilah sampah.
- NODEMCU Esp8266* dianalogikan sebagai *board arduino* yang terkoneksi dengan *Esp8266*(AMARIA et al., 2021) *NODEMCU* juga sudah terintegrasi dengan berbagai fitur selayaknya *mikrokontroler* dan kapasitas aksesnya terdapat *wifi* dan *chip* komunikasi yang berupa *USB to serial* sehingga pemrograman hanya membutuhkan kabel data *USB*.
- Sensor Ultrasonik* berfungsi untuk deteksi jarak, Sensor ini bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik. Gelombang ini dipantulkan kembali oleh objek dan sensor mendeteksinya.



**Gambar 5.** Data Realtime Database

Pada **Gambar 5.** Merupakan tampilan data *Realtime Database* dikirimkan dengan SDK seluler dan web sehingga dapat mem-*build* aplikasi tanpa memerlukan server. juga dapat mengeksekusi kode *backend* yang merespons peristiwa yang dipicu oleh *database* menggunakan *Cloud Functions for Firebase*.

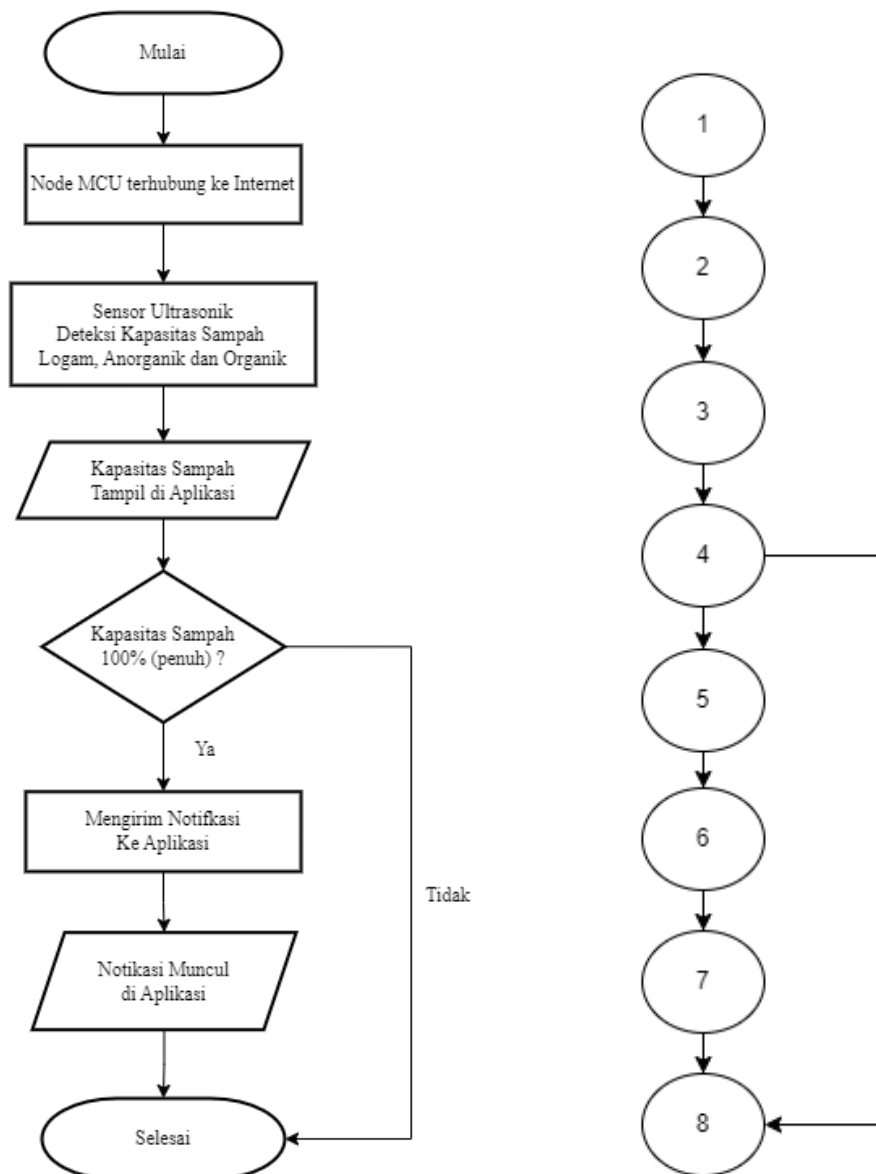


**Gambar 6.** Tampilan Aplikasi *Monitoring Trash Bin*

Pada **Gambar 6.** Merupakan tampilan keadaan tempat sampah Logam terisi 50% atau status penuh, tempat sampah Non Logam terisi 100% atau status terisi dan tempat sampah organik 50% status penuh sensor menunjukkan keadaan tempat sampah menyalah dan sensor mendeteksi tempat sampah kosong dari ketinggian 25cm. Pada aplikasi ini menampilkan jenis tempat sampah dan kapasitas sampah.

### 3.1. Hasil Pengujian *Whitebox*

Pengujian aplikasi dilakukan dengan metode pengujian *White Box* yang melibatkan analisis struktur internal aplikasi, termasuk pemeriksaan keseluruhan *flowchart* dan *flowgraph* aplikasi untuk memastikan kualitas dan keandalan kode program serta logika alur kerja yang terdapat di dalamnya. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam bagaimana aplikasi beroperasi dari dalam, sehingga memungkinkan identifikasi potensial *bug*, kesalahan logika, dan perbaikan yang diperlukan sebelum aplikasi diimplementasikan secara luas. Berikut adalah *Flowchart* dan *flowgraph* secara keseluruhan.



