

## Rancang Bangun Pendeteksi Tempat Sampah Organik Dan Anorganik Dengan Menggunakan Sensor Proximity

Ratrih Cili Pertiwi<sup>1</sup>, Agung Nugroho<sup>2</sup>, Ayu Ningrum. P<sup>3</sup> Program Studi D3 Teknik Elektronika Industri Politeknik Baja Tegal  
Email: [ratrihcili@gmail.com](mailto:ratrihcili@gmail.com)

**Abstract.** Garbage is a serious threat to humans because careless disposal of waste can cause environmental pollution. Poor waste management exacerbates this problem. To overcome this, a smart trash can based on an Arduino microcontroller is needed. This trash can uses an HC-SR04 Ultrasonic Sensor to detect the distance and volume of trash, as well as a Servo to control the trash can lid. Capacitive Proximity Sensors are used to sort organic and inorganic waste. The buzzer and LED function as alarms and indicators when the trash can is full. The SIM800L V.2 GSM module is used to send SMS to officers when the trash can is full. This smart trash can has two compartments for organic and inorganic waste, as well as one entrance for disposing of waste. The trash can lid will open and close automatically when it detects human presence at a distance of 40 cm. If the waste is detected as organic, the servo will move to the left, whereas if it is not detected by the capacitive sensor, the servo will move to the right for inorganic waste. When the trash can is full, the buzzer will sound, the LED will light up, and an SMS will be sent to the officer. With this technology, waste management becomes more efficient and the environment becomes cleaner and healthier.

**Keywords :** Capacitive Proximity Sensor, Arduino microcontroller, HC-SR04 ultrasonic sensor.

**Abstrak.** Sampah merupakan ancaman serius bagi manusia karena pembuangan sampah sembarangan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pengelolaan sampah yang buruk memperparah masalah ini. Untuk mengatasinya, diperlukan tempat sampah pintar berbasis Mikrokontroler Arduino. Tempat sampah ini menggunakan Sensor Ultrasonic HC- SR04 untuk mendeteksi jarak dan volume sampah, serta Servo untuk mengendalikan tutup tempat sampah. Sensor Kapasitif Proximity digunakan untuk memilah sampah organik dan anorganik. Buzzer dan LED berfungsi sebagai alarm dan indikator saat tempat sampah penuh. Modul GSM SIM800L V.2 digunakan untuk mengirim SMS kepada petugas ketika tempat sampah penuh. Tempat sampah pintar ini memiliki dua ruang untuk sampah organik dan anorganik, serta satu pintu masuk untuk membuang sampah. Tutup tempat sampah akan terbuka dan tertutup otomatis saat mendeteksi keberadaan manusia pada jarak 40 cm. Jika sampah terdeteksi sebagai organik, servo akan bergerak ke kiri, sedangkan jika tidak terdeteksi oleh sensor kapasitif, servo akan bergerak ke kanan untuk sampah anorganik. Saat tempat sampah penuh, buzzer akan berbunyi, LED akan menyala, dan SMS akan dikirim kepada petugas. Dengan teknologi ini, pengelolaan sampah menjadi lebih efisien dan lingkungan menjadi lebih bersih dan sehat.

**Kata Kunci :** Capacitive Proximity Sensor, Mikrokontroler Arduino, sensor ultrasonic HC-SR04.



## **PENDAHULUAN**

Masalah sampah merupakan ancaman serius bagi masyarakat karena kebiasaan membuang sampah sembarangan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius. Banyak orang masih melakukan tindakan ini karena sulitnya akses terhadap tempat sampah yang memadai. Selain itu, banyak yang enggan membuang sampah pada tempatnya karena tempat sampah sering kali kotor, berbau tidak sedap, dan terkadang sudah penuh. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang kreatif dan efektif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan. Hal ini mencakup penyediaan fasilitas tempat sampah yang lebih baik dan juga pendidikan mengenai pentingnya membuang sampah dengan benar. Dengan pendekatan ini, diharapkan masyarakat dapat lebih termotivasi dan terdorong untuk membuang sampah pada tempat yang sesuai, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Sampah merupakan masalah besar yang ancaman serius bagi kehidupan manusia, karena pembuangan sampah yang tidak tepat dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Tahun 2025 produksi sampah global diperkirakan mencapai 6 juta ton per hari, sebuah peningkatan signifikan dari 3,5 juta ton per hari pada tahun 2010. Banyak orang enggan untuk membuang sampah di tempat yang seharusnya, karena mereka enggan membuka tutup tempat sampah yang kotor dan berbau tidak sedap. Akibatnya, sampah sering kali berserakan di tempat yang tidak seharusnya, seperti jalanan, taman, dan area umum

