

## Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar untuk Meningkatkan Manajemen Sampah Berbasis Mikrokontroler

I Gusti Made Ngurah Desnanjaya\*<sup>1</sup>, I Kadek Budi Sandika<sup>2</sup>, Ida Bagus Gede Sarasvananda<sup>3</sup>, Putu Wirayudi Aditama<sup>4</sup>, I Komang Arya Ganda Wiguna<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Sistem Komputer, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, Bali, Indonesia

<sup>2,3,4,5</sup>Teknik Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, Bali, Indonesia

e-mail: \*[ngurah.desnanjaya@instiki.ac.id](mailto:ngurah.desnanjaya@instiki.ac.id), [ikbsandika@instiki.ac.id](mailto:ikbsandika@instiki.ac.id),

[sarasvananda@instiki.ac.id](mailto:sarasvananda@instiki.ac.id), [wirayudi.aditama@instiki.ac.id](mailto:wirayudi.aditama@instiki.ac.id), [kmaryagw@instiki.ac.id](mailto:kmaryagw@instiki.ac.id)

### Abstrak

Sampah merupakan masalah yang sering dihadapi oleh warga Indonesia terutama dalam melakukan pengelolaan sampah, sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan mudahnya penyebaran penyakit dan tempat yang bau serta kotor. Tempat sampah yang kotor dikarenakan masih tercampurnya sampah organik, anorganik, dan logam pada satu tempat sampah. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat untuk mengatasi masalah tersebut yaitu tempat sampah pintar berbasis Arduino uno sebagai mikrokontroler dan sensor proximity dan infrared sebagai pemilah sampah. Tempat sampah pintar ini berguna untuk memilah sampah sesuai dengan jenisnya yaitu dibagi dalam 3 jenis, dimulai dengan sampah logam, sampah organik dan sampah non-organik. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu metode sekunder atau dengan mencari referensi seperti jurnal maupun buku-buku. Sedangkan metode dalam melakukan pengumpulan data yaitu menggunakan metode SDLC (System Development Live Cycle) yang dimulai dari planing hingga maintance. Alat tempat sampah pintar ini dilakukan 30 kali pengujian dan memiliki status berhasil semua, dengan dilakukan 10 kali pengujian sampah jenis logam, 10 kali pengujian sampah jenis organik dan 10 kali sampah jenis non-organik. Pengujian dilakukan guna untuk mengetahui alat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

**Kata kunci**—Arduino uno, Sensor, Sampah, Pengelolaan.

### Abstract

Garbage is a problem that is often faced by Indonesian citizens, especially in managing waste. Waste that is not managed properly will cause the spread of disease easily and make the place smelly and dirty. Dirty trash cans are caused by organic, inorganic, and metal waste in one trash can. In this research, a tool was created to overcome this problem, namely a smart trash can based on Arduino Uno as a microcontroller and proximity and infrared sensors as waste sorters. This smart trash can is useful for sorting waste according to its type, namely divided into 3 types, metal waste, organic waste, and non-organic waste. The method used in conducting this research is the secondary method or by looking for references such as journals or books. Meanwhile, the method for collecting data is using the SDLC (System Development Live Cycle) method which starts from planning to maintenance. This smart trash can was tested 30 times and had a successful status, with 10 metal waste tests, 10 organic waste tests, and 10 non-organic waste tests. Testing is carried out to determine whether the tool is running as desired.

**Keywords**— Arduino uno, Sensor, Trash, Management

## 1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah serius yang dihadapi oleh banyak kota di Indonesia. [1][2] Pertumbuhan penduduk yang cepat dan perubahan gaya hidup modern telah meningkatkan produksi sampah secara signifikan. Manajemen sampah yang efisien menjadi penting untuk menjaga kebersihan lingkungan, kesehatan masyarakat, dan kelangsungan teknologi. Namun, manajemen sampah yang efektif juga menjadi tantangan besar, terutama dalam konteks perkotaan yang padat penduduk [3][4].