**Gambar 7.** *Flowchart dan Flowgraph*

Dada **Gambar 7.** *flowchart dan Flowgraph* untuk pengujian perangkat lunak, *Flowgraph* diatas dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

f. Mengetahui *Cyclomatic Complexity*  $V(G)$  dari *Edge* dan *Node*:

Dengan Rumus :

$$V(G) = E - N + 2$$

Diketahui :

$$N \text{ (Node)} = 8$$

$$E \text{ (Edge)} = 7$$

$$P \text{ (Predikat node)} = 1$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V(G) &= (E - N) + 2 \\ &= (7 - 8) + 2 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Predikat Node (N)} &= P + 1 \\ &= 1 + 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

g. Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity* dari *Flowgraph* diatas memiliki *Region* = 2

h. *Independent Path* pada *Flowgraph* diatas adalah :

*Path 1* : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8

*Path 2* : 1 – 2 – 3 – 4 – 8

Berdasarkan perhitungan di atas, *Cyclomatic Complexity* ( $V(G)$ ) dari flowgraph tersebut adalah 2. Selain itu, *flowgraph* tersebut memiliki 2 region dan terdapat 2 *Independent path* yang dapat diidentifikasi. Hasil perhitungan ini memberikan pemahaman tentang tingkat kompleksitas dan struktur dari program yang dianalisis, yang dapat berguna dalam mengidentifikasi area-area potensial yang memerlukan perhatian khusus dalam pengembangan dan pengujian perangkat lunak.

### 3.2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja perangkat, termasuk fungsi sensor yang berhasil mendeteksi jenis sampah dan motor *servo* merespons dengan memutar ke arah yang di tentukan. Selain itu sensor juga dapat mendeteksi ketinggian volume sampah dan sistem merespons dengan menampilkan hasil ketinggian sampah dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi apabila sampah penuh. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar.



**Gambar 8.** Pengujian Sensor *proximity* dan Motor Servo

Pada gambar 8. Pengujian Sensor *proximity* dan *Motor Servo* untuk pemilah sampah logam, Anorganik, Organik.



