



Perancangan Smart Trash Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis Iot (*Internet of Things*)

INFO PENULIS	INFO ARTIKEL
Faisal Nur Jaya Universitas Muhammadiyah Makassar faisalelind@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Taufik Ardiansya Universitas Muhammadiyah Makassar taufikardiansya045@gmail.com	
Adriani Universitas Muhammadiyah Makassar adriani@unismuh.ac.id	
Ridwang Universitas Muhammadiyah Makassar ridwang@unismuh.ac.id	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Jaya, F. N., Ardiansya, T., Adriani, & Ridwang (2024). Perancangan Smart Trash Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis Iot (*Internet of Things*). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 310-319.

Abstrak

Permasalahan yang timbul akibat sampah terjadi karena banyaknya penumpukan sampah yang susah di daur ulang sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Maka dari itu kami merancang sebuah prototype Smart Trash yang dapat membedakan jenis sampah organik maupun anorganik yang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pengontrol utama dan memiliki sistem monitoring volume sampah menggunakan Internet Of Things. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang di uji coba berdasarkan fungsi alat yang telah di buat sebelumnya dan Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi yaitu melibatkan pengamatan langsung terhadap alat Smart Trash dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terpasang pada wadah sampah, observasi dilakukan dengan cara mencatat data sensor serta mendokumentasikan proses dan hasil pengujian alat. Alat ini berfungsi dengan baik dalam membedakan jenis sampah organik dan anorganik sehingga diharapkan kedepannya dapat bermanfaat dalam mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan susah nya daur ulang sampah.

Kata Kunci : Smart Trash, Internet of Things, NodeMCU ESP32, Organik, Anorganik

Abstract

Problems that arise due to waste occur because there is a large accumulation of waste that is difficult to recycle, resulting in environmental pollution. Therefore, we designed a Smart Trash prototype that can distinguish between organic and inorganic waste using the NodeMCU ESP32 microcontroller as the main controller and has a waste volume monitoring system using the Internet of Things. The research method used is an experimental method that is tested based on the function of the tool that has been made previously and the data collection method used is the observation method, which involves direct observation of the Smart Trash tool by utilizing sensors installed on the trash container, observations are made by recording sensor data and documenting the process and results of tool testing. This tool functions well in distinguishing organic and inorganic waste types so that it is hoped that in the future it can be useful in reducing environmental pollution caused by the difficulty of recycling waste

Keywords: Smart Trash, Internet of Things, NodeMCU ESP32, Organic, Inorganic

A. Pendahuluan

Sampah telah menjadi salah satu masalah umum yang banyak dihadapi oleh negara berkembang bahkan pada negara maju sekalipun. Karena semakin banyak penduduk suatu negara maka jumlah sampah yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Jika sampah dibiarkan terus menumpuk dan tidak terurus maka seiring berjalannya waktu akan menimbulkan masalah yang lebih banyak khususnya pada masalah kebersihan lingkungan, kerapihan, kesehatan, dan bau yang di hasilkan dari penumpukan sampah tersebut.

Pada negara Indonesia sampah telah di atur dalam UU Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan sampah, disebutkan bahwa Sampah Merupakan kegiatan sehari hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan. (Akbar, Devi, and Diah 2021)

Permasalahan yang terjadi akibat sampah juga di pengaruhi oleh kurangnya rasa kesadaran masyarakat umum terhadap kebersihan dan kesehatan lingkungan. Hal ini menyebabkan banyaknya pencemaran lingkungan akibat dari masyarakat yang membuang sampah sembarangan. masalah lain yang terjadi akibat membuang sampah sembarangan adalah bercampurnya jenis sampah organik dan anorganik yang membuat daur ulang sampah menjadi semakin sulit.

Berdasar dari hal tersebut maka penulis akan mengembangkan alat sebelumnya agar dapat secara otomatis mendeteksi dan memisahkan sampah yang berjenis organik dan anorganik. Alat pemisah ini berbasis Internet Of Things yang memungkinkan pengguna menerima notifikasi via telegram ketika volume dari tempat sampah telah mencapai batas dan menggunakan NodeMCU ESP 32 Sebagai Mikrokontroler Utamanya.