Manajemen sampah merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan. Di tengah pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang pesat, masalah manajemen sampah semakin kompleks dan mendesak untuk diselesaikan [5][6]. Penanganan yang tidak efisien terhadap sampah dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, kerugian ekonomi, serta berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, peningkatan manajemen sampah yang efektif dan efisien menjadi suatu keharusan.

Dalam UU nomor 18 tahun 2008 tentang pengolahan sampah disebutkan bahwa sampah merupakan merupakan sisa dari hasil kegiatan manusia. Berdasarkan jenisnya, sampah dibagi menjadi 3 yaitu sampah dari hewan dan tumbuhan (Organik), sampah dari bahan non hayati seperti plastic (Non-Organik) dan sampah logam. Pengolahan sampah yang tidak baik akan mengganggu lingkungan seperti menyebarkan bau dan menimbulkan penyakit. [7] Hal ini sering terjadi karena menyatukan semua jenis sampah pada tempat yang sama. Dengan memisahkan sampah menjadi kategori yang sesuai, seperti sampah organik, sampah non-organik, dan logam, kita dapat mengurangi pencemaran tanah, air, dan udara. Ini juga membantu melindungi ekosistem alami dari kerusakan yang mungkin disebabkan oleh pembuangan sampah sembarangan. Teknologi merupakan salah satu jawaban dari permasalahan yang ada seperti tempat sampah pintar untuk edukasi memisahkan sampah organik, anorganik, dan logam berdasarkan jenisnya.

Dalam upaya mengatasi masalah tersebut, teknologi berperan penting sebagai alat bantu untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam manajemen sampah. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah penggunaan mikrokontroler sistem otomatis pemilah sampah sebagai edukasi untuk masyarakat, sebuah sistem cerdas pengembangan perangkat keras yang dapat diintegrasikan dalam pembangunan Tempat Sampah Pintar. [8][9] Tempat Sampah Pintar adalah inovasi yang dapat mengoptimalkan pengumpulan sampah, pemantauan, dan pengelolaan melalui sensor-sensor yang terpasang dan dapat berkomunikasi dengan pengelola. [10] Alat ini akan bekerja dengan membedakan jenis sampah yaitu dimulai dari sampah logam, organik dan non organik. Hasil dari pembedaan jenis sampah akan ditampilkan pada LCD dengan menampilkan sampah sesuai dengan jenisnya.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode dalam melakukan pengumpulan data pada tempat sampah pintar menggunakan metode pengumpulan data sekunder. Metode pengumpulan data sekunder merupakan metode yang dilakukan dari pengumpulan data yang dilakukan secara tidak langsung yaitu dapat berupa buku yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan [11][12].

### 2.1 System Development Life Cycle

SDLC (*System Development Live Cycle*) merupakan sebuah framework atau model yang menggambarkan langkah-langkah dalam menyelesaikan suatu sistem dari awal sampai akhir. [13] Dengan menggunakan metode ini akan memudahkan pembuat sistem dalam melakukan perancangan tempat sampah pintar. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu :

#### 1) Planing

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi masalah yang akan diselesaikan oleh Alat tempat sampah pintar. Dari bagian pendahuluan, permasalahan yaitu management

sampah yang tidak baik akan mengganggu lingkungan seperti menyebarkan bau dan menimbulkan penyakit.

2) Analysis

Setelah mengetahui permasalahan yang dihadapi selanjutnya peneliti akan menganalisa apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan tempat sampah pintar. Adapun perlengkapan yang digunakan dalam pembuatan tempat sampah pintar yaitu Arduino uno sebagai mikrokontroler, sensor infrared, sensor proximity (induktif dan kapasitif), sensor ultrasonic, LCD.

3) Desain

Setelah melakukan analisis kebutuhan yang dilakukan peneliti akan melakukan desain yaitu bagaimana alat akan bekerja, bagaimana komponen akan terhubung dan bagaimana bentuk dari cover sistem.