lainnya. Kebiasaan buruk ini memperparah kerusakan lingkungan dan mengancam kesehatan masyarakat. Padahal, dengan membuang sampah pada tempatnya dan menjaga kebersihan tempat sampah, kita dapat mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih, rapi serta sehat. Kemajuan teknologi yang cepat telah merambah ke berbagai aspek kehidupan, sehingga masyarakat semakin melihat teknologi sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan mereka. Salah satu bidang teknologi yang saat ini berkembang pesat adalah robotika, yang memanfaatkan mikrokontroler sebagai komponen utamanya. Kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi memotivasi manusia untuk terus berusaha mengatasi masalah yang ada di sekitarnya. Sebagai makhluk yang menyukai kebersihan dan keindahan, manusia sangat peduli terhadap kebersihan lingkungan. Namun, banyak orang yang belum menyadari pentingnya menjaga kebersihan lingkungan sekitar mereka, yang terlihat dari banyaknya sampah yang berserakan di berbagai tempat. Walaupun telah disediakan tempat sampah yang dikelompokkan berdasarkan jenisnya, masih banyak orang yang membuang sampah tidak sesuai dengan kategorinya. Tempat sampah yang penuh sering kali dibiarkan menumpuk sampai petugas kebersihan datang untuk mengambilnya. Penumpukan sampah yang tidak dikelola dengan baik ini dapat menimbulkan berbagai masalah, seperti bau tidak sedap, penyebaran bibit penyakit, dan dampak negatif lainnya. Oleh karena

itu, pemisahan sampah organik dan anorganik merupakan langkah pertama yang sangat penting dalam manajemen sampah yang efektif. Sampah organik dapat diubah menjadi kompos atau bahan bakar, sementara sampah anorganik dapat didaur ulang menjadi produk baru. Namun, kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemisahan sampah masih rendah, salah satunya karena kurangnya fasilitas yang memadai dan mudah digunakan untuk memisahkan berbagai jenis sampah. Untuk mengatasi tantangan ini, dibutuhkan inovasi dalam desain tempat sampah yang tidak hanya memfasilitasi pemisahan sampah dengan lebih mudah, tetapi juga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah secara keseluruhan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknologi sensor proximity dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino. Sensor ini mampu mengidentifikasi jenis sampah yang dibuang dan mengarahkannya ke wadah yang tepat secara otomatis. Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat keakuratan dalam pemisahan sampah serta mengurangi risiko kontaminasi antara sampah organik dan sampah anorganik. Dengan demikian, masalah pemilahan dan penumpukan sampah dapat diatasi lebih cepat dan efisien. Solusi ini tidak hanya membantu menjaga kebersihan lingkungan tetapi juga mendukung upaya daur ulang dan pemanfaatan kembali sampah. Dengan demikian, lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan indah dapat tercipta, sesuai dengan keinginan manusia untuk hidup di lingkungan yang nyaman.

## LANDASAN TEORI

### Arduino

Arduino bertujuan menyediakan solusi perangkat keras yang terjangkau bagi pengembang dan hobiis elektronik. Platform ini menggabungkan perangkat keras dengan perangkat lunak khusus untuk pembuatan prototipe elektronik. Board Arduino umumnya menggunakan mikrokontroler dari keluarga AVR atau ARM dan dapat diprogram menggunakan Integrated Development Environment (IDE) Arduino.



Gambar 2.2 Arduino Uno

Penggunaan Arduino dapat mengembangkan proyek elektronik seperti sensor, aktuator, dan sistem komunikasi dengan komputer atau perangkat lainnya. Physical computing melibatkan pendekatan menciptakan perangkat atau sistem fisik dengan menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak interaktif. Sistem ini dapat mendeteksi perubahan lingkungan dan memberikan respons yang sesuai melalui desain alat atau proyek yang memanfaatkan sensor dan mikrokontroler. Arduino adalah sistem open source yang mencakup bahasa pemrograman dan IDE untuk menulis kode, mengompilasi program, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler.