1. Pengertian Smart Trash

Smart Trash atau tempat sampah pintar merupakan sebuah tempat sampah yang telah di lengkap oleh sebuah teknologi yang dapat memindai atau mendeteksi sampah yang kemudian mengklasifikasikan sampah tersebut berdasarkan jenis organik maupun anorganik. Bahkan ada beberapa Smart Trash yang melengkapi teknologi yang digunakan dengan sistem Iot (Internet Of Things).

2. Pengertian Internet Of Things

Internet Of Thing (IOT) adalah adalah suatu sistem yang telah dikembangkan untuk menghubungkan suatu perangkat dengan objek tertentu melalui sebuah teknologi. Dalam penerapannya, Internet Of Things sering digunakan sebagai sistem yang dapat mengidentifikasi, menemukan, melacak, dan memantau sebuah objek secara otomatis dan real time. (Febrianto et al. 2022)

Selain itu, Internet Of Things (IOT) Juga mampu menghubungkan suatu objek dengan internet untuk berbagi informasi dan melakukan perintah secara otomatis seperti mengumpulkan dan mengirim tanpa bantuan manusia.(Febrianto et al. 2022)

3. ESP 32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet Of Things.(Imran and Rasul 2020)

4. Sensor Proximity Kapasitif

Sensor Proximity Kapasitif merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi bahan yang berjenis logam dan non-logam. cara kerja dari alat ini menggunakan prinsip kapasitansi dalam mendeteksi sebuah objek. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi alat ini yaitu luas permukaan benda, jarak, dan jenis bahan dari benda yang di deteksi.(Yanti 2023)

5. Sensor Proximity Induktif

Sensor Proximity Induktif merupakan jenis sensor jarak yang bertujuan untuk mendeteksi sebuah objek dengan jenis logam dan metal. Prinsip kerja dari sensor ini menggunakan prinsip kerja elektromagnetik sehingga sensor ini memiliki dua komponen utama yaitu kumparan induktor dan inti besi. Sensor Proximity Induktif ini memiliki sensitivitas yang sangat tinggi sehingga proses pendeteksi dari sensor ini di pengaruhi oleh faktor permukaan benda dan jarak.(Yanti 2023)

6. Sensor Proximity Infrared

Sensor Proximity Infrared merupakan sebuah komponen elektronika yang dapat mendeteksi adanya cahaya inframerah (infrared). Dalam pengaplikasiannya sensor infrared ini digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya sebuah objek. Bila terdapat sebuah objek dalam jangkauan sensor ini maka output rangkaian sensor akan berlogika "0" yang berarti objek "ada". Begitu pula sebaliknya, jika tidak terdapat objek dalam jangkauan sensor ini maka output rangkaian sensor akan berlogika "1" atau yang berarti objek "tidak ada".(Ii and Pustaka 2017)

7. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor yang dapat mengukur jarak suatu benda menggunakan gelombang Ultrasonik. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memancarkan gelombang Ultrasonik kemudia gelombang tersebut memancar kembali dan diterima oleh receiver Ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima bergantung pada jarak antara sensor dan objek yang memantulkan gelombang. (Anon 2018)

8. Motor Servo

Motor Servo Adalah sebuah perangkat elektromekanis dengan menggunakan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo) untuk mengontrol posisi, kecepatan, dan akselerasi beban dengan tepat. Perangkat ini pun dapat di set-up untuk menentukan posisi suatu sudut dari poros output motor. (Winatan, Solichin, and Soetanto 2023)

Prinsip kerja dari motor servo adalah kontrolernya berperan sebagai penerima sinyal dari pengguna lalu sinyal yang telah di terima akan di kirimkan ke encoder dan decoder yang berfungsi untuk mengukur posisi rotor motor dan mengimkan syinalnya kembali ke kontroler sebagai sinyal umpan balik. (Bangun, Smart, and Bin n.d.)

