



## SISTEM PEMANTAUAN TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS IOT DENGAN JARINGAN NB-IOT

Emilia Julita Kadja<sup>1</sup>, Menhya Snae<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>STIKOM Uyelindo Kupang, Indonesia

Alamat : Jl.Perintis Kemerdekaan I Kupang, Indonesia

Email Author : [emiliajulita2020@gmail.com](mailto:emiliajulita2020@gmail.com), [menhyasnae@gmail.com](mailto:menhyasnae@gmail.com)

### Article Info

#### Article history:

Received Maret 28, 2025

Revised April 13, 2025

Accepted April 28, 2025

#### Keywords:

NB-IoT,

NodeMcu

Telegram

Trash Bin

### ABSTRACT

*The Smart Trash Can Monitoring System aims to create an automated solution for monitoring and managing trash can conditions. The method used in this system is IoT-based smart trash can monitoring technology, which utilizes ultrasonic sensors to measure the height of the trash and proximity sensors to detect objects around the trash can. The sensor data is processed by Node Mcu. There are 2 bins for organic and non-organic waste. Each of them is installed with one capacitive proximity sensor and one inductive proximity sensor. If the user detects organic waste in the right bin with a distance of less than 10 cm, the system will drive the servo motor to open the bin cover, and send a message to Telegram. In addition, if the height of the garbage exceeds the threshold, the system sends a notification to Telegram. The result of implementing this system has the potential to increase the efficiency of waste collection and create a healthier environment..*

### Corresponding Author:

Emilia Julita Kadja,

STIKOM Uyelindo Kupang

Jl.Perintis Kemerdekaan I Kupang, Indonesia

Email: [emiliajulita2020@gmail.com](mailto:emiliajulita2020@gmail.com)



**Abstrak.** Sistem Pemantauan Tempat Sampah Pintar bertujuan untuk menciptakan solusi otomatis dalam memantau dan mengelola kondisi tempat sampah. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah teknologi monitoring tempat sampah cerdas berbasis IoT, yang memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian sampah dan sensor *proximity* untuk mendeteksi objek di sekitar tempat sampah. Data sensor tersebut diproses oleh Node Mcu. Tersedia 2 buah tempat sampah organik dan non-organik. Masing-masing terpasang 1 buah sensor kapasitif *proximity* dan sensor induktif *proximity*. Jika pengguna mendeteksi sampah organik pada tempat sampah yang tepat dengan jarak kurang dari 10 cm, sistem akan menggerakkan motor servo untuk membuka penutup tempat sampah, dan mengirim pesan ke Telegram. Selain itu, jika ketinggian sampah melebihi ambang batas, sistem mengirimkan notifikasi ke Telegram. Hasil dari penerapan sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat.

**Kata Kunci:** NB-IoT, NodeMcu, Telegram, Tempat Sampah

## 1. LATAR BELAKANG

Kota Kupang merupakan ibukota NTT yang kepadatan penduduknya cukup tinggi. Seiring dengan aktivitas manusia yang terus ada, dapat dipastikan volume sampah akan selalu meningkat seiring dengan meningkatnya konsumerisme masyarakat setiap tahunnya (Ndun, et.al., 2022). Sampah pada dasarnya merupakan suatu bahan yang terbuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif karena dalam penanganannya, untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar (Nuban dan Oddang, 2022). Produksi sampah di Kota Kupang per hari mencapai 233.274 ton (RRI, 2024). Sampah-sampah yang setiap hari dihasilkan ini dapat menjadi dampak buruk bagi setiap individu apabila tidak dikelola dengan baik dan benar.

