

RANCANG BANGUN SMART TRASH BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN METODE PROTOTIPYNG MODEL DI DESA BERIRIJARAK

Lalu Rizki Jaelani*¹, Lalu Delsi Samsumar², Zaenudin³, Masjun Efendi⁴

^{1,2,3,4}Universitas Teknologi Mataram Jaya

*lalurizkijaelani@gmail.com, samsumarld@utmmataram.ac.id, zen3d.itb@gmail.com, creativepio@gmail.com

Received: 02-09-2024

Revised: 10-09-2024

Approved: 15-09-2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem smart trash atau tempat sampah pintar yang terintegrasi dengan jaringan Internet of Things (IoT) dan dapat diakses melalui aplikasi Telegram, guna memudahkan petugas dalam memonitor kondisi sampah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Prototyping dan kualitatif. Metode Prototyping digunakan untuk membangun prototipe sebelum mengembangkan sistem secara keseluruhan, sementara metode kualitatif mendukung proses pengumpulan data dan analisis. Sistem ini dirancang untuk merespons secara cepat dan akurat terhadap deteksi kapasitas sampah, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk notifikasi melalui aplikasi Telegram dan platform web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem smart trash berbasis IoT ini efektif dalam mendeteksi volume sampah menggunakan sensor ultrasonik HCSR04. Informasi tentang kapasitas sampah disajikan dalam bentuk visualisasi yang informatif dan dapat diakses dari jarak jauh. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur otomatis yang memungkinkan penutup tempat sampah terbuka dan tertutup, serta pemberian notifikasi saat sampah penuh. Selain itu, sistem dapat memonitor pengambilan sampah dan mengeluarkan suara saat penutup tempat sampah bergerak, dengan dukungan output LCD, DFPlayer Mini MP3, dan bot Telegram. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem smart trash yang handal, terintegrasi dengan IoT, dan memudahkan proses monitoring sampah di desa. Sistem ini berpotensi meningkatkan kebersihan lingkungan dan memudahkan petugas dalam pengelolaan sampah secara efisien.

Kata Kunci: Smart Trash, IoT, sensor ultrasonik HCSR04, Aplikasi Telegram, Notifikasi, Web

PENDAHULUAN

IoT (*Internet of Thing*) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Penerapan IoT dalam pengelolaan sampah juga sangat memungkinkan untuk dapat memonitoring secara *real-time* dan kontrol yang efisien. Dengan menerapkan Teknologi IoT (*Internet of Thing*) kegiatan manusia akan lebih efisien dari segi waktu maupun tenaga (Widigdo, Christina, and Kristyawati, 2023). Sampah merupakan bahan padat buangan yang berasal dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan, hotel, rumah makan, industri, atau aktivitas manusia lainnya (Fiqih et al., 2023). Pengelolaan sampah yang tidak baik menjadi salah satu masalah yang mempengaruhi terciptanya lingkungan yang bersih dan sehat. Sampah yang di buang sembarangan, dibiarkan berserakan, terlalu lama menumpuk dan pengambilan sampah yang tidak teratur menjadi masalah yang sering terjadi, terutama pada Desa Beririjarak.

Oleh karena itu, solusi inovatif untuk mengatasi terjadinya pencemaran lingkungan akibat penumpukan sampah yang terlalu lama menjadi semakin penting untuk kenyamanan lingkungan yang bersih dan mengurangi bibit penyakit bagi penduduk di desa setempat. Salah satu solusi yang mungkin adalah dengan membuat sistem Smart Trash untuk pengelolaan sampah yang menggunakan teknologi sensor dan IoT (*Internet of Things*) untuk memonitor dan mengelola pembuangan sampah

secara efisien. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan pengumpulan sampah, mengurangi limbah, dan meningkatkan daur ulang (Smith, J. 2019). Penelitian yang dilakukan oleh (Akmal et al., 2023) dengan judul Sistem Tempat Sampah Pintar dengan Notifikasi dan Visualisasi Tingkat Kepenuhan Sampah Berbasis Internet of Things. Hasil dari penelitian ini, sistem dapat Sistem tempat sampah pintar ini dapat membuka dan menutup secara otomatis tutup tempat sampah, mendeteksi kehadiran seseorang yang akan membuang sampah dengan sensor ultrasonik 1, mengontrol kapasitas sampah menggunakan sensor ultrasonik 2, dan memberikan notifikasi melalui Telegram .