### Arduino Uno:

1. Paling populer, banyak digunakan oleh pemula.
2. Menggunakan ATMEGA328, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog.
3. Pemrogramannya menggunakan koneksi USB type A to type B
4. Menggunakan micro USB untuk pemrogramannya.
5. Jumlah pin I/O digital dan analog sama dengan Arduino Uno

### Motor Servo

Jenis motor DC yang dirancang khusus untuk aplikasi servo dengan kontrol loop tertutup. Mengatur posisi, kecepatan, dan percepatan dengan cepat serta mampu menangani momen putaran yang tidak terus menerus. Dilengkapi dengan elektronika tambahan untuk mengontrol *Pulse Width (PW)* dan umumnya digunakan dalam hobi seperti model pesawat terbang, mobil, atau kapal. Memiliki tiga kabel utama: VCC, ground, dan input PW, yang digunakan untuk mengatur posisi motor berdasarkan lebar pulsa sinyal input.



Gambar 2.2 Motor Servo

Berbeda dengan motor DC yang diatur dengan modulasi lebar pulsa (PWM) untuk mengatur kecepatan, motor servo menggunakan sinyal input PW untuk mengatur posisi rotasi motor dalam prototipe aplikasi **Sensor Proximity**. Perangkat elektronik yang mendeteksi keberadaan objek

berdasarkan jaraknya tanpa memerlukan kontak fisik. Umum digunakan dalam situasi di mana objek yang hendak dideteksi terlalu kecil atau terlalu lunak untuk mengaktifkan saklar mekanis konvensional.



Gambar 2.3 Sensor *Proximity*

### Kabel Jumper

Kabel pendek yang digunakan untuk menghubungkan dua titik atau komponen dalam rangkaian elektronik atau komputer.



Gambar 2.4 Kabel Jumper

Umum digunakan dalam pengembangan prototipe, perbaikan perangkat keras, atau pengujian sirkuit elektronik.

### TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait pengembangan alat pemilah sampah pintar (*smart trash*) telah dilakukan dengan berbagai pendekatan inovatif, termasuk penggunaan teknologi IoT dan mikrokontroler. Berikut adalah beberapa penelitian yang relevan: Penelitian "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan

Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266" (2021): Penelitian ini menggunakan sensor proximity dan NodeMCU ESP8266 untuk memilah sampah organik dan anorganik. Alat ini juga dapat memberi tahu petugas kebersihan ketika tempat sampah penuh.

Penelitian "Rancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04, Microcontroller Nodemcu, dan Sensor Proximity" (2022): Tujuan penelitian ini adalah memisahkan sampah logam dan non-logam serta memungkinkan pemantauan volume tempat sampah melalui aplikasi di smartphone Android. Sistem ini menggunakan mikrokontroler

NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan sensor proximity dan sensor ultrasonik.

Penelitian "Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis": Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 2560 dan tiga jenis sensor proximity (kapasitif, induktif, dan infrared) untuk membedakan jenis sampah organik, anorganik, dan logam. Alat ini juga dilengkapi dengan motor stepper untuk mengarahkan tabung sampah ke tempat yang tepat.

Penelitian "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Menggunakan Sensor Proximity Induktif dan *Infrared*": Penelitian ini menggunakan sensor proximity induktif untuk mendeteksi sampah logam, sensor proximity *infrared* untuk membaca adanya sampah, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek/manusia yang mendekat tutup tempat sampah. Alat

ini juga dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan kondisi dan jenis sampah.

Penelitian "Pengembangan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno": Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik, sensor air, dan Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya. Alat ini berhasil membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis serta mendeteksi sampah organik dan anorganik.

Penelitian-penelitian ini menunjukkan kemajuan dalam teknologi pemilahan sampah, tetapi masih ada perluasan yang diperlukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang jenis-jenis sampah yang harus dibuang dengan benar.

## **METODE PENELITIAN**

### **Jenis Penelitian *Research And Development***

Jenis penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah Penelitian dan Pengembangan (R&D). Tujuan utamanya adalah untuk memberikan pemahaman yang menyeluruh mengenai karakteristik atau kondisi dari variabel yang diteliti, tanpa melakukan manipulasi atau intervensi pada variabel tersebut.

### **Pendekatan Dalam Penelitian dan Pengembangan (R&D)**

Pendekatan dalam penelitian dan pengembangan (R&D) melibatkan pemodelan matematis dan simulasi. Pemodelan matematis menciptakan representasi matematika dari sistem atau fenomena nyata untuk memahami dan meramalkan perilaku sistem. Sementara simulasi meniru operasi sistem dalam lingkungan virtual menggunakan model

matematis untuk mengevaluasi kinerja dan mengidentifikasi potensi masalah tanpa membangun sistem fisik secara langsung. Dalam R&D, metode ini digunakan untuk mengembangkan, mengevaluasi, dan mengoptimalkan teknologi atau

No	Komponen	Jumlah
1.	Tempat Sampah	1
2.	Arduino	1
3.	Sensor Proximity Infrared	1
4.	Sensor Proximity Induktif	1
5.	Motor Servo	2
6.	Kabel Jumper	7
7.	Aki/Baterai	1

sistem baru, serta mengurangi risiko dan biaya sebelum implementasi fisik. Integrasi antara pemodelan matematis dan simulasi membantu inovasi dan pemahaman ilmiah yang mendalam dalam berbagai disiplin ilmu.