9. Modul LCD

Modul LCD Adalah Sebuah Alat elektronik yang memiliki dua bagian yaitu layar LCD dan rangkaian kontrol. Layar dari modul LCD ini terbuat dari kristal cair sehingga transparansinya dapat berubah ketika diberikan tegangan listrik. (Hidayat 2022)

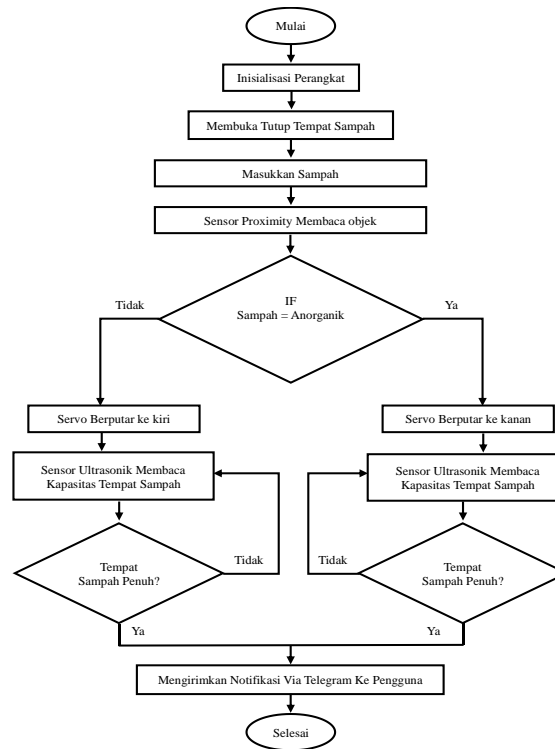
Untuk Penerapan dari modul LCD ini biasanya terdapat pada berbagai perangkat elektronik. Contohnya seperti kalkulator, jam digital, dan papan kontrol. Modul LCD juga sering digunakan dalam berbagai proyek yang berhubungan dengan elektronika. (Hidayat 2022)

10. Telegram

Telegram Merupakan sebuah aplikasi pesan instan yang dapat digunakan dalam berbagai perangkat yang mudah dan gratis. Aplikasi ini telah dianggap sebagai salah satu aplikasi pesan instan yang paling sukses dan memiliki banyak pengguna. (Normadhoni et al. 2021)

B. Metodologi

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi yaitu melibatkan pengamatan langsung terhadap alat *Smart Trash* berbasis IoT dilakukan dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terpasang pada wadah sampah, yang kemudian secara otomatis merekam informasi tentang *volume* sampah, jenis sampah yang dibuang, observasi dilakukan dengan cara mencatat data sensor serta mendokumentasikan proses dan hasil pengujian alat.



Gambar 1. flowchart Rancangan Sistem

Tahapan yang dilakukan dalam perancangan alat *Smart Trash* berbasis *Internet Of Things* adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Umum

Pada persiapan umum yang dilakukan sebagai penunjang dalam proses pembuatan *Smart Trash* yaitu, penyusunan laporan, daftar alat, dan evaluasi alat beserta persiapan lainnya dengan tujuan agar proses pembuatan dari alat tersebut dapat berjalan dengan baik.

2. Pembuatan alat

Dalam proses pembuatan alat dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu pembelian komponen-komponen dan alat elektronik yang berkaitan dengan alat yang akan di rancang.

3. Pengujian Alat

Setelah tahapan pembuatan alat selesai maka selanjutnya dilakukan tahap pengujian alat untuk mengetahui apakah komponen maupun alat yang telah di rancang tersebut berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan oleh penulis.