Sistem pemantauan tempat sampah pintar dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi masalah sampah yang tidak terkelola dengan baik. Sistem ini menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kondisi tempat sampah secara *real-time* dan memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan saat tempat sampah sudah penuh atau membutuhkan perhatian. Sistem ini juga menggunakan jaringan NB-IoT, *Narrowband internet of things* (NB-IoT) adalah teknologi komunikasi yang menggunakan pita kecil, memiliki latensi 10 detik, dan mampu menampung lebih dari 50.000 perangkat per sel atau sekitar 40 perangkat dalam satu rumah (Ginting, 2023)

*Internet of Things* (IoT) adalah konsep dimana objek yang terhubung ke internet dapat mengumpulkan dan bertukar data dengan satu sama lain dan sistem yang terhubung (Nahari, et.al., 2023). Dalam konteks pemantauan tempat sampah, IoT berfungsi sebagai solusi inovatif yang mengubah tempat sampah manual menjadi perangkat pintar yang dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi tingkat kepenuhan serta mengirimkan informasi seperti status kapasitas melalui jaringan internet. Perkembangan *Internet of Things* (IoT) terus mengalami pertumbuhan yang signifikan dimana IoT dapat memainkan peran penting dalam proses pemilahan sampah dengan memberikan solusi yang lebih baik. Penerapan IoT dalam proses pemilahan sampah dapat membantu meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan mengoptimalkan pengelolaan sampah secara keseluruhan (Ramadhan dan Puspitasari, 2023).

## 2. KAJIAN TEORITIS

Pemaparan kajian bertujuan untuk memberikan gambaran dan membantu membangun kerangka berpikir yang jelas dalam penelitian. Selain itu, penelitian sebelumnya digunakan sebagai referensi dan bahan perbandingan, sehingga

peneliti dapat mencantumkan hasil-hasil yang relevan mengenai analisis sistem kerja alat.

Richard (2023) pada penelitiannya yang berjudul “Tempat Sampah Otomatis Buka Tutup dengan Notifikasi Telegram Berbasis IoT”. Penelitian ini menghasilkan sebuah *prototype* tempat sampah pintar yang dapat terbuka dan tertutup secara otomatis dan dapat mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah. Penelitian ini menggunakan memanfaatkan nodemcu ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi untuk mengirim notifikasi melalui telegram kepada petugas kebersihan apabila tempat sampah penuh dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Penelitian ini belum menerapkan *Locking Mechanism* (Mekanisme Pengunci) yang dapat mengunci tempat sampah secara otomatis apabila tempat sampah sudah penuh.

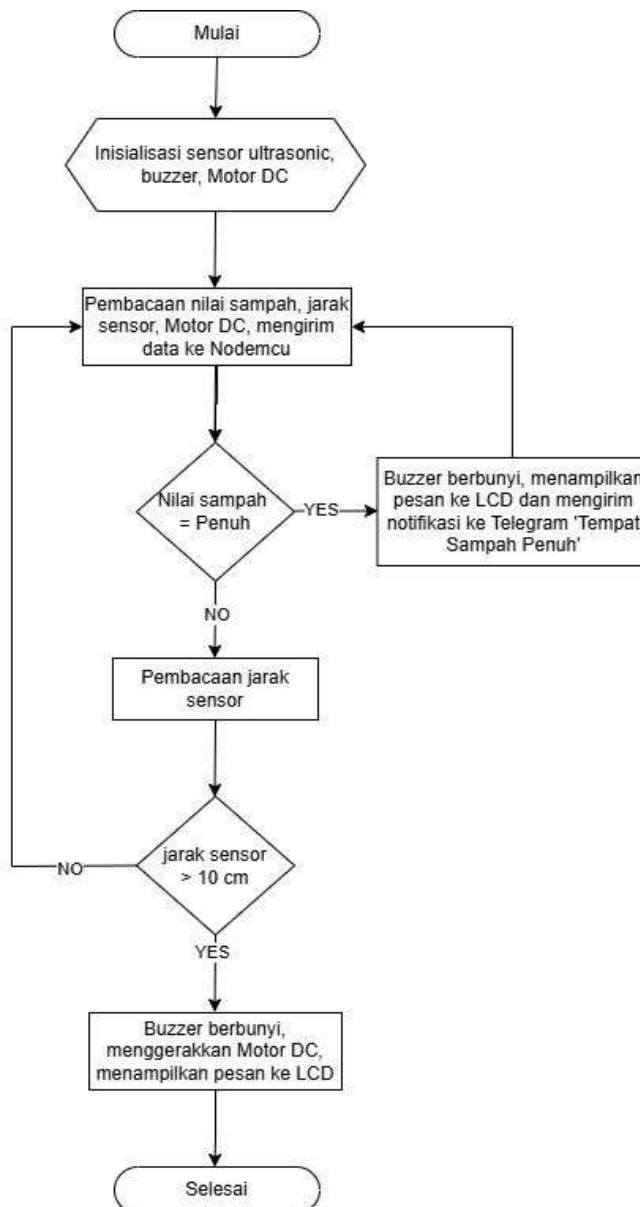
Mariana (2023) pada penelitiannya yang berjudul “Implementasi Pemilahan Sampah Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno”. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya sebuah *prototype* alat pendeteksi sampah organik dan anorganik dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini dilengkapi dengan sensor *capacitive proximity* yang berfungsi untuk memilah sampah anorganik, sensor HC-SR04 berfungsi untuk memilah sampah organik dan motor *servo* berfungsi untuk menggerakkan alat sesuai jenis sampah, serta penelitian ini dilengkapi juga dengan LCD 16 x 2 yang berfungsi untuk menampilkan teks sesuai jenis sampah yang dipilah oleh motor *servo*. Alat ini dapat mendeteksi sampah organik dan anorganik namun untuk sampah organik yang terlalu basah tidak bisa dipilah karena dapat menyebabkan kerusakan pada sensor dan juga beberapa sampah yang berukuran kecil dan lebih ringan masih sulit dideteksi oleh alat.

