RANCANG BANGUN NOTIFIKASI DAN *MONITORING* KAPASITAS TEMPAT SAMPAH MENGGUNAKAN ARDUINO UNO & ESP-01 BERBASIS *MOBILE*

Diana Sarifa[1], Lamsadi[2], Kiky Zulkifli[3]

[1,2,3)]Program Studi Teknologi Informasi, Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Taruna, Probolinggo
e-mail: [1]dianasarifa697@gmail.com, [2]lamsadisindetlami@gmail.com, [3]kikyzulkifli19@gmail.com,

Abstract

This study aims to design and develop a mobile based trash bin capacity monitoring and notification system using Arduino Uno and Esp-01 modules. The system is designed to assist school authorities in monitoring trash bin conditions easily and efficiently. A quantitative research method was employed, encompassing the stages of design, implementation, testing, data processing, and analysis. An ultrasonic sensor measures waste capacity processed by the Arduino Uno into a percentage while an RTC module handles timekeeping. Data is transmitted in real-time to Firebase via the Esp-01 and displayed on a mobile application. The system features automated notifications via OneSignal when waste capacity reaches ≥ 80%, along with a mechanism to prevent repetitive notifications. Black Box Testing results indicate that all system functions operate as designed, achieving a 100% success rate. The application also provides a history of waste capacity percentages for evaluation purposes. This system enables schools to monitoring trash bin conditions effectively and efficently.

Keywords: trash bin, arduino uno, ultrasonic sensor, notification and monitoring.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem notifikasi dan monitoring kapasitas tempat sampah berbasis *mobile* menggunakan Arduino Uno dan Esp-01. Sistem dirancang untuk membantu pihak sekolah memantau kondisi tempat sampah secara mudah dan efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif melalui tahapan perancangan, implementasi, pengujian, pengolahan, dan analisis data. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur kapasitas sampah yang diproses oleh Arduino Uno menjadi persentase, sedangkan RTC digunakan untuk pencatatan waktu. Data kemudian dikirim secara real-time ke Firebase melalui Esp-01 dan ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Sistem dilengkapi notifikasi otomatis melalui *OneSignal* ketika kapasitas sampah mencapai ≥80% serta mekanisme pencegahan notifikasi berulang. Hasil pengujian *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rancangan dengan tingkat keberhasilan 100%. Aplikasi juga menyediakan riwayat persentase sampah sebagai bahan evaluasi. Sistem ini dapat membantu pihak sekolah memantau kondisi tempat sampah secara efektif dan efisien.

Kata Kunci: tempat sampah, arduino uno, sensor ultrasonik, notifikasi dan *monitoring*.

Pendahuluan

Setiap hari manusia menghasilkan limbah, baik limbah rumah tangga maupun industri yang memiliki berbagai bentuk dan jenis (Al-Ghifary et al., 2023). Sampah merupakan permasalahan yang utama di Indonesia. Menurut (Ramadhan et al., 2022) Saat ini kesadaran dari masyarakat masih sangat rendah khususnya dalam hal menjaga kebersihan lingkungan. Masih banyak ditemukan sampah yang tidak terkelola dengan baik, sehingga keberadaannya mengganggu kesehatan dan kebersihan lingkungan (Sanjaya et al., 2022). Banyak dampak yang dapat ditimbulkan terhadap lingkungan, salah satunya yaitu meningkatnya jumlah produksi sampah dari tahun ke tahun, sementara ketersediaan tempat sampah tidak bertambah sehingga

menyebabkan penumpukan sampah. Jika dibiarkan terus menerus bisa menimbulkan bau dan sarang penyakit serta lingkungan kita menjadi kotor (Utomo et al., 2022).

Menurut (Syamtamami et al., 2022) pengelolaan sampah menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi terciptanya lingkungan yang bersih dan nyaman. Dengan adanya pengelolaan sampah yang baik maka akan terhindar dari penyakit dan lingkungannya menjadi bersih dan nyaman dilihat, tak terkecuali di dunia pendidikan yakni sekolah. Saat ini banyak sekolah yang hanya menyediakan tempat sampah tanpa adanya sistem pemantauan jarak jauh.

Salah satu instansi pendidikan yang memerlukan pengelolaan sampah yakni SDN Sumberkledung 2. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan oleh peneliti di SDN Sumberkledung 2, kondisi sampah di lingkungan sekolah masih terlihat berserakan. Hal ini disebabkan oleh sampah yang menumpuk di tempat sampah tetapi tidak segera diketahui, sehingga tidak langsung dikosongkan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem dalam memberikan informasi tentang kapasitas sampah. Hal ini diperkuat oleh peneliti sebelumnya (Bhae et al., 2023) yang menyatakan bahwa penggunaan alat dapat memberikan kemudahan dalam pengelolaan sampah.

Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk menciptakan alat yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut. Sistem memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mengukur kapasitas sampah, RTC untuk mencatat waktu, serta Firebase sebagai penyimpanan data yang ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi *mobile*. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi fitur notifikasi otomatis saat kapasitas mencapai ≥80%, mekanisme pencegahan notifikasi berulang, serta penyediaan riwayat kapasitas sampah sebagai bahan evaluasi. Sistem ini diharapkan dapat memudahkan pihak sekolah dalam memantau kondisi tempat sampah secara efektif dan efisien tanpa pemeriksaan secara langsung. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem notifikasi dan monitoring kapasitas tempat sampah berbasis *mobile* menggunakan Arduino Uno dan ESP-01.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengarah kepada metode kuantitatif karena penelitian ini melibatkan proses pengukuran, pengolahan data, dan perhitungan terhadap parameter- parameter tertentu. (Damanik et al., 2023) menyimpulkan bahwa penelitian kuantitatif merupakan penelitian menggunakan data angka untuk menjawab pertanyaan yang menekankan pengukuran yang objektif, serta pengumpulan data yang konsisten. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan analisis akhir. Tahap identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui permasalahan dalam pemantauan persentase tempat sampah. Selanjutnya pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan studi literatur yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan sistem. Tahap perancangan meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian dilanjutkan dengan implementasi sistem. Setelah sistem diimplementasikan, dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja dan kesesuaian sistem terhadap kebutuhan yang telah ditentukan. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan *usability* sistem.

Penelitian ini juga terdiri dari metode *black box testing* dan *system usability scale*. Metode *Black box testing* merupakan metode yang menguji perangkat lunak yang telah dibangun, baik pengujian pada unit-unit kecil maupun hasil yang telah terintegrasi untuk menguji fungsional perangkat lunak (Abdillah et al., 2023). *Black box testing* digunakan untuk menguji setiap fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan dan menghasilkan keluaran yang diharapkan. Menurut (Arjiansa & Sutabri, 2023) Metode *System usability scale* (SUS) adalah metode pengukuran yang dirancang untuk menilai faktor-faktor seperti kepuasan pengguna, kompleksitas dan efisiensi. *System usability scale* digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan, kemudahan penggunaan, dan penerimaan pengguna terhadap sistem *monitoring* kapasitas

tempat sampah melalui kuesioner yang diberikan setelah pengguna mencoba sistem. SUS dipilih untuk mendapatkan hasil pengujian dengan cakupan yang luas dan efisien, dikarenakan kuesioner SUS relatif singkat dan mudah diisi oleh responden (Alam & Kurniasih, 2024).

Analisis Perangkat

Perangkat yang diperlukan pada pembuatan sistem tempat sampah ini dibagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

1. Perangkat Keras (Hardware)

Tabel 1 Komponen Perangkat Keras

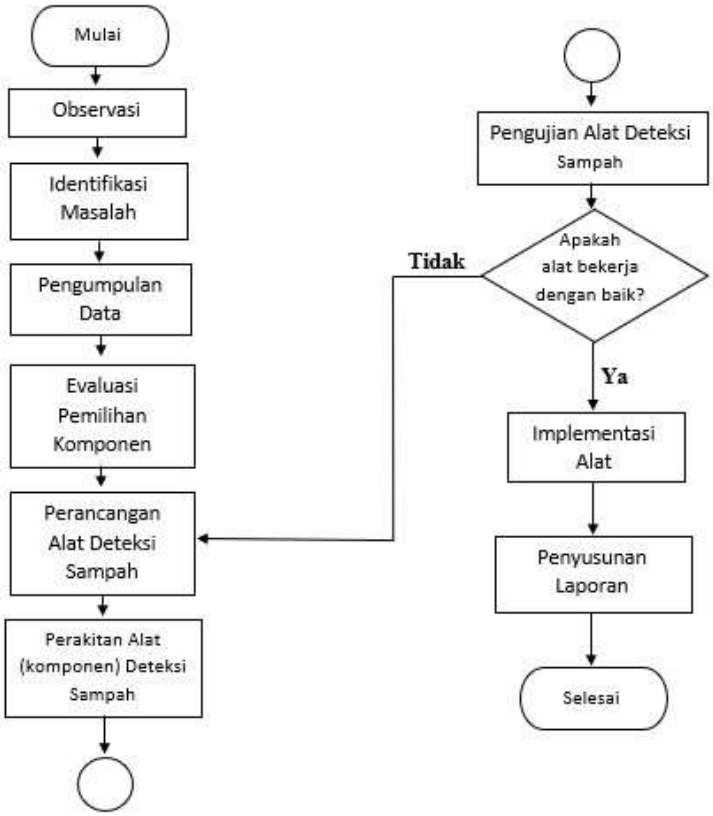
Nama Komponen	Fungsi
Arduino Uno	Mengendalikan seluruh sistem
Sensor Ultrasonik HC-SR04	Mengukur jarak sampah untuk menentukan ketinggian sampah
RTC DS3231	Mencatat data waktu secara akurat
ESP-01	Menghubungkan alat ke jaringan wifi