4. Perancangan Ulang

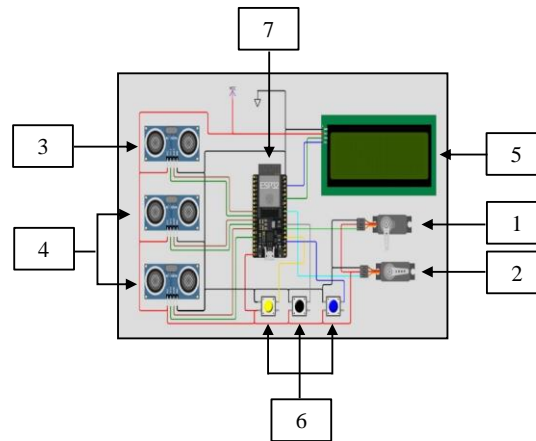
Tahapan perancangan Ulang dilakukan sebagai respon terhadap Hasil yang di dapatkan selama tahapan pengujian alat. Tahapan ini memiliki tujuan agar alat yang di rancang memiliki desain maupun cara kerja yang lebih baik dari rancangan sebelumnya. Tahapan ini bisa di

lewati ketika pada tahap pengujian, alat yang telah di rancang bekerja sesuai dengan fungsi yang di harapkan oleh penulis.

5. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil dari pengujian alat yang telah di rancang agar dapat melakukan pengembangan serta penyempurnaan apabila masih terdapat beberapa kekurangan pada alat tersebut. Evaluasi ini dilakukan dengan cara mendiskusikan hasil yang telah di peroleh kepada satu kelompok dan dosen pembimbing.

Skema Rancangan Alat



Gambar 2. Skema Rancangan Alat

1. Motor Servo 1 Berfungsi Sebagai Pembuka Tutup Tempat Sampah
2. Motor Servo 2 Berfungsi Sebagai Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik
3. Ultrasonik 1 Berfungsi Sebagai Mendeteksi Keberadaan Seseorang
4. Ultrasonik 2 Dan 3 Berfungsi Sebagai Mendeteksi Volume Sampah
5. LCD Berfungsi Sebagai Menampilkan Kapasitas Sampah
6. Induktif, Kapasitif, Dan Infrared Berfungsi Sebagai Mendeteksi Sampah
7. Esp 32 Sebagai Mikrokontroler

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Perancangan Alat

Pada saat melakukan kegiatan perancangan ini dimulai dengan diskusi terlebih dahulu dengan teman satu kelompok untuk merancang skema pembuatan alat yang dapat dilihat pada gambar 2 dan pemeriksaan kembali komponen-komponen alat yang telah di uji cobakan sebelumnya untuk meminimalkan tingkat kegagalan dalam merancangan alat.

Setelah membuat skema dari alat yang telah dirancang selanjutnya menyiapkan program yang akan diinput pada setiap komponen-komponen elektronika yang digunakan untuk menjalankan sistem kerja dari keseluruhan komponen. Setelah selesai dalam melakukan perancangan komponen-komponen elektronika. Selanjutnya, merancang Smart Trash dengan memasukkan komponen elektronika yang telah selesai di buat kedalam bagian-bagian tempat sampah yang digunakan. Hasil dari rancang alat yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Perancangan Alat

2. Hasil Pengujian Deteksi Sensor Ultrasonik Penutup Tempat Sampah

Setelah selesai dalam melakukan perancangan Smart Trash selanjutnya melakukan tahap pengujian sistem kerja dari alat tersebut untuk mengetahui bahwa sistem kerja alat tersebut bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dibuat.

Pengujian dilakukan dengan mendekati tempat sampah untuk melihat apakah penutup dari tempat sampah yang telah dibuat dapat terbuka secara otomatis ketika seseorang berada pada jangkauan deteksi sensor Ultrasonik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik penutup tempat sampah