### Langkah-Langkah Penelitian *Research And Development (R&D)*



### Rencana Penelitian R&D

Rencana penelitian adalah dokumen yang merincikan maksud, pendekatan, dan jadwal kegiatan penelitian. Di dalamnya termasuk penjelasan latar belakang

permasalahan, tujuan penelitian, pertanyaan penelitian, serta metode yang akan digunakan seperti desain studi, sampel yang akan diteliti, dan teknik analisis data. Rencana penelitian juga mencakup jadwal waktu yang rinci untuk setiap tahapnya. Dokumen ini dibuat untuk memberikan panduan yang terstruktur dalam menjalankan penelitian yang terencana dan terukur.

Hasil dari penelitian ini akan diuji secara detail atau nyata untuk menyatakan bahwa penelitian pada rancang bangun pendeteksi tempat sampah organik dan anorganik layak dibuat dan diujikan. Sistem tempat sampah dengan sensor proximity untuk membedakan sampah organik dan anorganik adalah proyek yang menarik dan bermanfaat. Berikut adalah langkah-langkah umum yang bisa diikuti untuk mengembangkan dan menerapkan sistem tersebut:

1. Penentuan Tujuan dan Spesifikasi  
**Tujuan Utama:** Membedakan sampah organik dan anorganik secara otomatis menggunakan sensor proximity. **Spesifikasi Sistem:** Jenis sensor proximity yang akan digunakan, Mekanisme pemilahan sampah, Antarmuka pengguna, seperti tampilan atau sistem notifikasi.

2. Pemilihan Komponen

- Sensor Proximity: Sensor ini dapat mendeteksi objek tanpa kontak langsung. Jenis sensor yang bisa dipertimbangkan

termasuk sensor kapasitatif atau sensor ultrasonik.

- b. Mikrokontroler: Untuk mengolah data dari sensor dan mengendalikan sistem. Contoh: Arduino, Raspberry Pi.
- c. Actuator: Seperti motor servo atau aktuator pneumatik untuk membuka tempat sampah tertentu.
- d. Modul Komunikasi: Untuk mengirim data atau notifikasi jika diperlukan (misalnya, modul Wi-Fi).

### 3. Desain Sistem

**Sensor Placement:** Tentukan posisi sensor di tempat sampah. Biasanya, sensor ditempatkan di area yang bisa membedakan antara sampah organik dan anorganik berdasarkan bentuk atau bahan. **Pemilahan Sampah:** Desain mekanisme untuk pemilahan, seperti dua kompartemen yang terpisah yang bisa dibuka secara otomatis berdasarkan hasil deteksi sensor. **Antarmuka Pengguna:** Jika perlu, tambahkan tampilan atau sistem notifikasi untuk memberi tahu pengguna tentang status tempat sampah.

### 4. Pengembangan dan Pemrograman

- a. Kalibrasi Sensor: Program sensor untuk membedakan karakteristik sampah. Anda mungkin perlu mengumpulkan data tentang bagaimana sensor merespons berbagai jenis sampah.
- b. Pemrograman Mikrokontroler: Tulis kode untuk mengolah data dari sensor, memutuskan tindakan yang tepat (misalnya membuka kompartemen yang

sesuai), dan mengontrol actuator.

- c. Uji Coba: Lakukan uji coba dengan berbagai jenis sampah untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan akurat.

### 5. Implementasi dan Pengujian

- a. Prototipe: Bangun prototipe tempat sampah dengan semua komponen terpasang.
- b. Pengujian: Uji sistem dalam berbagai kondisi untuk memastikan keandalan dan akurasi deteksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pengujian pada penelitian rancang bangun tempat sampah organik dan anorganik dengan menggunakan sensor proximity melibatkan proses pengujiannya dengan melakukan pendekatan pada benda organik seperti daun, kertas, dan lain-lain, serta benda anorganik seperti logam. Proses ini dilakukan dengan menggunakan delay yang sama untuk membuka pintu tempat sampah. Jika benda tersebut adalah organik, maka tempat sampah akan membuka atau menerima sinyal secara otomatis sesuai dengan pemrograman

Arduino. Begitupun sebaliknya, jika benda tersebut adalah anorganik, maka tempat sampah akan otomatis masuk ke tempat sampah anorganik.