Hanafie, et.al (2021) dalam jurnal penelitiannya yang berjudul “Pengembangan Tempat Sampah Cerdas Berbasis *Internet of Things* (IoT) Studi Kasus Fakultas Teknik UIM. Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe tempat sampah menggunakan arduino uno sebagai kontrol sistem. Alat ini memanfaatkan *servo* untuk mengendalikan pintu dan memilah sampah. Untuk mendeteksi sampah logam, kering dan basah digunakan sensor *proximity kapasitif* dan *proximity induktif*. Sedangkan sensor HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi ketinggian sampah.

### 3. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem yang dirancang dalam penelitian ini berfokus pada sistem pemantauan dan pengelolaan tempat sampah berbasis sensor. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi status tempat sampah, baik terkait tingkat kepenuhan sampah maupun keberadaan objek di dekatnya. Proses dimulai dengan menginisialisasi sensor *proximity* dan motor *servo*. Selanjutnya dilanjutkan dengan

proses untuk menghubungkan alat-alat yang digunakan dengan internet dan aplikasi Telegram, ketika berhasil terhubung maka akan berlanjut pada proses pembacaan nilai/volume sampah dan jarak antara objek (sampah) yang akan dibuang. Selanjutnya jika sensor ultrasonik mendeteksi kondisi tempat sampah penuh maka alat akan memberikan respon balik melalui notifikasi Telegram secara berkala hingga tempat sampah dibersihkan oleh petugas kebersihan.



Gambar 2. Perancangan Sistem

Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan penelitian dengan efektif. Perancangan sistem membantu meningkatkan efisiensi, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik, dan meningkatkan kualitas hasil.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Implementasi Alat

Implementasi alat adalah rangkaian langkah yang dilakukan untuk mewujudkan konsep desain sistem yang telah dirancang sebelumnya. Proses implementasi diawali dengan persiapan komponen perangkat keras seperti :

1. NodeMCU ESP8266
2. Sensor Ultrasonik HC-SR04
3. Sensor Kapasitif *Proximity*
4. Sensor Induktif *Proximity*
5. *Breadboard*
6. Kabel *Jumper*

### 4.2 Implementasi Perangkat Keras

Hasil desain perangkat keras dari Sistem Tempat Sampah Pintar berbasis IoT dengan Jaringan NB-IoT terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Tampak depan tempat sampah



