

Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Tempat Sampah Pintar

Musyarrofah¹, Raudhatunnafisah², Siti Halmah³, Tizanatun Nafisah⁴, Wiwin Siftiani⁵, Ulfatun Hasanah⁶

¹⁻⁵Mahasiswa Fakultas Teknik, Institut Sains dan Teknologi Annuqayah, ⁶Dosen Fakultas Teknik, Institut Sains dan Teknologi Annuqayah,
Email: yohiroh31@gmail.com¹

Abstrak Saat ini kita sedang mengalami Revolusi Industri 4.0 yang memperkenalkan teknologi digital dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu dampak positif dari revolusi ini adalah konsep Internet of Things (IoT) yang memungkinkan otomatisasi dalam aktivitas sehari-hari. Pondok pesantren Al-Ibrahimi di desa Sentol Daya, Pragaan sedang menghadapi masalah kebersihan akibat perilaku membuang sampah sembarangan oleh santri dan masyarakat sekitar. Untuk mengatasi masalah ini, kami mengembangkan tempat sampah pintar dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mesin servo untuk otomatisasi. Kami juga memanfaatkan Arduino Uno dan bahasa pemrograman C++. Melalui serangkaian eksperimen dan pengujian, kami berhasil menciptakan tempat sampah pintar yang membantu pengelolaan sampah sehari-hari.

Kata Kunci: Internet of Things, Tempat Sampah Pintar, Otomatisasi

Abstract We are currently facing the all-digital 4.0 revolution, all aspects of human life have been assisted or replaced by the presence of technology. It is not spared from the implementation of various forms of innovation that aim an autoymation. The Internet of Things (IoT) is an automation concept that connects internet and human daily activities in order that easier and more efficient. Al-Ibrahimi is one of the Islamic boarding schools located in Sentol Daya village, Pragaan, which is densely populated with islamic boarding school communities. Not a few social problems arise, including hygiene problems. The bad habits of students and community around the islamic boarding school in terms of littering lead to the accumulation of garbage that is not managed properly. Those problems can be handled by implementing the Internet of Things in smart trash can automation. This implementation is using several sensor components in it, the HC-SR04 ultrasonic sensor functions to detect objects so that it will open the trash can automatically, besides it also as a detector of the amount capacity of the trash volume can fill. In addition, a Servo machine is used which is tasked with pulling and closing the lid automatically. Arduino Uno application which functions to assemble the framework using the C++ programming language. In this case, the method used is experimentation and design.

Keyword: Internet of Things, Smart Trash Can, Automation

I. PENDAHULUAN

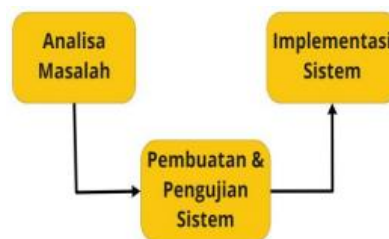
Tempat sampah merupakan wadah sementara untuk mengumpulkan sampah. Beberapa tempat sampah dilengkapi dengan penutup atas untuk mengurangi bau tidak sedap dari sampah. Namun, sebagian besar tempat sampah harus dibuka secara manual, yang dapat mengakibatkan masalah kebersihan karena sulitnya penggunaannya. Selain itu, jika tempat sampah sudah penuh dan tidak segera dikosongkan, sampah bisa berserakan. Masalah ini menjadi sorotan di Pondok Pesantren Al-Ibrohimi, Dusun Masaran, Desa Sentol Daya, Sumenep.

Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan inovasi dengan menciptakan tempat sampah otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan

Mikrokontroler ESP32 sebagai kontrol utama dan sensor ultrasonik untuk membuka penutup sampah secara otomatis saat ada objek yang mendekati. Motor Servo digunakan untuk menutup penutup sampah secara otomatis, dan LED digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan apakah tempat sampah tersedia atau sudah penuh. Sensor jarak digunakan untuk mendeteksi kapan tempat sampah hampir penuh. Ketika kapasitas sampah mendekati batas, sensor dapat memberikan sinyal untuk memulai proses pengumpulan sampah otomatis. Ini mengurangi kerja manual dalam mengelola sampah. USB digunakan untuk menghubungkan tempat sampah pintar ini dengan laptop.