2. Perangkat Lunak (Software)

Tabel 2 Komponen Perangkat Lunak

Nama Software	Fungsi
Arduino IDE	Menulis dan mengunggah program ke Arduiono
Firebase	Menyimpan dan menyinkronkan data secara *real-time*
Niotron	Membangun aplikasi *mobile* untuk kebutuhan monitoring
OneSignal	Mengirim notifikasi ke pengguna

Kerangka Penelitian



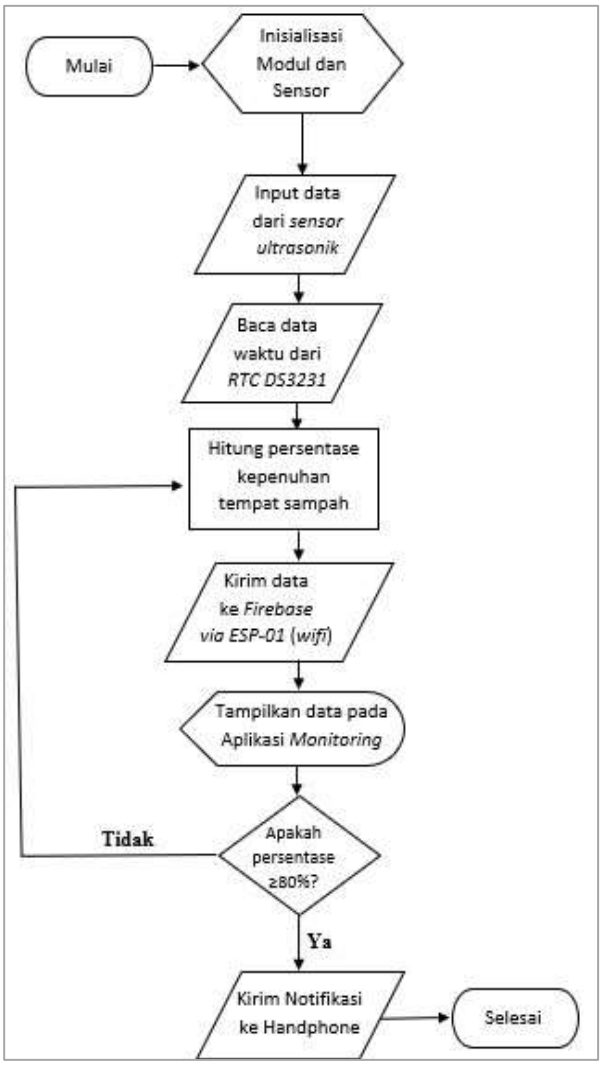
Gambar 1 Kerangka Penelitian

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)

Gambar menunjukkan alur penelitian perancangan sistem notifikasi dan *monitoring* kapasitas tempat sampah di SDN Sumberkledung 2 yang dimulai dari tahap awal (mulai). Tahap pertama dalam penelitian ini adalah melakukan observasi di SDN Sumberkledung2 untuk mengetahui kondisi pengelolaan sampah yang sedang berjalan. Observasi dilakukan guna memperoleh gambaran mengenai proses pemantauan kapasitas tempat sampah serta mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, yaitu belum adanya sistem yang mampu memantau kondisi tempat sampah secara *real-time* sehingga sering terjadi penumpukan sampah. Berdasarkan hasil observasi tersebut, dilakukan identifikasi keutuhan sistem yang diperlukan untuk menduung proses *monitoring* kapasitas tempat sampah secara lebih efektif. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data melalui metode observasi, wawancara, dan studi pustaka sebagai dasar dalam perancangan sistem.

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk memahami kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam pengembangan sistem. Kemudian, akan dilakukan proses perancangan dan perakitan alat yang akan dibuat. Tahap selanjutnya adalah pengujian sistem menggunakan metode *black box testing* dan *system usability scale* untuk mengetahui kesesuaian fungsi sistem dan tingkat kepuasan pengguna. Tahap akhir penelitian adalah implementasi dan penyusunan laporan yang memuat hasil analisis, pengujian, dan implementasi, kemudian penelitian dinyatakan selesai.