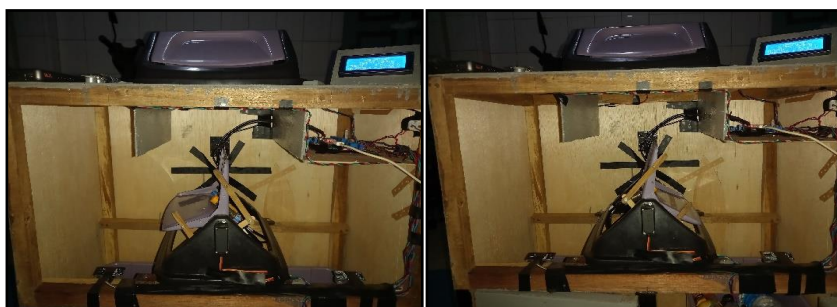
No	Jarak	Servo	Keterangan
1	10 cm	40°	Terbuka (Berhasil)
2	20 cm	40°	Terbuka (Berhasil)
3	30 cm	40°	Terbuka (Berhasil)
4	40 cm	180°	Tertutup (Berhasil)

Setelah Melakukan pengujian, data hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 1. Setelah mengamati tabel 1. maka dapat disimpulkan bahwa penutup tempat sampah akan terbuka secara otomatis dengan baik.

Ketika sensor *Ultrasonik* mendeteksi seseorang yang berjarak 30 cm dan kurang dari 30 cm dari depan tempat sampah maka motor servo akan otomatis berputar dari posisi awal 180° ke posisi 40° dan penutup tempat sampah terbuka.

3. Hasil Pengujian Deteksi Sampah Organik Dan Anorganik

Setelah merancang semua komponen menjadi sebuah alat maka dilakukan sebuah pengujian Pengujian untuk mengetahui seberapa akurat alat yang telah di rancang dalam membedakan jenis sampah organik dan anorganik. alat ini menggunakan sensor Proximity Induktif dan sensor Proximity Kapasitif yang memiliki fungsi utama dalam membedakan jenis sampah organik maupun anorganik.



Gambar 4. Hasil Pengujian Deteksi Sampah Organik Dan Anorganik

Tabel 2. Data Percobaan deteksi sampah organik dan anorganik

No.	Nama Sampah	Jenis Sampah	Sensor Proximity Induksi	Sensor Proximity Kapasitif	Sensor Proximity Infrared	Servo	Keterangan
1	-	-	0	1	1	90°	Berhasil
2	Kantong Kresek	Anorganik	1	0	0	180°	Berhasil
3	Kaleng Minuman	Anorganik	0	1	0	180°	Berhasil
4	Botol Plastik	Anorganik	1	0	0	180°	Berhasil
5	Kaca	Anorganik	1	1	0	180°	Berhasil
6	Daun	Organik	1	1	0	0°	Berhasil
7	Pisang	Organik	1	1	0	0°	Berhasil
8	Kentang	Organik	1	1	0	0°	Berhasil

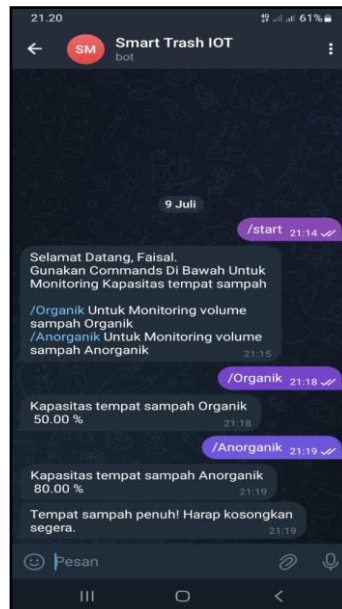
Setelah tutup tempat sampah terbuka dan sampah di masukkan kedalam wadah pemilah maka sensor *Proximity Kapasitif, infrared, dan induktif* akan mendeteksi dan menentukan jenis sampah yang dimasukkan setelah jenis sampah telah di tentukan maka sensor *proximity* akan mengirim sinyal ke NodeMCU untuk menggerakkan motor servo pemilah sesuai dengan jenis sampah yang di deteksi, jika sampah berjenis organik maka servo motor akan bergerak 90° ke kiri dan jika sampah berjenis anorganik maka motor servo akan bergerak 90° ke kanan.

4. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik, LCD, Dan Notifikasi Pesan Telegram

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketika Volume sampah organik maupun anorganik penuh apakah sensor Ultrasonik yang terpasang pada alat dapat mendeteksi hal tersebut dan memproses perintah pada sistem untuk menampilkan informasi pada LCD dan mengirimkan sebuah pesan pemberitahuan melalui aplikasi telegram ke pengguna.



Gambar 5. Hasil Pengujian Sensor *Ultrasonik* Dan LCD



Gambar 6. Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

Tabel 3. Data Percobaan Sensor *Ultrasonik*, LCD, Dan Telegram

No.	Sensor <i>Ultrasonik</i> Organik	Sensor <i>Ultrasonik</i> Anorganik	LCD	Persentase Organik (%)	Persentase Anorganik (%)	Telegram	Keterangan
1	10 Cm	10 Cm	Menampilkan Kapasitas Sampah	100,00%	100,00%	Menerima Pesan	Berhasil
2	15 Cm	16 Cm	Menampilkan Kapasitas Sampah	83,33%	80,00%	Tidak Menerima Pesan	Berhasil
3	25 Cm	20 Cm	Menampilkan Kapasitas Sampah	50,00%	66,67%	Tidak Menerima Pesan	Berhasil
4	30 Cm	25 Cm	Menampilkan Kapasitas Sampah	33,33%	50,00%	Tidak Menerima Pesan	Berhasil
5	35 Cm	30 Cm	Menampilkan Kapasitas Sampah	16,67%	33,33%	Tidak Menerima Pesan	Berhasil
6	40 Cm	40 Cm	Menampilkan Kapasitas Sampah	0,00%	0,00%	Tidak Menerima Pesan	Berhasil

Setelah Melakukan pengujian data hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 3. Setelah mengamati tabel 3 maka dapat disimpulkan bahwa sensor *Ultrasonik*, LCD, Dan Modul wifi dapat bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

Ketika *Volume* dari tempat sampah organik dan anorganik telah mencapai *Volume* maksimal (penuh) maka sensor *Ultrasonik* organik atau anorganik akan mengirimkan sinyal perintah ke NodeMCU agar mengirimkan pesan ke aplikasi telegram bahwa tempat sampah telah mencapai *Volume* maksimal (penuh) dan LCD akan menampilkan kapasitas dari tempat sampah organik maupun anorganik.

Dalam mengaplikasikan sistem Iot Pada alat yang di rancang yaitu dapat memberikan notifikasi ketika tempat sampah penuh dan juga *Volume* tempat sampah organik dan anorganik dapat diketahui secara *real-time* dengan memberikan perintah “/Organik” atau “/Anorganik” pada aplikasi telegram.

5. Kelebihan Dan Kekurangan Alat

Perancangan Smart Trash telah berhasil dibuat dalam bentuk prototype alat yang terdiri dari sensor Ultrasonik HC-SR04, sensor Proximity Infrared, sensor Proximity Kapasitif, sensor Proximity Induktif, LCD 20x4 dan dua buah motor servo.

Smart Trash yang telah di rancang berfungsi dengan baik ketika seseorang mendekati tempat sampah maka penutupnya secara otomatis akan terbuka dan saat sampah telah dimasukkan kedalam pemilah maka sensor yang digunakan akan mendeteksi jenis sampah tersebut dan membuangnya sesuai dengan jenisnya dan pengaplikasian fungsi sistem Internet Of Things pada alat ini berjalan dengan baik karena telegram dapat memonitoring Volume sampah dengan akurat.

Namun, pada pengujian yang telah dilakukan kami menemukan beberapa kelemahan dari alat ini seperti Smart Trash yang di rancang ini belum bisa memilah sampah berjenis organik dan anorganik secara bersamaan dan sensor yang digunakan masih kurang sensitif dalam mendeteksi benda berukuran kecil seperti sensor dan beberapa benda yang berdiameter kecil seperti kertas dan daun kering.