Pengembangan tempat sampah pintar ini memiliki hasil positif, yaitu pengguna tidak perlu menyentuh penutup tempat sampah secara langsung, yang meningkatkan kebersihan dan mengurangi sampah yang berserakan.

Dalam merancang sistem yang akan dilakukan, maka dibutuhkan beberapa tahapan sistem diantaranya :



Gambar 1. Metode Pelaksanaan

Tahap awal penelitian ini fokus pada identifikasi masalah mendesak dalam masyarakat dan langkah-langkah penelitian yang akan diambil. Selain itu, kami juga melakukan pencarian referensi jurnal yang relevan untuk memandu penelitian ini.

Pada tahap selanjutnya, pembuatan dan pengujian sistem dilakukan melalui serangkaian langkah. Kami merancang flowchart untuk sistem tempat sampah pintar, menentukan komponen dan teknologi yang diperlukan, mengembangkan program otomatisasi, dan menguji keseluruhan sistem untuk memastikan semuanya berfungsi sesuai rencana.

Penerapan sistem ini bertujuan untuk memberikan solusi terhadap masalah kebersihan lingkungan dengan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya membuang sampah pada tempatnya.

Tahap perencanaan adalah bagian integral dari proses penelitian ini, yang membantu mengarahkan penelitian sesuai tujuan dan jangka waktu yang telah ditentukan. Untuk membangun sistem tempat sampah pintar, kami memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak tertentu, termasuk :

1. Kebutuhan *Hardware* (Perangkat Keras)

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam membangun tempat sampah pintar ini terdiri dari beberapa alat. Diantaranya :

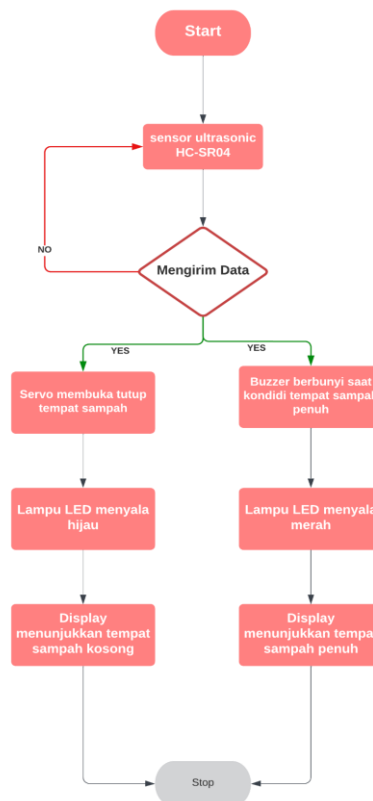
- a. Mikrokontroler ESP32.
- b. Sensor Ultrasonik jenis HC SR04
- c. Modul motor servo yang bertugas untuk membuka serta menutup tempat sampah secara otomatis.
- d. USB
- e. LED
- f. Driver LCD PCF8574
- g. LCD 16x2
- h. LM2596
- i. Adaptor 12v 2A
- j. Sensor Proximity

- k. Buzzer
- l. Tempat / box pcb
- m. Tempat Sampah
- 2. Kebutuhan *Software* (Perangkat Lunak)

Software yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu aplikasi Arduino Uno.

Flowchart merupakan diagram alur yang mendeskripsikan langkah--langkah dalam suatu program. Langkah-langkah tersebut diintegrasikan ke bentuk flowchart diagram yang dihubungkan dengan sebuah garis atau anak panah sesuai dengan kebutuhan sistem. Flowchart memiliki peranan sangat penting dalam memutuskan suatu langkah maupun fungsionalitas dalam suatu proses pembuatan program yang dikerjakan oleh banyak orang secara bersamaan. Penggunaan flowchart akan membuat alur sistem pada program lebih jelas dan mengurangi terjadinya banyak kesalahan dan penafsiran pada program itu sendiri. Flowchart ini digunakan untuk mempermudah proses pengerjaan sebuah program agar dapat menjadi program yang terstruktur. Berikut merupakan flowchart dari sistem penelitian tempat sampah pintar :