4) Implementation

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melakukan implementasi pada tempat sampah pintar yaitu diawali dengan pembuatan kerangka, pemasangan komponen hingga perakitan komponen sehingga dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

5) Testing

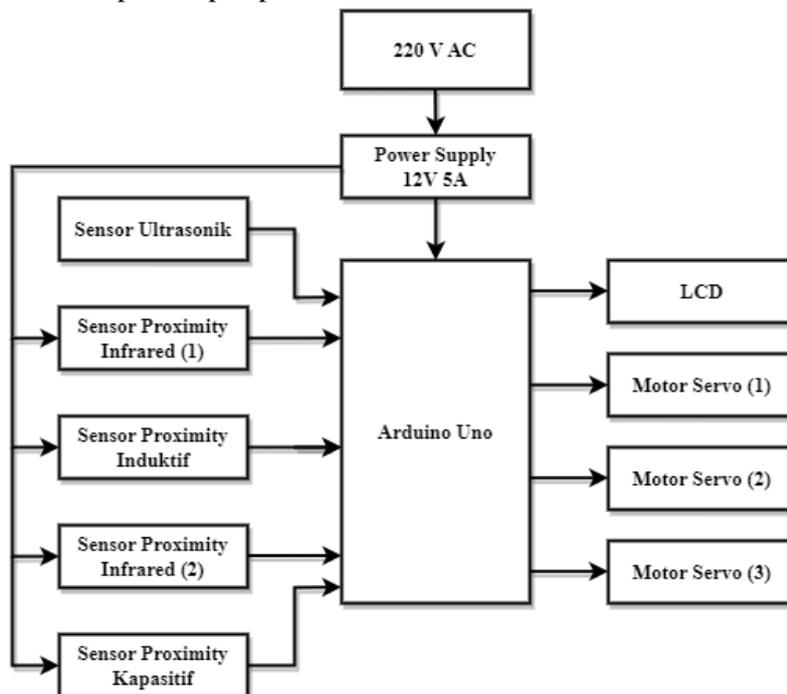
Testing dilakukan sebelum pemasangan komponen dan setelah pemasangan komponen. Sebelum pemasangan komponen dilakukan testing pada sensor dan komponen lainnya.

6) Maintenance

Setelah melakukan testing, Langkah terakhir adalah proses *maintenance* yaitu setelah tempat sampah pintar berjalan dengan baik maka langkah selanjutnya yaitu meminta *feedback* kepada pengguna. *Feedback* tersebut berfungsi sebagai pengembangan alat selanjutnya.