Gambar 4.1 Hasil Tempat Sampah Akhir

Hasil pengujian alat pendeteksi tempat sampah organik dan anorganik dengan menggunakan sensor proximity, menunjukkan bahwa alat ini mendeteksi antara sampah organik dan anorganik. Dari hasil yang diperoleh pada pendeteksi sensor proximity dapat menghasilkan 2 indikator yang berbeda yaitu:

1. Indikator Sampah Organik Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *proximity infrared* yaitu ketika disambungkan dengan rangkaian maka akan menghasilkan suatu sinyal untuk membuka pintu tempat sampah organik, sampah organik ketika dimasukan kedalam tempat sampah maka akurat masuk terdeteksi memilah dengan otomatis.
2. Indikator Sampah Anorganik Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor proximity induksi yaitu ketika disambungkan dengan rangkaian maka akan menghasilkan suatu sinyal untuk membuka pintu atau tutup tempat sampah anorganik. Sampah Non Organik akan memilah dengan sendirinya ketika jarak sudah mendeteksi pada sensor.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang rancang bangun pendeteksi tempat

sampah organik dan anorganik dengan sensor proximity, dapat disimpulkan bahwa :

1. Perncangan software Tinkercad pada gambar 4.1 dirancang secara otomatis untuk memisahkan sampah organik, seperti sisa makanan, dari sampah anorganik, seperti plastik dan logam. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah dengan mengelompokkan jenis sampah secara terpisah, memudahkan proses pengolahan, daur ulang, dan pengelolaan limbah.
2. Sampah organik dan anorganik dengan sensor proximity adalah proses merancang sistem tempat sampah yang dilengkapi dengan sensor proximity, dimana sensor secara otomatis mendeteksi dan memisahkan sampah organik dari anorganik. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengidentifikasi jenis sampah dan kemudian mengarahkan sampah ke kompartemen yang sesuai.
3. Sistem pengujian bisa berjalan dengan baik dengan dibuktikan bahwa cara kerjanya jika sensor optic tidak mendeteksi dan sensor proximity tidak mendeteksi maka servo tidak bergerak ( keadaan normal), jika sensor optic mendeteksi dan sensor proximity mendeteksi maka servo bergerak berlawanan arah jarum jam (membuka pintu logam), dan jika sensor optic mendeteksi dan sensor proximity tidak mendeteksi maka servo bergerak searah jarum jam (membuka pintu nonlogam).

## SARAN

Saran Berdasarkan hasil penelitian pada pengujian alat pemilah sampah otomatis, Berikut beberapa saran yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini masih perlu adanya pengembangan lebih dari penelitian dan rangkaian ini dengan jelas.
2. Pengujian alat yang dilakukan harus lebih difokuskan dan lebih penting diterapkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Angga Fernanda Agustya, Akhmad Fakhruzi, (2020), *“Rancang Bangun Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam, Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Induksi Dan Sensor Proximity Kapasitif”*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Dedi ismail, (2023), *“Rancang Bangun alat Tester Harness Connector Berbasis Mikrokontroler Untuk Inspeksi Kabel Dan Konektor”*. Politeknik Baja Tegal
- Dedi Setiawan, Trinanda Syahputra, Muhammad Iqbal, (2014), *“Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler”*, Vol. 1 No. 1 2014.
- Dhika Aditya Rumansyah, Safrina Amini, Sri Mulyati, Purwanto, *“Rancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04, Microcontroller Nodemcu, dan Sensor Proximity”*.
- Ganda Raya, 2018, *“Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Atmega 328”*, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Ghufron, A. 2011. *Pendekatan Penelitian dan Pengembangan (R&D) di Bidang Pendidikan dan Pembelajaran*. Handout. Fakultas Ilmu Pendidikan UNY.
- Memen Akbar, Sri Devi Anjasmara, Kartina Dyah K Wardhani, 2021, *“Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266”*, Vol. 7, No. 2, November 2021.
- M. M. A. Maburur, *“Rancang Bangun Sistem Smart Trash Can Berbasis Android,”* UIN Alauddin, Makasar, 2016.
- M. Ismail, R. K. Abdullah and S. Abdussamad, *“Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi,”* JAMBURA, vol. 3, no. 1, pp. 7-12, Januari 2021.
- Muhammad Arif Maulana Nabil, 2018, *“Kotak Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”*. Universitas Islam Indonesia
- Muhammad Yunus, *“Rancang Bangun Pototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino”*,