FLOWCHART IOT "TEMPAT SAMPAH PINTAR"
Musyarrofah | September 6, 2023

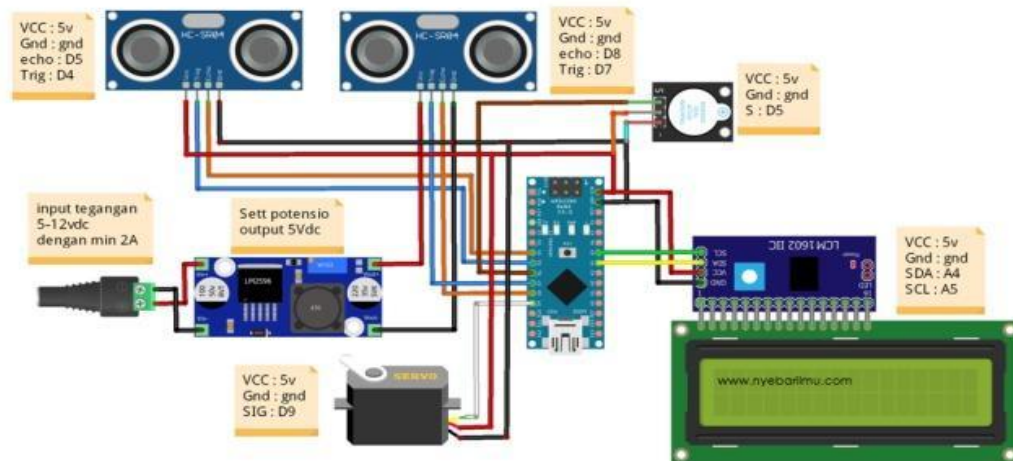


Gambar II. Flowchart IoT

Pada saat program dimulai, sensor dan beberapa perangkat keras yang sudah diintegrasikan secara otomatis akan bekerja sesuai dengan fungsinya. Sensor pendeteksi objek akan secara otomatis terbuka jika mendeteksi keberadaan objek dengan jarak < 20 cm . Selanjutnya data akan dikirim ke mikrokontroler untuk memproses semua algoritma yang terkait dengan tempat sampah pintar. Lalu mikrokontroler secara otomatis akan terhubung ke jaringan wifi yang telah tersedia. Sebaliknya, jika mikrokontroler tidak

dapat terhubung maka data tidak dapat dikirim kepada server yang kan digunakan untuk menampilkan data monitoring.

Dalam pengerjaan penelitian ini juga dibutuhkan skematik sistem. Skematik sistem merupakan salah satu bagian penting yang berfungsi untuk mempermudah proses penempatan posisi perangkat dan cara kerjanya. Berikut merupakan gambar skematik sistem :



Gambar III. Skematik Sistem

Komponen yang dibutuhkan :

1. Arduino Nano
2. Driver LCD PCF8574
3. LCD 16x2
4. Ultrasonic HC-SR04 2 Pcs
5. Servo
6. LM2596
7. Adaptor 12v 2Ase
8. Sensor Proximity
9. Buzzer
10. Tempat / box pcb
11. Tempat Sampah

Dalam pembuatan projek ini, dibuatkan desain pcb yang sederhana dalam meletakkan komponen di atas, yang berfungsi untuk mengurangi tumpukan penyusunan perkabelan agar tampak lebih rapi. Untuk menghubungkan antara pcb dengan sensor ultrasonik HC-SR04 serta mesin servo menggunakan konektor jenis Molex 5mm. Bagian tempat sampah juga harus dimodifikasi sedemikian rupa, gambar ilustrasi di atas sebagai acuannya, untuk mengatur terbuka dan tertutupnya tempat sampah menggunakan servo. Selain juga, dibuatkan timer yang berfungsi sebagai durasi terbukanya tempat sampah serta menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang lain untuk mendeteksi volume isian sampah. Apabila volume isian sampah sudah penuh, maka buzzer yang dipasangkan pada rangkaian sistem ini akan berbunyi yang akan menampilkan notifikasi pada *display* (LCD).