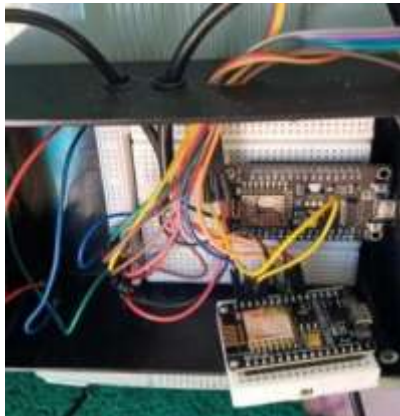
Gambar 4. Tampak belakang tempat sampah

Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT dengan Jaringan NB-IoT yang telah dirancang bekerja dengan memanfaatkan mikrokontroler, sensor, servo dan beberapa alat lainnya. Cara kerja alat ini adalah pada saat pengguna akan membuang sampah maka pengguna terlebih dahulu harus mendeteksi sampah yang akan dibuang dengan menaruh sampah diatas salah satu sensor

*proximity* dengan maksimal jarak 5 cm. Selanjutnya sensor akan mendeteksi sampah yang akan dibuang, misalnya jika sampah organik yang akan dibuang ditaruh diatas sensor kapasitif *proximity* maka sensor akan mengirim data ke mikrokontroler untuk menggerakkan servo agar membuka tutup tempat sampah dan juga mengirim notifikasi telegram kepada petugas kebersihan bahwa sampah organik baru saja terdeteksi. Namun jika sampah non-organik yang ditaruh diatas sensor kapasitif *proximity* maka servo tidak akan merespon. Selanjutnya jika sampah yang ada dalam tempat sampah sudah penuh dan menutupi sensor ultrasonik maka sensor akan mengirim data ke mikrokontroler dan selanjutnya data akan dikirim melalui notifikasi telegram bot kepada petugas kebersihan. Berikut adalah penjelasan dari setiap komponen sistem tempat sampah pintar berbasis IoT :

#### 4.2.1 Implementasi *NodeMCU* ESP8266

*NodeMCU* ESP8266 merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak yang mengatur sensor dan alat yang dipasang pada sistem agar bekerjasama dengan baik. *NodeMCU* juga terhubung ke jaringan *Wi-Fi* sehingga bisa mengirim informasi melalui telegram bot.



Gambar 5. Instalasi *NodeMCU*

#### 4.2.2 Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 pada sistem ini berfungsi sebagai sensor ultrasonik yang mendeteksi tingkat kepenuhan sampah dengan cara mengukur jarak antara sensor dan permukaan sampah di dalam tempat sampah. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik yang kemudian dipantulkan kembali oleh permukaan sampah, sehingga jarak antara sensor dan sampah dapat dihitung berdasarkan waktu pantulan gelombang tersebut. Data hasil pengukuran dari sensor HC-SR04 akan dikirimkan secara *real-time* ke telegram bot yang telah dibuat



Gambar 6. Instalasi Sensor HC-SR04

#### 4.2.3 Implementasi Sensor Kapasitif *Proximity*

Sensor Kapasitif *Proximity* pada sistem ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sampah organik dalam jarak efektif sekitar 0-10 mm. Sensor ini bekerja dengan prinsip perubahan kapasitansi ketika objek non-logam maupun logam mendekati area sensor, sehingga mampu membedakan sampah organik dari jenis lainnya. Setelah sampah organik terdeteksi, data hasil pembacaan sensor akan dikirimkan dan diolah oleh NodeMCU sebagai mikrokontroler utama



Gambar 7. Instalasi Sensor Kapasitif *Proximity*

#### 4.2.4 Implementasi Sensor Induktif *Proximity*

Sensor Induktif *Proximity* pada sistem ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sampah non-organik yang mengandung logam dengan jarak efektif sekitar 0-2 cm. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dimana sensor menghasilkan medan elektromagnetik yang akan berubah ketika ada objek logam yang mendekat sehingga dapat secara akurat mengidentifikasi sampah berbahan logam seperti besi, aluminium dan tembaga.