**Gambar 9.** Pengujian Notifikasi

Pada gambar 9. Untuk menguji notifikasi di aplikasi monitoring untuk mengetahui ketinggian sampah.

Berdasarkan hasil pengujian pemilah sampah yang dilakukan di lab. tkj smkn 2 pinrang pada periode tertentu, dapat disimpulkan bahwa alat ini berhasil dalam mengukur dan memvalidasi pemilah sampah pada sebagian besar hari, dengan persentase keberhasilan yang tinggi sebagaimana yang ditunjukkan tabel.

**Tabel 1.** Keberhasilan pengujian perangkat keras

| No. | Nama Sampah     | Jenis Sampah |           |         | Hasil      |
|-----|-----------------|--------------|-----------|---------|------------|
|     |                 | Logam        | Anorganik | Organik |            |
| 1   | Kaleng Minuman  | ✓            |           |         | Terdeteksi |
| 2   | Kertas          |              | ✓         |         | Terdeteksi |
| 3   | Kantong Plastik |              | ✓         |         | Terdeteksi |
| 4   | Sayur           |              |           | ✓       | Terdeteksi |
| 5   | Botol pelastik  |              | ✓         |         | Terdeteksi |
| 6   | Kardus          |              | ✓         |         | Terdeteksi |

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian rancang bangun alat pemilah sampah berbasis sensor *proximity* mampu memilah sampah logam, anorganik, dan organik secara otomatis. Selain

itu, sistem *monitoring* melalui aplikasi Android memberikan kemudahan bagi petugas dalam mengelola sampah secara lebih efisien dan efektif.

## REFERENSI

- Akbar, M., Anjasmara, D., Diah, D. K., & Wardhani, K. (2021). Jurnal Politeknik Caltex Riau Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor *Proximity* dan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Komputer Terapan*, 2(2), 290–299. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>
- AMARIA, M., Prasetyo, A. P. P., & Rendyansyah, R. (2021). ... *Bangun Tong Sampah Pintar Pemilah Sampah Logam Dan Non-Logam Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu Esp8266*. September. [https://repository.unsri.ac.id/54342/%0Ahttps://repository.unsri.ac.id/54342/3/RAMA\\_56401\\_09040581822003\\_0020108805\\_0022098804\\_01\\_front\\_ref.pdf](https://repository.unsri.ac.id/54342/%0Ahttps://repository.unsri.ac.id/54342/3/RAMA_56401_09040581822003_0020108805_0022098804_01_front_ref.pdf)
- Cahyati, S., & Ramdhani, Y. (2021). Aplikasi Android Monitoring Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things. *EProsiding Teknik Informatika ...*, 2(1), 112–121. <http://eprosiding.ars.ac.id/index.php/pti/article/view/319>
- Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), 124–134.
- Gumilang, R., & Sriutari, S. (2021). Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Informasi Indonesia*, 6(02), 111–117.
- Ibnu Hajar, M. H., & Jupri, S. (2021). Sistem Perancangan Tempat Sampah Logam dan Non Logam dengan menggunakan Aplikasi M.I.T Inventor. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(1), 35. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i1.007>
- Ismail, M., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(1), 7–12. <https://doi.org/10.37905/jjee.v3i1.8099>
- Laksana, F. T., Nurhasanah, R., Wathoni, M., Informasi, P. T., Pendidikan, F. I., Muhammadiyah, U., & Selatan, K. T. (n.d.). *RANCANG BANGUN SISTEM SMART TRASH BIN BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO*. 29–34.
- Pambudi, Y. K., Riska, E., & Suwarsono, S. (n.d.). SISTEM MONITORING KESEHATAN LINGKUNGAN BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS). *Repository.Unib.Ac.Id*, 2–7. <http://repository.unib.ac.id/17892/>
- Wafi, A., Setyawan, H., & Ariyani, S. (2020). Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IOT (Internet Of Things) dengan Aplikasi Android. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 20–29. <https://doi.org/10.32528/elkom.v2i1.3134>