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Aktivitas

a. Uji Coba Sensor

Pengujian sensor dalam Internet of Things (IoT) merujuk pada serangkaian aktivitas pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan akurasi sensor yang digunakan dalam sistem IoT. Sensor adalah komponen kunci dalam IoT karena sensor bertanggung jawab untuk mendeteksi, mengukur, dan mengumpulkan data fisik dari lingkungan sekitarnya. Pengujian sensor adalah tahap penting dalam pengembangan dan implementasi sistem IoT yang dapat diandalkan.

b. Uji Coba Sensor Volume Isi Tempat Sampah

Uji coba sensor volume isi tempat sampah dalam Internet of Things (IoT) adalah serangkaian aktivitas pengujian yang dilakukan untuk menguji kinerja sensor yang digunakan untuk mengukur atau mendeteksi volume atau level isi dari tempat sampah pintar yang terhubung ke sistem IoT. Tujuan utama dari uji coba ini adalah untuk memastikan bahwa sensor bekerja dengan akurat, konsisten, dan dapat diandalkan dalam mengukur isi tempat sampah, sehingga dapat membantu dalam pengelolaan sampah yang lebih efisien. Berikut rumus yang dipakai dalam uji coba tersebut :

$$V = h \cdot r$$

V = Isi Sampah

h = Tinggi tempat sampah

r = Jarak sensor dengan sampah

Berikut adalah hasil uji coba volume isian tempat sampah dengan maksimum jarak 30 cm :

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Isian Sampah

No	Isi Manual	Ultrasonik
1.	30 cm	30 cm
2.	25 cm	24,8 cm
3.	20 cm	20,2 cm
4.	10 cm	10,2 cm

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan nilai berupa 0,2 cm dari nilai secara isian manual.

c. Uji Coba Detektor Orang

Pengujian sensor deteksi orang secara otomatis bertujuan untuk memverifikasi bahwa saat seseorang mendekat untuk membuang sampah, penutup tempat sampah akan terbuka secara otomatis. Dalam pengujian ini, akan dibandingkan sensor ultrasonik dan sebagai serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk menguji dan memvalidasi kinerja sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau pergerakan orang dalam lingkungan yang terhubung melalui jaringan IoT. Hasil perbandingan ini dicatat dalam tabel berikut :

Tabel 2. Pengujian Detektor Orang

No.	Manual	Ultrasonik
1.	15 cm	15,1 cm
2.	8 cm	8 cm
3.	10 cm	10 cm
4.	19 cm	19,1 cm
5.	20 cm	20 cm

Gap (kesenjangan) yang terjadi dalam pengujian sensor deteksi orang merujuk pada perbedaan antara kinerja yang diharapkan atau yang diinginkan dari sensor dengan hasil pengujian aktual yang diperoleh. Gap ini dapat muncul karena beberapa alasan dan sering kali menunjukkan tantangan dalam pengembangan atau penggunaan sensor deteksi orang dalam konteks Internet of Things (IoT). Berdasarkan tabel diatas, terjadi gap 0,1 pada pengujian sensor deteksi orang.

d. Uji Coba Fungsionalitas Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dalam Internet of Things (IoT) adalah proses pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan fungsionalitas sistem IoT secara menyeluruh. Ini mencakup semua komponen perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), jaringan, dan elemen-elemen lain yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan sistem. Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa sistem IoT berfungsi dengan baik, andal, dan sesuai dengan kebutuhan atau tujuan yang diinginkan.

e. Uji Coba Pemrograman

Pengujian pemrograman dalam Internet of Things (IoT) merujuk pada serangkaian aktivitas pengujian yang dilakukan untuk menguji perangkat lunak yang digunakan dalam sistem IoT. Ini mencakup pengujian perangkat lunak yang berjalan pada perangkat-perangkat yang terhubung ke IoT, seperti sensor, mikrokontroler, gateway, perangkat server, dan aplikasi pengguna akhir. Pengujian pemrograman sangat penting dalam IoT karena perangkat lunak ini mengendalikan operasi sistem, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menghubungkan perangkat IoT dengan infrastruktur jaringan.

```
tempat_sampah_pintar.ino
1  #include <Wire.h>
2  #include <Servo.h>
3  Servo myservo;
4  #define trigPin 8
5  #define echoPin 9
6  long duration;
7  int distance = 0;
8  int pos = 0;
9  void setup()
10 {
11     myservo.attach(10);
12     pinMode(trigPin, OUTPUT); // setting triggerpin sebagai output
13     pinMode(echoPin, INPUT); // setting echopin sebagai Input
14     Serial.begin(9600); // setting kecepatan pengiriman serial monitor
15
16 }
```