## 2. 2 Blok Diagram

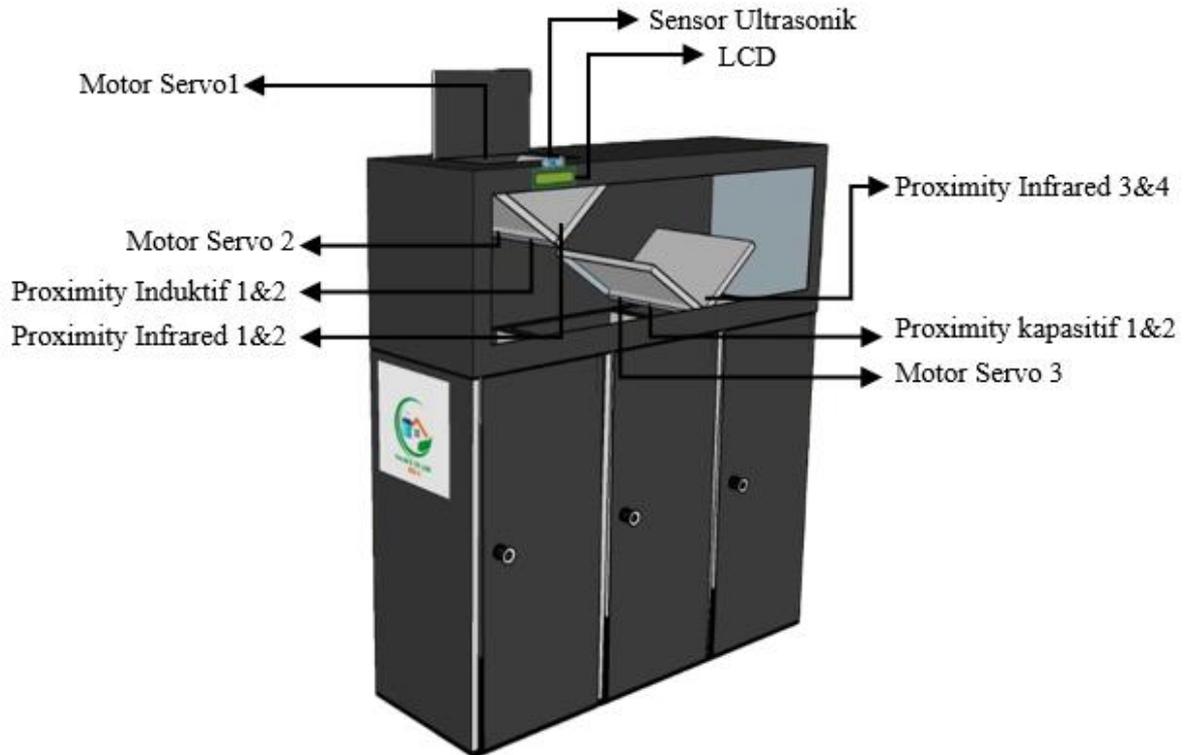
Blok diagram adalah suatu perancangan alat yang mana di dalamnya terdapat inti dari pembuatan modul, blok diagram berfungsi sebagai penyederhana dari alur kerja, mengatur proses hingga menampilkan hubungan antara sistem yang berbeda[14]. Blok diagram pada alat tempat sampah pintar berfungsi agar lebih mudah memahami fungsi setiap perangkat yang digunakan pada alat tempat sampah pintar berbasis arduino uno.



Gambar 1. Blok Diagram dan Desain 3D

## 2.2 Disain sistem

Desain merupakan suatu proses dari menciptakan atau membuat suatu product baru. Dengan pembuatan desain peneliti dapat menentukan bentuk dari alat yang ingin dibuat.[15] Desain dari tempat sampah pintar dibuat berdasarkan perancangan dan kebutuhan sistem. Pada proses desain cover yang dilakukan peneliti dibagi menjadi 2 pemilah sampah dan 3 tempat tong sampah. Desain dari tempat sampah pintar ini dapat dilihat dari gambar berikut ini.