Alat ini juga masih belum memiliki alat press otomatis sehingga Volume dari tempat sampah organik maupun anorganik akan cepat terisi penuh.

D. PENUTUP

a. Kesimpulan

Setelah Melaksanakan serangkaian kegiatan mulai dari perancangan alat, Pengujian alat, dan pengumpulan data. maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Prototype Smart Trash telah berhasil dibuat dengan baik yang terdiri dari sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi volume sampah, sensor Proximity Infrared, sensor Proximity Kapasitif, sensor Proximity Induktif sebagai pendeteksi jenis sampah, dan dua buah motor servo sebagai pemilah dan pembuka penutup tempat sampah.
2. Cara kerja dari Smart trash dimulai dengan sensor ultrasonik yang mendeteksi seseorang dengan jarak sejauh 30 cm kemudian motor servo akan menggerakkan penutup tempat sampah hingga terbuka dengan jeda waktu 3-5 detik. Sampah yang telah di masukkan kedalam Smart Trash akan di deteksi jenisnya oleh sensor yang berada pada pemilah kemudian akan di buang pada tempat sampah yang sesuai.
3. Sistem Iot Pada alat yang kami rancang yaitu dapat memberikan notifikasi ketika tempat sampah penuh dan Volume tempat sampah organik dan anorganik dapat diketahui secara Real-Time dengan memberikan perintah `"/Organik"` atau `"/Anorganik"` pada aplikasi telegram.

b. Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian alat yang telah dilaksanakan, Peneliti menemukan beberapa kekurangan yang juga menjadi sebuah pelajaran. Maka dari itu ada beberapa saran yang telah kami peroleh sebagai berikut :

1. Menambahkan alat press otomatis pada tempat sampah agar Volume sampah tidak terlalu cepat penuh
2. Alat yang telah di rancang masih belum memiliki fungsi untuk memilah sampah organik dan anorganik secara bersamaan sehingga di perlukan pengembangan agar Smart Trash ini dapat berfungsi secara maksimal
3. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini belum mampu mendeteksi sampah yang memiliki ukuran kecil sehingga di perlukan sensor yang memiliki sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi sebuah objek.

E. Referensi

- Akbar, Memen, Sri Devi, and Kartina Diah. (2021). "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Dan NodeMCU ESP8266." 7(2):290-99.
- Anon. 2018. "Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT (Internet Of Things) Naskah

Publikasi Tugas Akhir Fakultas Teknologi Informasi Dan Elektro Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT (Internet Of Things) Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT (Internet.”

- Bangun, Rancang, Prototipe Smart, and Trash Bin. (n.d.). “Rancang Bangun Prototipe Smart Trash Bin Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler Di Unika de La Salle Manado.” 74–82.
- Febrianto, Rizki, Akhmad Jayadi, Yuri Rahmanto. (2022). Universitas Teknokrat Indonesia, Labuhan Ratu, and Bandar Lampung. “PERANCANGAN SMART TRASH MENUJU SMART.” 3(1):25–34.
- Hidayat, D. (2022). “Pada Smart Trash Bin Berbasis Arduino Di Universitas Harapan Medan.” 5(April):42–48.
- li, B. A. B. (2017). “G.211.16.0067-05-Bab-li-20200829010949.” 9–24.
- Imran, Al, and Muh Rasul. (2020). “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32.” *Jurnal Media Elektrik* 17(2):2721–9100.
- Normadhoni, Rohhun, Salsabila Putri Dewanti, Wikan Cahyo Namaskara. (2021). Bimbingan Konseling, Fakultas Ilmu Pendidikan, and Universitas Negeri Semarang. “Journal of Education and Technology.” 1(1):12–21.
- Winatan, A., Solichin, A., and Soetanto, H. (2023). “Rancang Bangun Tempat Pembuangan Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Design Of An Internet Of Things-Based Automatic.” 2(April):518–25.
- Yanti, W. S. (2023). “Rancang Bangun Alat Pemisah Sampah Cerdas Berbasis IoT (Internet of Things).” 4(2):538–46.