Penelitian yang dilakukan oleh (Fatmawati et al., 2020) dengan judul Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino, penelitian ini menghasilkan sistem tempat sampah pintar pemilah sampah organik dan anorganik. Penelitian yang dilakukan oleh (Febrianto et al., 2022) Perancangan Smart Trash Menuju Smart City Berbasis Internet Of Things, penelitian ini menghasilkan sistem monitoring sampah melalui aplikasi web.

Penelitian yang dilakukan oleh (Pahlawan et al., 2023) dengan judul Prototipe Sistem Tempat Sampah Otomatis Berbasis Iot Dengan Sensor Ultrasonik Dan Inframerah Menggunakan Wemos D1r2, penelitian ini menghasilkan monitoring menggunakan Wemos D1r2, sensor ultrasonik, sensor infrared dan web untuk monitoring sampah. Pada penelitian yang di lakukan oleh (Santika et al., 2024) dengan judul Penerapan Metode Fuzzy Logic Pada Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar dengan Sistem Monitoring Berbasis Cloud dan Internet of Things (IoT). Penelitian ini menghasilkan pengembangan tempat sampah menggunakan metode Fuzzy Logic menggunakan mikrokontroler ESP32 bersama dengan sensor HC-SR04 untuk mengukur jarak kapasitas tempat sampah, sensor MQ-135 untuk mendeteksi kandungan gas amonia (NH₃) pada sampah.

Kemudian penelitian dari (Mh et al., 2024) Inovasi Pengelolaan Sampah: Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT di Museum MH. Thamrin Jakarta. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan tempat sampah menggunakan Arduino dan metode kualitatif. Penelitian lain juga di lakukan oleh (Andi Rozzi et al., 2024) dengan judul Sosialisasi Sistem Pemantauan Tempat Sampah Pintar Secara Real-Time Berbasis IoT di SMAN 1 Kepahiang. Penelitian ini berfokus pada Sosialisasi mengenai penggunaan Sistem Pemantauan Tempat Sampah Pintar Secara Real-Time Berbasis IoT dalam kehidupan sehari-hari dapat menjadi salah satu upaya yang dilakukan agar siswa dapat membuang sampah pada tempatnya. Selanjutnya pada penelitian (Farid Hidayat & Safitri, 2024) Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pada Rumah Tangga Berbasis Iot Dan Android. Penelitian ini menghasilkan sistem tempat sampah rumah tangga pintar yang dapat memilah sendiri jenis sampah yang dibuang kedalamnya. Dengan terkoneksi oleh internet tempat sampah pintar ini dapat mengirimkan data muatan sampah secara realtime ke database dan data tersebut dikirim ke aplikasi Android.