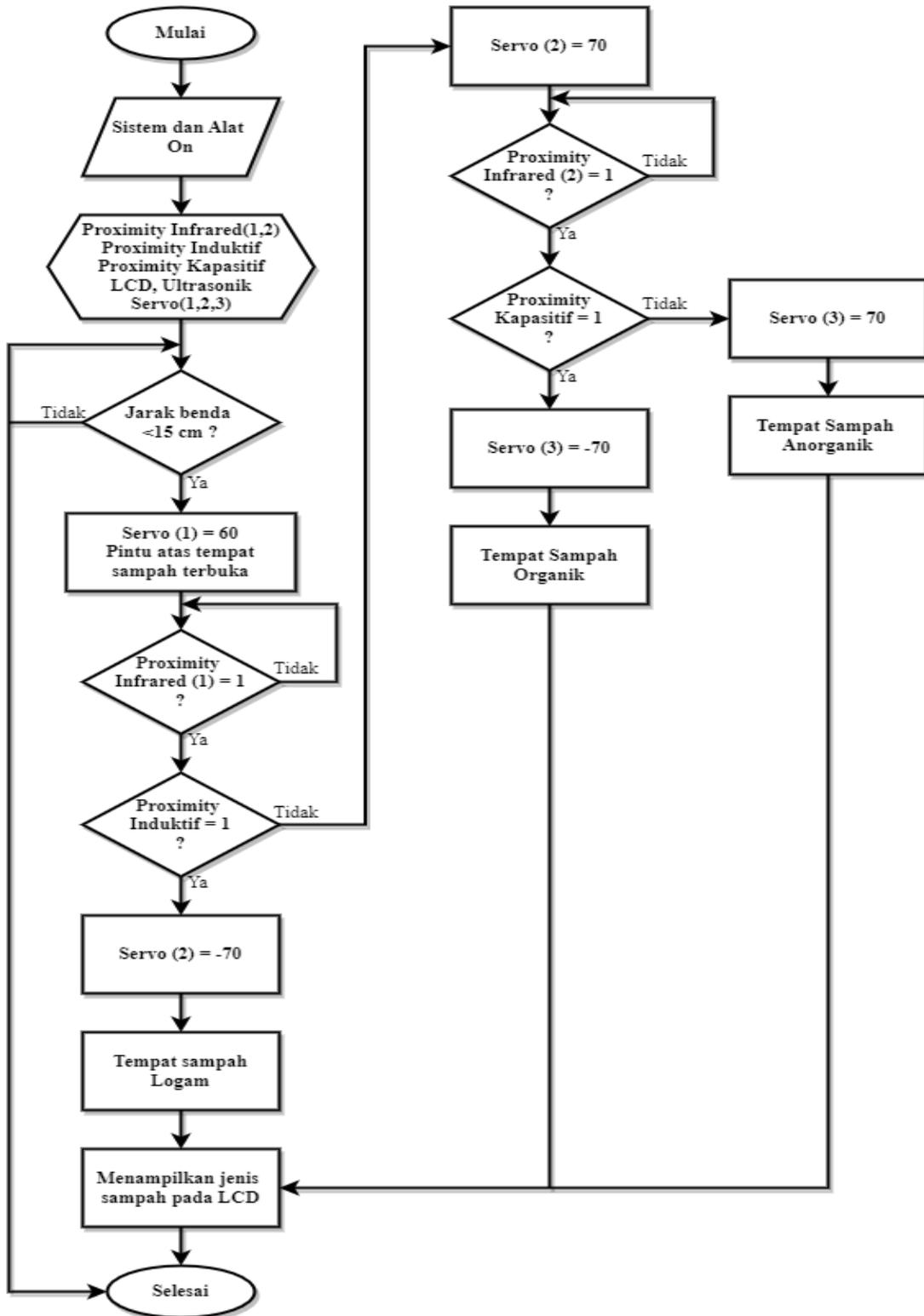


Gambar 2. Desain 3D

Untuk perancangan mekanik, bahan utama yang digunakan adalah besi hollow dan plat galvanis dengan kombinasi polikarbonat bening. Penambahan polikarbonat pada rangka bertujuan agar pengguna dapat melihat proses pemilah di dalamnya dan juga agar lebih mudah pengecekan kondisi alat dengan menggunakan polikarbonat bening. Dimensi alat itu sendiri adalah panjang 140cm x lebar 52cm x tinggi 132cm. Penempatan komponen dapat dilihat pada gambar 2 berikut merupakan perancangan bagian keseluruhan. Terdapat 6 komponen yaitu, Motor Servo, Sensor Proximity kapasitif, Sensor Proximity Induktif, Sensor Proximity Infrared, Sensor Ultrasonik, dan LCD.

## 2.3 Flowchart

Flowchart atau bagan alur adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk menampilkan sebuah proses dari suatu program.[16] Pada tempat sampah pintar dijelaskan suatu bagan alur yang dimulai dari memasukkan sampah hingga sampah dibuang pada tong sampah sesuai dengan jenisnya. Adapun flowchart dari cara kerja tong sampah pintar sebagai berikut ini.