Gambar 8. Instalasi Sensor Induktif Proximity

#### 4.2.5 Implementasi Motor Servo

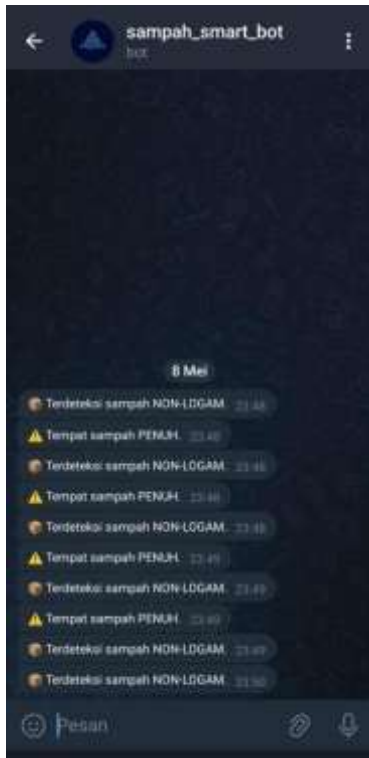
Servo pada sistem ini berfungsi sebagai aktuator yang menggerakkan tutup tempat sampah untuk membuka dan menutup secara otomatis ketika sensor proximity mendeteksi adanya sampah yang akan dibuang. Motor Servo adalah sebuah jenis motor yang dilengkapi dengan umpan balik tertutup, yang memungkinkan posisi motor untuk dikendalikan dan diinformasikan kembali ke dalam rangkaian kontrolnya. Komponen utama motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian roda gigi (gear), potensiometer, dan rangkaian kontrol (Masmur dan Snae, 2024).



Gambar 9. Instalasi Motor Servo

#### 4.3 Penerapan Telegram Bot pada Sistem

Telegram Bot adalah sebuah program atau robot virtual yang diprogram khusus untuk menjalankan serangkaian perintah atau instruksi yang diberikan oleh pengguna melalui aplikasi Telegram. Bot ini berfungsi sebagai akun otomatis yang dapat berinteraksi dengan pengguna tanpa memerlukan nomor telepon tambahan dan berjalan di berbagai platform yang mendukung Telegram. Telegram Bot juga dapat diterapkan pada sistem tempat sampah pintar untuk memberikan informasi terkait tingkat kepenruhan tempat sampah. Berikut ditampilkan hasil penerapan pada sistem tempat sampah pintar :



*Gambar 10.* Notifikasi deteksi sampah dan tempat sampah penuh

#### 4.4 Hasil Pengujian

Berdasarkan evaluasi yang dilakukan terhadap Sistem Pemantauan Tempat Sampah Pintar berbasis IoT dengan Jaringan NB-IoT, maka disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja secara optimal. Namun beberapa hal yang perlu diperhatikan secara berkala adalah daya powerbank dan penempatan tempat sampah di tempat yang kering. Secara keseluruhan fungsi tempat sampah bekerja dengan sangat baik.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem pemantauan tempat sampah pintar berbasis IoT berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama yang berperan sebagai otak dari sistem. Sistem ini dirancang untuk memantau kapasitas tempat sampah secara real-time serta memilah sampah menjadi dua kategori utama, yaitu sampah organik dan non-organik. Data hasil pemantauan kemudian dikirimkan secara otomatis melalui Telegram Bot kepada petugas kebersihan, sehingga memudahkan mereka dalam melakukan pengelolaan dan pengosongan sampah menjadi lebih efisien dan lingkungan sekitar menjadi lebih bersih dan terjaga.

Meski demikian, penelitian ini juga menemukan beberapa kendala yang perlu menjadi perhatian dalam pengembangan lebih lanjut. Salah satu kendala utama

adalah biaya modul pendukung jaringan NB-IoT yang masih tergolong mahal, sehingga dapat mempengaruhi biaya keseluruhan sistem. Selain itu, penggunaan mikrokontroler versi lama juga memiliki keterbatasan, terutama dalam mendukung proses pemilahan sampah non-organik secara optimal. Kendala lain yang tidak kalah penting dalam kebutuhan untuk memantau daya pada powerbank secara berkala agar sistem tetap dapat beroperasi tanpa gangguan. Meskipun menghadapi beberapa tantangan tersebut, sistem ini memberikan solusi yang efektif dan inovatif dalam pemantauan sampah berbasis teknologi IoT, dan dengan pengembangan serta peningkatan teknologi yang berkelanjutan, sistem ini memiliki potensi besar untuk diimplementasikan secara lebih luas dan memberikan dampak positif bagi pengelolaan lingkungan.