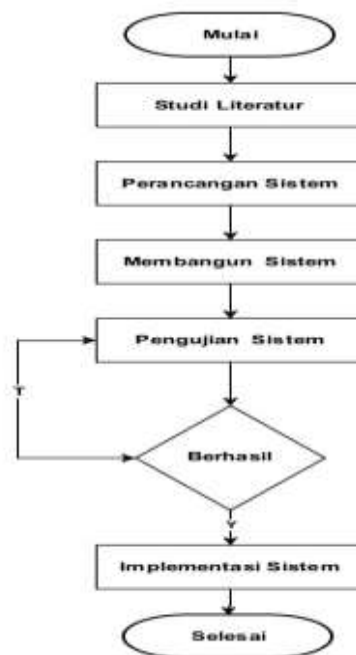
Dari hasil penelitian terdahulu yaitu perbandingan antara penelitian terdahulu dengan sekarang yaitu penelitian sekarang berfokus untuk merancang dan membangun smart trash dimana sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMcu Esp8266 dilengkapi dengan 2 sensor sebagai pendeteksi jarak dan kapasitas sampah, sistem ini juga menggunakan notifikasi telegram sebagai pemberitahuan informasi keadaan sampah kepada petugas sampah dan lcd 16x2 di gunakan untuk menampilkan kapasitas sampah yang di pasang pad tempat sampah serta modul Dfplayer Mini Mp3 dan speaker mini di gunakan untuk mengeluarkan suara apabila penutup tempat

sampah terbuka.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode Prototyping dan metode kualitatif, dimana metode Prototyping merupakan proses yang digunakan untuk membantu pengembangan perangkat lunak dalam membentuk model perangkat lunak yang harus dibuat. Prototype merupakan versi awal dari tahapan sebuah sistem software yang digunakan dalam mempresentasikan gambaran dari ide, eksperimen dari sebuah rancangan, mencari sebanyak mungkin masalah yang ada serta penyelesaian terhadap masalah tersebut (Rahayu Dewi et al., 2021). Sedangkan metode kualitatif yaitu metode yang di gunakan untuk membantu proses penelitian untuk mencari sumber permasalahan seperti melalui tahap observasi, study pustaka dan wawancara terkait permasalahan yan di angkat pada topik penelitian.

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan pengembangan dan fokus pada penciptaan sistem smrat trash berbasis *IoT*. Prototype adalah versi awal dari sistem perangkat lunak yang digunakan untuk mendemonstrasikan konsep-konsep, percobaan rancangan dan menemukan lebih banyak masalah dan solusi yang memungkinkan, Sistem prototype memperbolehkan pengguna untuk mengetahui bagaimana sistem berjalan dengan baik (Sohor et al., 2020).



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Penelitian jenis prototype ini bertujuan untuk menghasilkan suatu contoh atau model awal yang representative dari sistem yang akan dikembangkan. Dalam konteks pengembangan prototipe smart trash dengan menggunakan sensor ultrasonik 1 dan sensor ultrasonik 2 berbasis *IoT*, pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk:

- 1) Studi Literatur

Tahap pertama yaitu studi literatur di laksanakan untuk mempelajari konsep, materi, dasar ilmu dari teknologi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu “Rancang bangun smart trash berbasis *IoT* menggunakan metode

- prototyping model di desa beririjarak kecamatan wanasaba.
- 2) Perancangan Sistem
Pada tahap selanjutnya yaitu tahap perancangan sistem di mana tahap ini berfokus pada perancangan pada sistem yang akan di gunakan pada pembuatan Smart trash berbasis iot menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Sensor ultrasonik dilengkapi dengan Notifikasi telegram, layar indikator dan suara.
 - 3) Membangun Sistem
Pada tahap membangun sistem ini yaitu proses merancang, mengembangkan dan mengimplementasikan sebuah sistem yang terdiri dari berbagai komponen yang bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu.sistem tersebut bisa berua perangkat keras, perangkat lunak ataupun kombinasi keduanya, yang di rancang untuk menyelesaikan masalah atau memenuhi kebutuhan spesifik.
 - 4) Pengujian Sistem
Setelah tahap perancangan dan pembangunan di lakukan tahap selanjutnya yaitu pengetesan atau pengujian terlebih dahulu sebelum di implementasikan. Hal ini dilakukan guna untuk meminimalisir kesalahan software dan alat yang di gunakan pada perancangan dan pemabngunan tersebut.
 - 5) Implementasi
Setelah melalui semua tahapan tersebut maka pada tahapan selanjutnya yaitu implementasi. implementasi ini adalah fase dalam proses pengembangan sistem dimana sistem yang telah di rancang dan di bangun di integrasikan ke dalam lingkungan operasional dan mulai di gunakan oleh pengguna akhir. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan yang di harapkan dalam kondisi nyata dan memenuhi kebutuhan pengguna.