Gambar 3. Flowchart

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada setiap komponen agar semua komponen yang digunakan dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.[16] Adapun komponen yang diuji yaitu

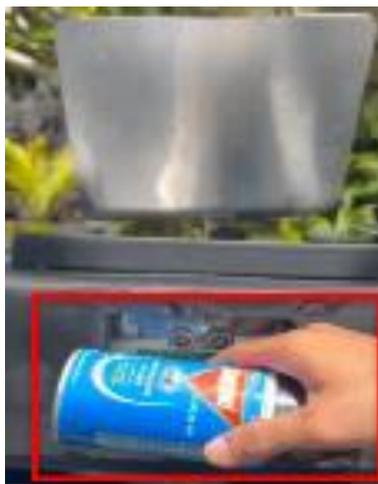
Arduino uno sebagai mikrokontroler, sensor Infrared, sensor proximity yang dibagi menjadi 2 yaitu sensor proximity kapasitif dan sensor proximity induktif, sensor ultrasonic serta LCD.

Pengujian Arduino Uno dilakukan agar mengetahui Arduino uno yang digunakan berfungsi dengan normal. Pengetesan Arduino dilakukan dengan menyalakan LED untuk mengetahui apakah Arduino uno berfungsi sesuai dengan sebagai mana mestinya atau tidak. Pengetesan LED dilakukan dengan menggunakan pin 13 dan GND. LED diprogram untuk menyala selama 2 detik dan mati selama 2 detik. Pengujian Arduino uno ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4 Testing Arduino Uno

Pengujian selanjutnya yaitu dilakukan pada sensor ultasonik, pengujian ini dilakukan agar mengetahui apakah sensor berfungsi dengan benar atau tidak dalam mendeteksi benda dalam jarak yang telah ditetapkan. Pada pengujian sensor ultasonik yang dilakukan pada alat tempat sampah pintar tersebut diberikan jarak 3 cm, jika benda yang berada pada jarak kurang dari 3 cm maka tutup tempat sampah akan terbuka, sedangkan Jika benda berada lebih dari 3 cm maka tutup tempat sampah akan tertutup. Pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Testing Sensor Ultrasonik

Pengujian selanjutnya dilakukan pada LCD untuk mengetahui apakah LCD dapat berfungsi dengan baik, pengujian LCD pada tempat sampah pintar ini dilakukan langsung yaitu dengan menuliskan nama tempat sampah pintar yaitu GRAS dan segret 1 yang merupakan pemilah sampah pertama yaitu pemilahan sampah logam dan segret 2 merupakan pemilah

sampah kedua yaitu antara organik dan non organik. Pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Testing LCD

Setelah melakukan pengujian pada setiap komponen, maka selanjutnya dilakukan perakitan alat. Perakitan dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen dan dilakukan pemrograman agar alat dapat berfungsi dengan baik.[17] Setelah dilakukan penggabungan komponen, selanjutnya dilakukan pengujian pada alat tempat sampah pintar yang telah jadi. Pengujian dilakukan guna mengetahui apakah alat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan seperti jika memasukan sampah logam maka akan dilakukan pembacaan sensor dan sampah logam akan menuju ke tong sampah dengan jenis logam begitu juga dengan sampah plastik akan menuju ke tong sampah plastik dan sampah jenis daun atau berasal dari tumbuhan akan menuju ke tong sampah organik.

Pengujian pertama dilakukan pada sampah non-organik yang dimana sampah yang dimasukan berupa sampah botol plastik. botol dimasukan ke tempat sampah pintar lalu alat pemilah sampah pertama akan mendeteksi atau membaca kemudian jika sampah yang dimasukan tidak logam maka pemilah sampah akan membuang sampah ke pemilah kedua dan sensor pemilah kedua akan membaca jenis sampah yang dimasukan kemudian akan dibuang ke tong sampah non organik seperti Gambar 7



Gambar 7. Pengujian Sampah Non-organik

Selanjutnya pengujian dilakukan pada sampah organik yaitu sampah yang dimasukan berupa daun kring. Daun dimasukan ke dalam tempat sampah kemudian proses pemilah

pertama dilakukan, jika bukan logam akan dibung ke pemilah kedua dan sensor pada pemilah kedua akan membaca jenis sampah yang dimasukkan. Jika sampah berupa daun kering maka akan dibung ke tong sampah organik seperti gambar berikut ini.