Beberapa saran yang dapat bermanfaat bagi kelanjutan pembangunan Sistem Tempat Sampah Pintar berbasis IoT dengan Jaringan NB-IoT :

1. Menggunakan *mikrokontoller* yang lebih memadai sehingga dapat mendukung proses pemilahan sampah non-organik
2. Menggunakan *buzzer* sehingga lebih responsif saat proses pembuangan sampah.

## DAFTAR REFERENSI

- Ndun, S., Taneo, N., & Hibu, H. (2022). PENGEMBANGAN MANAJEMEN PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA KUPANG MENJADI SAMPAH YANG BERNILAI EKONOMIS TINGGI: DEVELOPMENT OF WASTE MANAGEMENT IN KUPANG CITY INTO HIGH ECONOMIC VALUE OF WASTE. JURNAL WILAYAH, KOTA DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN, 1(1), 74-82. [internet] [diakses pada 28 Oktober 2024] Tersedia pada : <https://ftuncen.com/index.php/JWIKAL/article/view/41>
- Nuban, A., & Oddang, H. (2022). STRATEGI PENGELOLAAN SAMPAH DI KELURAHAN NAIKOTEN I-KOTA KUPANG: WASTE MANAGEMENT STRATEGY IN NAIKOTEN I SUB-DISTRICT-KUPANG CITY. BATAKARANG, 3(2), 33-40. [internet] [diakses pada 28 Oktober 2024] Tersedia pada : <https://jurnalbatakarang.ptbundana.org/index.php/batakarang/article/view/178>
- Ginting, M. B. (2023). Implementasi Skenario In-Band Untuk Teknologi NB-IoT Di Area Jakarta. Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan, 11(1), 43-52. [internet] [diakses pada 28 Oktober 2024] Tersedia pada : <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/telekontran/article/view/9854>

- Nahari, R. V., Alfita, R., Astuti, E. D., Pramudia, M., & Rahmawati, D. (2023). Fundamental Internet of Things (IoT): Teori dan Aplikasi.
- Ramadhan, R., & Puspitasari, N. F. (2023). Prototipe Alat Pemilah Sampah Cerdas Berbasis Internet Of Things. *JURNAL ELEKTROSISTA*, 10(2), 108-127. **[internet] [diakses pada 28 Oktober 2024]** Tersedia pada : <https://ojs.akmil.ac.id/index.php/jurnal-elektrosista/article/view/91>
- Richard Herian Ruku, S.Kom. 2023. Tempat Sampah Otomatis Buka Tutup dengan Notifikasi Telegram Berbasis IoT [Tugas Akhir]. Kupang (ID): Teknik Informatika S1, STIKOM Uyelindo Kupang
- Mariana Papo Wea, S.Kom. 2023. Implementasi Pemilihan Sampah Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno [Tugas Akhir]. Kupang (ID): Teknik Informatika S1, STIKOM Uyelindo Kupang
- Masmur, D., & Snae, M. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM SORTIR BUAH CABAI BERDASARKAN WARNA BERBASIS ARDUINO UNO. *HOAQ* (High Education of Organization Archive Quality): *Jurnal Teknologi Informasi*, 15(1), 33-42. **[internet] [diakses pada 20 Desember 2024]** Tersedia pada : <https://publikasi.uyelindo.ac.id/index.php/hoaq/article/view/552/306>
- Hanafie, A., Sukirman, S., Karmila, K., & Putri, M. E. (2021). Pengembangan Tempat Sampah Cerdas Berbasis Internet of Things (Iot) Studi Kasus Fakultas Teknik Uim. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 16(01), 34-39. **[internet] [diakses pada 28 Oktober 2024]** Tersedia pada : <https://iltek.ft-uim.ac.id/index.php/ILTEK/article/view/42>