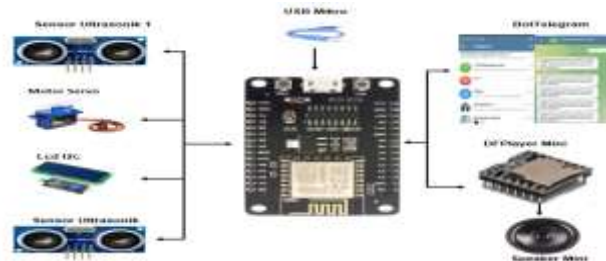
Dengan menggunakan pendekatan ini, penelitian prototype memungkinkan peneliti untuk menguji konsep baru, mengidentifikasi masalah potensial, dan menghasilkan solusi inovatif dalam pengembangan sistem smart trash yang lebih baik.

Metode Pengumpulan Data

- 1) Observasi
Pengamatan atau observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung keadaan yang sedang terjadi di lingkungan sekitar mengenai kebersihan.
- 2) Study Pustaka
Studi pustaka yaitu uraian tentang teori, temuan dan bahan penelitian lainnya yang di peroleh dari bahan acuan untuk di jadikan landasan kegiatan untuk menyusun kerangka pemikiran yang jelas dari rumusan masalah yang ingin di teliti.
- 3) Wawancara
Metode ini dilakukan dengan cara wawancara dengan pihak terkait secara langsung maupun media komunikasi. Kegiatan wawancara yang di lakukan yaitu tanya jawab dengan Bapak Lalu Pauzi selaku kepala Desa Beririjarak.

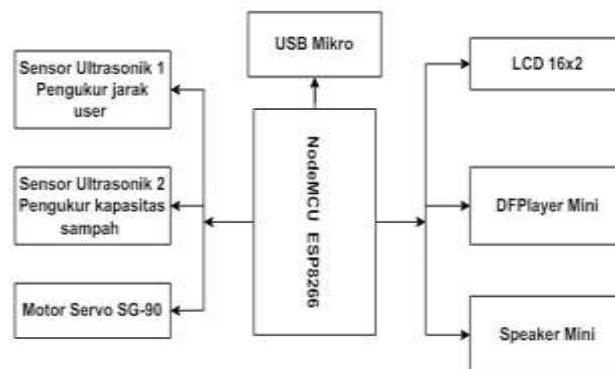
Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan rancangan atau rangkaian dari alat yang di gunakan untuk membangun prototype smart trash berbasis iot dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU dan Sensor Ultrasonik HC-SR04.



Gambar 2. Konsep Diagram

Adapun rangkaian diagram blok pada perancangan perangkat keras dari sistem yang di buat sebagai berikut :



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

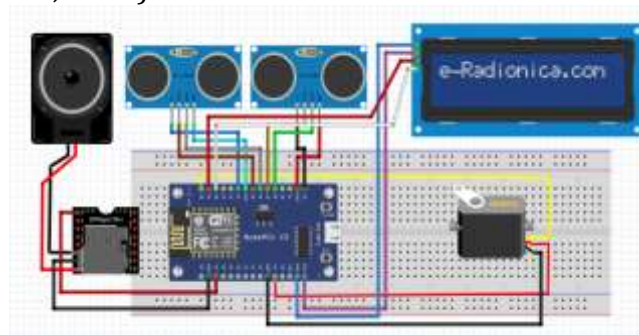
Berikut penjelasan dari gambar 2 dan gambar 3 di atas yaitu konsep diagram dan blok diagram :