Ini adalah bagian awal dari program yang mengatur konfigurasi awal, termasuk pengaturan pin, inisialisasi servo, dan inisialisasi komunikasi serial. Kode selanjutnya akan berisi loop() yang akan dieksekusi secara berulang dan mencakup pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik serta pengendalian servo motor berdasarkan hasil pengukuran tersebut.

```
17 void loop()
18 {
19   digitalWrite(trigPin, HIGH); // aktifkan sensor ultrasonic
20   delayMicroseconds(10); // selama 10 microseconds
21   digitalWrite(trigPin, LOW); // matikan sensor ultrasonic
22   duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // baca rentang waktu dari trigPin High sampai echoPin high
23   distance = duration * 0.034 / 2; // konversi selang waktu ke CM
24
25
26   if (distance < 30) // Hanya menampilkan jarak jika jaraknya kurang dari 300 cm / 3 meter
27   {
28     Serial.println(distance); // kirim data jarak ke PC
29     myservo.write(150);
30     delay(2000);
31   }
32
33   else
34   {
35     myservo.write(0);
36   }
37 }
```

Kode ini mengukur jarak objek dengan sensor ultrasonik, dan jika jaraknya kurang dari 30 cm, servo motor akan bergerak ke posisi tertentu dan menunggu selama 2 detik sebelum melanjutkan. Jika jarak lebih dari 30 cm, servo motor akan kembali ke posisi awal. Kode ini berguna untuk berbagai aplikasi seperti deteksi objek mendekati atau menjauhi sensor.

B. Penyelesaian Masalah

Perancangan sistem "Tempat Sampah Pintar" yang berbasis Internet of Things (IoT) merupakan solusi yang efisien dan modern dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah di lingkungan pesantren. Sistem ini telah membawa berbagai manfaat nyata bagi masyarakat pesantren, yang dapat diukur melalui indikator pengabdian kepada masyarakat.

Pertama, sistem ini memastikan kualitas lingkungan yang lebih baik. Dengan sensor-sensor yang mengukur tingkat isian tempat sampah secara akurat, pengumpulan sampah dapat dijadwalkan lebih efisien. Hasilnya adalah penurunan penumpukan sampah di sekitar lingkungan sekolah maupun asrama santri, menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan menarik bagi masyarakat pesantren dan penduduk sekitar pesantren.

Kedua, melalui akses data yang diberikan oleh sistem ini, masyarakat pesantren dapat lebih memahami dampak pengelolaan sampah terhadap lingkungan. Ini meningkatkan kesadaran mereka tentang pentingnya menjaga kebersihan dan keberlanjutan lingkungan.

Kekuatan internal yang mendukung implementasi sistem ini melibatkan teknologi IoT yang terpercaya, tim yang terlatih dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem, serta komitmen jangka panjang untuk menjalankan sistem. Di sisi lain, kesempatan eksternal yang mendukung mencakup kebijakan pengasuh yang mendukung inovasi dalam pengelolaan sampah, komunikasi yang baik, dan meningkatnya kesadaran masyarakat pesantren tentang isu lingkungan.

Meskipun sistem "Tempat Sampah Pintar" berbasis IoT telah membawa banyak manfaat bagi masyarakat pesantren, ada beberapa kelemahan internal dan

hambatan eksternal yang dapat mempengaruhi pencapaian capaian indikator pengabdian kepada masyarakat.