Gambar 8. Pengujian sampah Organik

Pengujian terakhir dilakukan pada sampah jenis logam yaitu sampah berupa kaleng pilox bekas. Pengujian dilakukan dengan memasukan sampah ke tempat sampah maka selanjutnya sensor di pemilah pertama akan membaca dan jika sampah yang dimasukkan berupa kaleng atau logam maka sampah akan langsung dibuang tanpa perlu memasukan ke dalam pemilah kedua.



Gambar 9. Pengujian Sampah Logam

Adapun hasil pengujian dari keseluruhan tempat sampah pintar yang dilakukan dan didata dalam bentuk tabel sebagai berikut ini.

Tabel 1. Pengujian Sampah Non-organik

No	Sampah	Jenis Sampah	Output	Status
1.	Botol Plastik	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
2.	Bungkusan Snack	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
3.	Kresek	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
4.	Stop kontak	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
5.	Bungkusan makanan	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
7.	Telepon Rusak	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
8.	Kaca	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
9.	Baterai	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil
10.	Ban Bekas	Non-organik	Tong Sampah Non Organik	Berhasil

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada table 1, menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dari 10 kali percobaan dengan jenis sampah non-organik yang berbeda.

Tabel 2. Pengujian Sampah Organik

No	Sampah	Jenis Sampah	Output	Status
1.	Buah Busuk	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
2.	Daun Kering	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
3.	Daun Basah	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
4.	Ampas Teh	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
5.	Kertas Buku	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
6.	Kulit Telur	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
7.	Kulit Sayur	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
8.	Roti	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
9.	Tissue	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil
10.	Kulit Pisang	Organik	Tong Sampah Organik	Berhasil

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada table 2, menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dari 10 kali percobaan dengan jenis sampah organik yang berbeda.

Tabel 3. Pengujian Sampah Logam

No	Sampah	Jenis Sampah	Output	Status
1.	Kaleng Cat	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
2.	Besi tua	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
3.	Kaleng Minuman	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
4.	Kabel Tembaga	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
5.	Seng	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
6.	Tumbler Air Panas	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
7.	Wajan	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
8.	Pipa Logam	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
9.	Kaleng Tin	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil
10.	Velg Motor	Logam	Tong Sampah Logam	Berhasil