- 4) USB Mikro
USB Mikro ini berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan arus listrik yang akan di pakai menyalakan dan di hubungkan dengan power suplay atau powerbang untuk aliran arus listriknya.
- 5) Mikrokontroler NodeMCU ESP8266
NodeMCU ESP8266 ini berfungsi untuk mengolah hasil bacaan sensor dan menggerakkan akuator sesuai dengan program yang di tanam pada mikrokontroler tersebut.
- 6) Sensor Ultrasonik 1 (HC-SR04)
Sensor ultrasonik 1 (HC-SR04) berfungsi menangkap jarak antara sensor dan objek di depannya menggunakan gelombang ultrasonik.
- 7) Sensor Ultrasonik 2 (HC-SR04)
Sensor ultrasonik 2 (HC-SR04) berfungsi untuk mengukur kapasitas sampah dengan cara menangkap jarak antara sensor dan objek yang ada di dalam bak sampah menggunakan gelombang ultrasonik.
- 8) Motor Servo
Stepper motor berfungsi untuk mengontrol atau menggerakkan objek yang sudah di pasang stepper motor yaitu berupa tutup bak sampah dengan mengontrol posisi sudut atau posisi putarannya untuk membuka dan

- menutup bak sampah.
- 9) LCD
LCD berfungsi untuk menampilkan teks hasil atau nilai yang sedang di lakukan oleh sensor ultrasonik 2 melalui mikrokontroler yang sudah di program sesuai dengan kebutuhan.
- 10) DFPlayer Mini
DFPlayer mini berfungsi untuk menyimpan file audio mp3 yang sudah di format melalui kartu SD CARD.
- 11) Speratek Mini
Speaker mini berfungsi untuk mengeluarkan suara audio mp3 dari dfplayer mini apabila tutup bak sampah terbuka.
- 12) TelegramBot
Berfungsi sebagai platform untuk menerima informasi berupa notifikasi keadaan sampah yang dikirimkan melalui mikrokontroler apabila kapasitas sampah sudah mencapai 100% (sudah penuh atau full).

Perancangan Skema Alat Smart Trash

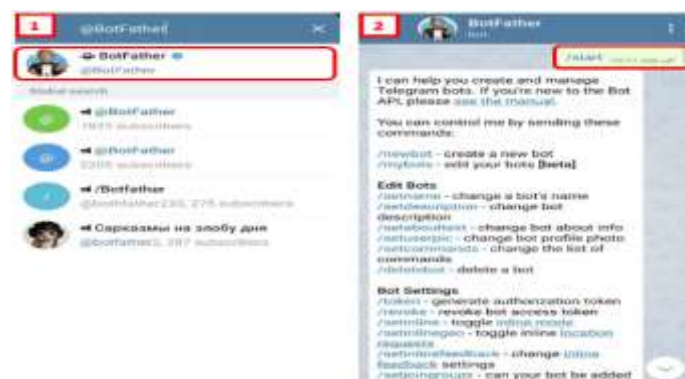
Rancangan elektronik merupakan rancangan rangkaian sistem mikrokontroler dengan perangkat elektronik lainnya seperti sensor, LED kabel jumper dan lain sebagainya (Sohor et al., 2020).



Gambar 4. Skema Perancangan Sistem

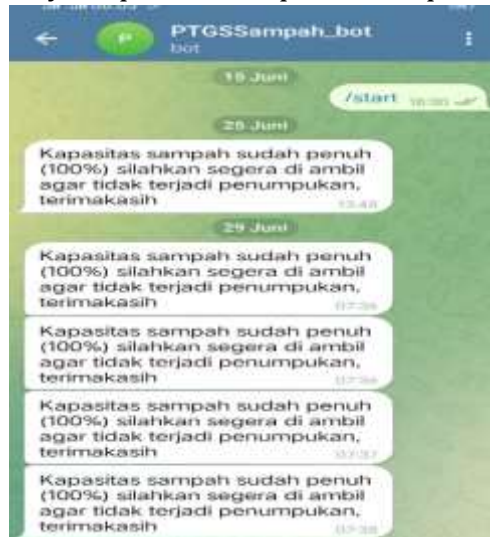
Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan sistem "Internet Of Thing" pada prototype *Smart Trash* menggunakan mikrokontroler Nodemcu, terdapat rancangan perangkat lunak yang nantinya akan di gunakan untuk memonitoring kapasitas sampah melalui notifikasi telegram.