- **Kelemahan Internal :**
 1. **Masalah Teknis dan Keamanan**, Salah satu kelemahan internal yang paling mencolok adalah kerentanan terhadap masalah teknis dan keamanan. Sistem IoT rentan terhadap serangan cyber atau gangguan teknis, yang dapat menghambat operasi dan kinerja sistem ini. Oleh karena itu, diperlukan investasi dalam keamanan cyber yang kuat dan pemeliharaan teknis yang teratur dan berkualitas tinggi.
 2. **Keterbatasan Sumber Daya**, Implementasi dan pemeliharaan sistem ini memerlukan sumber daya finansial dan manusia yang cukup. Terbatasnya anggaran atau kurangnya personil yang terlatih dapat memperlambat pengembangan dan operasi sistem. Oleh karena itu, perlu ada upaya untuk mengalokasikan sumber daya yang memadai.
- **Hambatan Eksternal :**
 1. **Regulasi Lingkungan yang Rumit**, Hambatan eksternal mencakup regulasi lingkungan yang kompleks dan perbedaan kebijakan pengasuh. Ini dapat menjadi kendala dalam menyebarkan sistem ini di lingkungan pesantren dengan beragam regulasi. Diperlukan koordinasi yang kuat antara pengurus dan pengasuh di lingkungan tersebut.
 2. **Infrastruktur Komunikasi yang Terbatas**, Di beberapa pesantren infrastruktur komunikasi mungkin belum cukup berkembang untuk mendukung sistem IoT dengan baik. Ini dapat menghambat transmisi data yang lancar dan respons sistem yang cepat. Perlu ada upaya untuk memperkuat infrastruktur komunikasi di lingkungan pesantren ini.
 3. **Ketidakhahaman Masyarakat**, Ketidakhahaman masyarakat pesantren tentang cara kerja sistem ini atau manfaatnya juga dapat menjadi hambatan. Upaya edukasi dan komunikasi yang efektif diperlukan untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan masyarakat pesantren terhadap teknologi ini. Dengan cara ini, masyarakat pesantren akan lebih siap untuk berpartisipasi dan mendukung implementasi sistem ini.

Dengan menyatukan manfaat yang diberikan oleh sistem "Tempat Sampah Pintar" dengan dukungan dari faktor internal dan eksternal ini, kita dapat mencapai lingkungan pesantren yang lebih bersih, lebih efisien, dan lebih berkelanjutan. Hal ini bukan hanya menciptakan kepuasan masyarakat pesantren, tetapi juga memberikan dampak positif pada kualitas hidup di pesantren yang semakin modern ini.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

IoT memainkan peran krusial dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan tempat sampah dengan memungkinkan pemantauan real-time dan pengelolaan yang lebih efektif. Penggunaan sensor dan perangkat terhubung di tempat sampah memungkinkan pemantauan level sampah dan pemadaman yang tepat waktu, mengurangi potensi pencemaran lingkungan dan bau tidak sedap, sehingga lingkungan sekitar dapat lebih

bersih dan ramah. Dengan demikian, implementasi IoT dalam pengelolaan tempat sampah pintar bukan hanya tentang efisiensi operasional, tetapi juga tentang meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dan mendorong praktik yang lebih berkelanjutan. Munculnya teknologi ini memberikan harapan untuk masa depan yang lebih bersih, lebih efisien, dan lebih pintar dalam mengelola sampah sekitar.

B. Saran

Adapun saran-saran dari penulis untuk membantu mengembangkan penelitian selanjutnya adalah :

1. Kembangkan perangkat lunak yang canggih untuk mengelola data sensor dengan efisien.
2. Prioritaskan keamanan data dan privasi pengguna.
3. Optimalkan penggunaan energi dari perangkat IoT.
4. Sosialisasikan manfaat Tempat Sampah Pintar kepada masyarakat.
5. Lakukan pemeliharaan rutin dan pemantauan terhadap perangkat.
6. Kolaborasi dengan pemerintah untuk integrasi yang lebih luas.

Dengan tindakan ini, Tempat Sampah Pintar berbasis IoT berpotensi meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan lingkungan yang lebih bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>
- Khazin, A., Winardi, S., Arifin, M. N., & Nugroho, A. (2022). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things Pada Smkn 1 Dlanggu Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 5(1), 69–77.
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Trie Ananda, R., & Sujana, D. (2021). SISTEM TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS IoT MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK IoT-BASED SMART WASTE SYSTEM USING BLYNK APPLICATION. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan Desember 2021*, 8(2), 1027–1038. <https://doi.org/10.25124/jett.v8i2.4073>