Perancangan Sistem



Gambar 2 Perancangan Cara Kerja Sistem

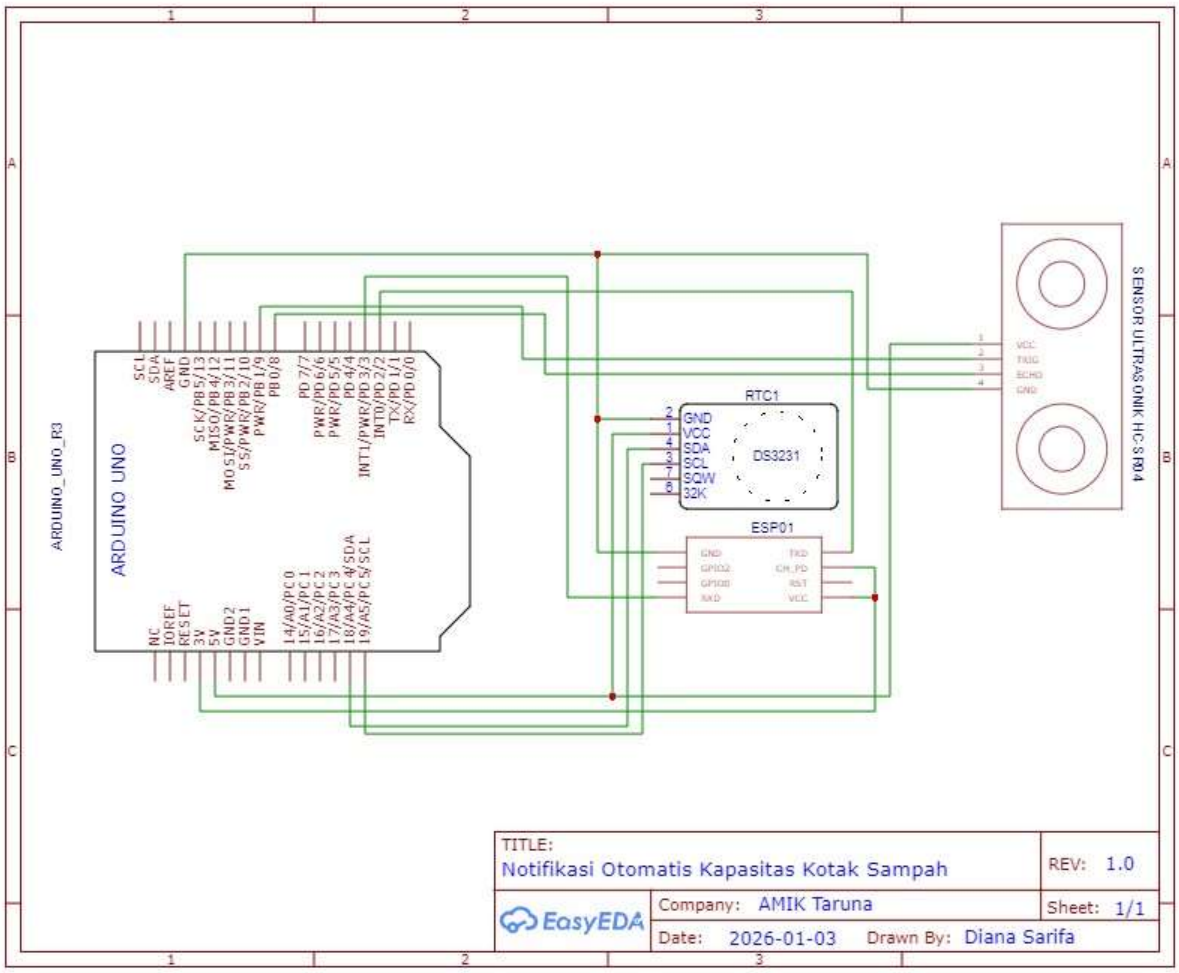
ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)

Berdasarkan pada gambar 2 mengenai perancangan cara kerja sistem, maka berikut uraian urutan cara kerja sistem notifikasi dan *monitoring* kapasitas tempat sampah :