Gambar 5. Perancangan Bot Telegram

Pada gambar 7 merupakan hasil dari perancangan sistem smart trash berbasis IoT di mana pada gambar tersebut semua komponen sudah bisa berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing, dan pada gambar tersebut sudah di lakukan pengujian mengenai kapasitas sampah yang ada di dalam bak sampah tersebut sudah mencapai 100% dan itu artinya kapasitas sampah sudah penuh.



Gambar 8. Tampilan Hasil Implementasi Notifikasi telegram

Pada Gambar 8 yaitu gambar noifikasi telegram yang akan di terima oleh petugas sampah apabila kapasitas sampah penuh.



Gambar 9. Tampilan Halaman Web

Pada Gambar 9 yaitu monitoring keadaan tempat sampah secara real time melalui web apakah sampah sudah di ambil ketika penuh atau blum di ambil. Pengujian sistem rancang bangun smart trash berbasis Iot menggunakan sensor jarak dan kapasitas berbasis mikrokontroler nodemcu esp8266 sebagai berikut:

- Hubungkan sumber arus listrik ke rangkaian perangkat keras pengendalian daya listrik.
- Setelah itu tempat sampah akan menyala dengan perangkat-perangkat pendukungnya diantaranya yaitu NodeMCU ESP8266, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Motor Servo, Speaker, DFPlayer Mini, dan Lcd16x2.

Berikut ini pengujian sensor yang di gunakan pada smrt trash berbasis IoT ini:



Gambar 10, Hasil uji sensor ultrasonik 1(sensor Jarak)

Pada gambar 10 yaitu pengujian sensor ultrasonik 1 (sensor jarak) dimana sensor ultrasonik 1 akan mendeteksi seseorang yang akan membuang sampah. Jika sensor ultrasonik 1 mendeteksi manusia maksimal 40 cm atau kurang dari 40cm maka servo akan membuka tutup tempat sampah dan tertutup secara otomatis apabila kita berjarak lebih dari 40cm dari tutup baksampah.



Gambar 11. Hasil Uji Sensor Ultrasonik 2 (sensor kapasitas)

Pada gambar 11 yaitu gambar Ketika Sensor ultrasonik 2 mendeteksi kapasitas sampah dengan jarak maksimal 3cm dari sensor maka Lcd16x2 akan menampilkan kapasitas sampah sudah mencapai 100% atau sudah penuh dan notifikasi telegram akan terkirim ke petugas sampah. Semakin dekat sampah dengan sensor maka volume sampah semakin banyak.



Gambar 12. Tempat Sampah Penuh

Selanjutnya pada gambar 12 yaitu kondisi sampah yang ada pada tempat sampah tersebut sudah mencapai 100%, itu artinya kapasitas sampah yang ada pada dalam tempat sampah tersebut sudah full atau penuh, setelah kapasitas sampah sudah penuh maka pengiriman notifikasi telegram akan dikirimkan secara otomatis ke petugas sampah.



Gambar 13. Contoh pesan telegram ke petugas sampah

Pada gambar 13 yaitu gambar notifikasi yang di terima oleh petugas sampah bahwa keadaan sampah tersebut sudah penuh dan harus segera di ambil agar tidak terjadi pembusukan dan penumpukan sampah.