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada table 3, menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dari 10 kali percobaan dengan jenis sampah logam yang berbeda.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil pengujian yang dilakukan pada tempat sampah pintar untuk meningkatkan management sampah berbasis mikrokontroler dengan menggunakan sensor proximity dan infrared sebagai pemilah sampah dapat berjalan dengan baik yang dimana dilakukan 30 kali pengujian yaitu 10 kali pengujian pada sampah logam, 10 kali pengujian pada sampah organik dan 10 kali pada sampah non-organik dengan memiliki status berhasil mendeteksi sesuai dengan jenisnya. Alat ini menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler atau otak alat dan LCD sebagai output untuk menampilkan status sampah yang sudah dibuang. Hasil dari penelitian tempat sampah pintar ini yaitu dapat memilah sampah dengan baik sesuai dengan jenisnya sehingga dapat memberi edukasi kepada pembuang sampah, dan dengan dilakukan pemilihan sampah ini dapat mengurangi bau pada tempat sampah dan juga penyebaran penyakit melalui sampah yang tercampur.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dalam program pendanaan Kedaireka dan Institut Bisnis dan Teknologi Indoensia (INSTIKI).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. S. Nindya Ovitasaki, D. Cantrika, Y. A. Murti, E. S. Widana, and I. G. A. Kurniawan, "Edukasi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik di Desa Rejasa Tabanan," *Bubungan Tinggi J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 2, 2022.
- [2] L. Harmaji and Khairullah, "Rancang Bangun Tempat Pemilahan Sampah Logam dan non logam otomatis berbasis mikrokontroler," *Progresif J. Ilm. Komput.*, vol. 15, no. 2, 2019.
- [3] B. A. Ramadhan, I. Rizianiza, and F. Manta, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilahan Otomatis Berbasis Arduino," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, 2022.
- [4] T. I. Solihati, I. Nuraida, and N. Hidayanti, "Pemanfaatan Kardus Menjadi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino UNO R3," *ABDIMAS J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [5] S. Herliza and Almasri, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar sebagai Media Pembelajaran Sekolah," *Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [6] I Made Aditya Nugraha and I Gusti Made Ngurah Desnanjaya, "Sosialisasi Teknologi Tempat Sampah Berbasis Internet of Thing (IoT) Untuk Menjaga Keragaman Hayati Kelautan dan Perikanan," *J. Masy. Madani Indones.*, vol. 1, no. 3, 2022.
- [7] D. A. Ayutantri, J. Dedy Irawan, and S. A. Wibowo, "PENERAPAN IoT (Internet of Things) DALAM PEMBUATAN TEMPAT SAMPAH PINTAR UNTUK RUMAH KOS," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [8] I. G. M. N. Desnanjaya, I. M. A. Nugraha, I. B. G. Sarasvananda, and I. B. A. I. Iswara, "Portable Waste Based Capacity Detection System Using Android Based Arduino," *Proc. 2nd 2021 Int. Conf. Smart Cities, Autom. Intell. Comput. Syst. ICON-SONICS 2021*, pp. 45–51, 2021.
- [9] D. Suherman, Mardeni, "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultrasonik," *J. Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 154–160, 2020.
- [10] I. M. Safitri, "IMPLEMENTASI SISTEM CERDAS PADA TEMPAT SAMPAH OTOMATIS," vol. 10, p. 6, 2021.
- [11] I. G. M. N. Desnanjaya and P. Sugiartawan, "Controlling and Monitoring of Temperature and Humidity of Oyster Mushrooms in Tropical Climates," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 12, no. 1, 2022.
- [12] I. G. M. N. Desnanjaya, I. N. B. Hartawan, W. G. S. Parwita, and I. B. A. I. Iswara, "Performance Analysis of Data Transmission on a Wireless Sensor Network Using the XBee Pro Series 2B RF Module," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 10, no. 2, p. 211, Oct. 2020.
- [13] S. B. Hartono, "PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI ARUS KAS DENGAN METODE SDLC (SYSTEM DEVELOPMENT LIFE CYCLE) PADA MADIN AL-JUNNAH," *ISOQUANT J. Ekon. Manaj. dan Akunt.*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [14] M. Yunus, "Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilahan Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino," *Proceeding STIMA*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [15] B. H. Suharto and A. Priyanto, "Desain Prototipe Sistem Alat Peraga Pendidikan Hologram 3D Portabel dan Interaktif dengan Kendali Gestur Tangan," *J. Buana Inform.*, vol. 13, no. 1, 2022.
- [16] S. Bere, A. Mahmudi, and A. Panji Sasmito, "RANCANG BANGUN ALAT PEMBUKA DAN PENUTUP TONG SAMPAH OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR JARAK BERBASIS ARDUINO," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [17] D. Nusyirwan, "TONG SAMPAH PINTAR DENGAN PERINTAH SUARA GUNA MENGHILANGKAN PERILAKU SISWA MEMBUANG SAMPAH SEMBARANGAN DI SEKOLAH," *J. Teknoinfo*, vol. 14, no. 1, 2020.