Pengujian Sistem Sensor

Pada pengujian sistem sensor, dilakukan dengan ketentuan jarak untuk mengevaluasi kinerja dan presisi dari sensor jarak (ultrasonik1) dan sensor kapasitas (ultrasonik2) dengan berbagai jarak tertentu, dengan tujuan untuk mengukur sejauh mana sensor dapat mengidentifikasi target atau sumber data yang diinginkan. Berikut merupakan data tabel jarak pembacaan sensor jarak dan sensor kapasitas.

Tabel 1.
Hasil Pengujian jarak pembacaan sensor ultrasonik 1

No	Jarak Deteksi (cm)	Kondisi Servo
1.	20 cm	Servo Terbuka
2.	40 cm	Servo Terbuka
3.	45	Servo Tertutup

Tabel 2.
Hasil Pengujian jarak pembacaan sensor ultrasonik 1

No	Jarak Deteksi (cm)	Kondisi	Lcd	BotTelegram
1	70 cm	Tidak ada sampah	Kapasitas 0%	Tidak ada notifikasi
2	17 cm	Ada sampah	Kapasitas 25%	Tidak ada notifikasi
3	14 cm	Ada sampah	Kapasitas 50%	Tidak ada notifikasi
4	9 cm	Ada sampah	Kapasitas 75%	Tidak ada notifikasi
5	3 cm	Ada sampah	Kapasitas 100%	Ada notifikasi

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian "*Rancang Bangun Smart Trash Berbasis IoT Menggunakan Prototipyng Di Desa Beririjarak Kecamatan Wanasaba*" berhasil dikembangkan yang dimana penelitian ini menghasilkan suatu sistem yang dapat membantu untuk memudahkan masyarakat dan petugas dalam melakukan pengontrolan atau monitoring keadaan sampah yang ada pada tempat sampah sehingga masyarakat terlbih kepada petugas sampah tidak capek untuk mengecek tempat sampah satu persatu apakah sampah sudah penuh atau belum. Sistem ini juga dapat membuka dan menutup prnutup tempat sampah secara otomatis dan bisa mendeteksi kapasitas sampah juga dapat mengerimkan dan menampilkan informasi kapasitas sampah melalui notifikasi telegram apabila kedaan sampah sudah penuh dan memonitoring pengambilan sampah melalui web serta bisa mengeluarkan suara apabila tutup bak sampah terbuka dan tertutup dengan *output lcd, dfplayer mini mp3* dan bot telegram.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A. M, R. L Desi, D. A Devia, F Nurlaila, S Nirwan, and Abdullah. 2023. "Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Dan Visualisasi Tingkat Kepenuhan Sampah Berbasis Internet of Things." *Jurnal Informatika Dan Perancangan Sistem (Jips)* Vol.5 (1): 55–62.
- Andi Rozzi, Y., Fredericka, J., Qurniati, N., Raden Wijaya, H., & Dehasen Bengkulu, U. (2024). Sosialisasi Sistem Pemantauan Tempat Sampah Pintar Secara Real-Time Berbasis IoT di SMAN 1 Kepahiang. *Jurnal Dehasen Untuk Negeri*, 3(1), 41–44.
- Akbar, A., Zaenudin, Z., Mutaqin, Z., & Samsumar, L. D. (2022). IoT-Based Smart Room Using Web Server-Based Esp32 Microcontroller. *Formosa Journal of Computer and Information Science*, 1(2), 91-98.
- Budiman, Qi, Sara Mouton, Liesbeth Veenhoff, and Arnold Boersma. 2021. "Cheng Weite 1, Wu Haitao 1, Jiang Fan 2." *Jurnal Inovasi Penelitian* 1

- (0.1101/2021.02.25.432866): 1–15.
- Fatmawati, Kiki, Eka Sabna, and Yuda Irawan. 2020. "Design of a Smart Trash Can Using an Arduino Microcontroller-Based Proximity Senso." *Riau Journal Of Computer Science* 6 (2): 124–34.
- Febrianto, Rizki, Akhmad Jayadi, Yuri Rahmanto, and Styawati Styawati. 2022. "Perancangan Smart Trash Menuju Smart City Berbasis Internet of Things." *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer* 3 (1): 25–34. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v3i1.1633>.
- Fiqih, Mohamad Nurul, Syaiful Syaiful, and Renea Shinta Aminda. 2023. "Penempatan Bak Sampah Organik, Anorganik, Dan B3 Dengan Konsep Go Green Perumahan Budi Agung Rw 03/Rt 05." *Jurnal Pengabdian Masyarakat UIKA Jaya: SINKRON* 1 (2): 71. <https://doi.org/10.32832/jpmuj.v1i2.1907>.
- Guglielmi, E., Toso, F., Zanetto, F., Sciortino, G., Mesri, A., Sampietro, M., & Ferrari, G. (2020). High-value tunable pseudo-resistors design. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 55(8), 2094–2105.
- Farid Hidayat, A., & Safitri, A. E. (2024). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pada Rumah Tangga Berbasis Iot Dan Android. *JORAPI: Journal of Research and Publication Innovation*, 2(1), 1414–1418.
- Ginasta, N. G. (2024). Pengembangan Sistem Pengelolaan Tempat Sampah Pintar Menuju Smart City berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Information System & Business Management (ISBM)*, 2(1), 22-28.
- 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.
- Mh, M., Jakarta, T., Agustino, R., Saputro, M. I., Gustiawan, H., & Sakaria, M. A. (2024). Inovasi Pengelolaan Sampah : Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT di penerapan IT dalam pengelolaan sampah . Tempat sampah ini dapat mendeteksi tingkat Museum , tetapi juga bagi pengunjung dan lingkungan . Pengunjung akan mendapatkan. *10(1)*, 309–325.
- Manalu, E. R. V. (2024). Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT Dengan Notifikasi WhatsApp (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- Pahlawan, R. Z., Informasi, F. T., Luhur, U. B., & Selatan, J. (2023). Dengan Sensor Ultrasonik Dan Inframerah Menggunakan Wemos D1R2 Prototype of an Automatic Iot-Based Trash Bin System With Ultrasonic and Infrared Sensors Using Wemos D1R2. *2(September)*, 2074–2081.
- Rahayu Dewi, N. L. A. M., Hartati, R. S., & Divayana, Y. (2021). Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Karyawan Berbasis Website pada Berlian Agency. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1), 147. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p17>
- Sohor, Suherman, Mardeni, Yuda Irawan, and Sugiati. 2020. "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultasonik Dengan Notifikasi Telegram." *Jurnal Ilmu Komputer* 9 (2): 154–60. <https://doi.org/10.33060/jik/2020/vol9.iss2.182>.
- Santika, D. A., Sari, Z., & Akbi, D. R. (2024). Penerapan Metode Fuzzy Logic Pada Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar dengan Sistem Monitoring Berbasis Cloud dan Internet of Things (IoT). *6(3)*, 305–312.
- Samsumar, L. D., Zaenudin, Z., Akbar, A., Suryadi, E., & Hidayatullah, B. A. (2023). Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah Pintar Berbasis Internet Of Things Untuk Peningkatan Efisiensi Energi. *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi*

- Informasi, 3(2), 33-50.
- Samsumar, L. D., Hambali, H., & Zaenudin, Z. (2023). Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berbasis IOT. *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi dan Sains*, 1(2), 80-90.
- Suryaningrat, A., Kurnianto, D., & Syifa, F. T. (2021). Pemanfaatan Google Firebase Pada Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Dinamika Rekayasa*, 17(1), 1-9.
- Widigdo, Aryanto, Erma Triawati Christina, and Desy Kristyawati. 2023. "Rancang Bangun Monitoring Tempat Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things (Iot) Raspberry 3B+ Menggunakan Telegram Bot Dan Notifikasi Gmail." *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa* 28 (2): 117–32. <https://doi.org/10.35760/tr.2023.v28i2.6514>.