1. Pada saat alat dinyalakan, sistem melakukan proses inisialisasi terhadap sensor dan modul yang digunakan.
2. Sensor ultrasonik kemudian mengukur jarak antara sensor dengan permukaan sampah didalam tempat sampah tersebut.
3. Sementara itu, modul RTC mencatat waktu secara akurat sehingga sistem dapat mengetahui waktu yang tepat ketika sampah mencapai kapasitas tertentu.
4. Kemudian, sistem menghitung persentase sampah berdasarkan data jarak yang diperoleh dari sensor ultrasonik.
5. Selanjutnya, data dikirim ke firebase melalui modul ESP-01 via wifi.
6. Data yang diterima oleh firebase kemudian akan ditampilkan pada aplikasi *monitoring* yang telah dibuat sehingga pengguna dapat memantau persentase sampah secara *real-time*.
7. Apabila persentase sampah mencapai atau melebihi 80%, maka sistem secara otomatis akan mengirimkan notifikasi kepada handphone pengguna dalam bentuk notifikasi push. Akan tetapi apabila persentase sampah dibawah 80%, maka sistem akan kembali ke proses perhitungan

persentase sampah.

Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3 Peta Skematik Rancangan Perangkat Keras

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)

Berikut keterangan lebih lengkap mengenai rangkaian perangkat keras pada gambar diatas:

a. Sensor Ultrasonik HC-SR04
   - Pin Vcc menuju ke input tegangan 5v
   - Pin Trig menuju pin D9 Arduino
   - Pin Echo menuju pin D8 Arduino
   - Pin Ground menuju pin ground Arduino b. Modul ESP-01
   - Pin 3.3v menuju ke input tegangan 3.3v
   - Pin TX menuju pin D2 Arduino
   - Pin RX menuju pin D3 Arduino
   - Pin CH_PD (EN) menuju pin 3.3v Arduino
   - Pin Ground menuju pin ground Arduino c. RTC DS3231
   - Pin SCL menuju pin A5 Arduino
   - Pin SDA menuju pin A4 Arduino
   - Pin Vcc menuju ke input tegangan 5v
   - Pin Ground menuju pin ground Arduino

Perancangan Perangkat Lunak

Aplikasi dirancang dengan antarmuka yang mudah dipahami agar pengguna dapat mengoperasikan dan memantau kondisi tempat sampah secara *real-time* dengan lebih praktis. Terdapat 2 tampilan halaman pada aplikasi yang dirancang, yaitu tampilan halaman utama yang menampilkan informasi mengenai persentase sampah terkini. Pada halaman utama, juga terdapat tombol yang digunakan untuk beralih ke halaman berikutnya yaitu halaman riwayat sampah. Selain itu pada aplikasi terdapat tampilan riwayat persentase yang menampilkan informasi perubahan persentase dari waktu ke waktu. Berikut ini gambaran desain rancangan aplikasi yang akan dibuat:



Gambar 4 Rancangan Halaman Utama Aplikasi

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)



Gambar 5 Rancangan Halaman Riwayat Sampah

Hasil Dan Pembahasan

Perancangan sistem *monitoring* dan notifikasi kapasitas tempat sampah berbasis aplikasi *mobile* menghasilkan sebuah sistem yang mampu memantau kapasitas tempat sampah secara *real-time*. Sistem terdiri dari dua bagian utama, yaitu perangkat keras yang berfungsi mendeteksi kapasitas sampah menggunakan sensor ultrasonik serta mengirimkan data ke Firebase melalui modul ESP-01, dan aplikasi *mobile* yang berfungsi menampilkan informasi persentase kapasitas tempat sampah, riwayat persentase sampah, serta menerima notifikasi otomatis ketika kapasitas sampah telah mencapai batas yang ditentukan. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat memantau kondisi tempat sampah secara mudah, cepat, dan efisien sehingga proses pengelolaan sampah menjadi lebih optimal.

Berikut merupakan hasil perancangan perangkat keras yang mampu mendeteksi persentase sampah yang ditampilkan pada gambar di bawah ini. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dan Arduino Uno dapat mendeteksi kapasitas sampah dan mengubah hasil pengukuran menjadi persentase. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian (Syamtamami et al., 2022) serta (Utomo et al., 2022) yang menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino Uno untuk mendeteksi kapasitas tempat sampah berbasis *IoT*. Pada fitur notifikasi, sistem mampu mengirimkan pemberitahuan secara otomatis ketika kapasitas mencapai batas yang ditentukan. Hasil ini mendukung penelitian (Bhae et al., 2023) mengenai penerapan notifikasi pada sistem tempat sampah pintar. Perbedaannya, penelitian ini menggunakan *OneSignal* yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*, firebase sebagai penyimpanan data, serta mekanisme interval untuk mencegah pengiriman notifikasi berulang pada kondisi yang sama. Dengan demikian, hasil perancangan pada penelitian ini mendukung penelitian terdahulu sekaligus memberikan pengembangan atau pembaruan pada aspek pemantauan dan penyampaian informasi kepada pengguna.

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)



Gambar 6 Rangkaian Sistem

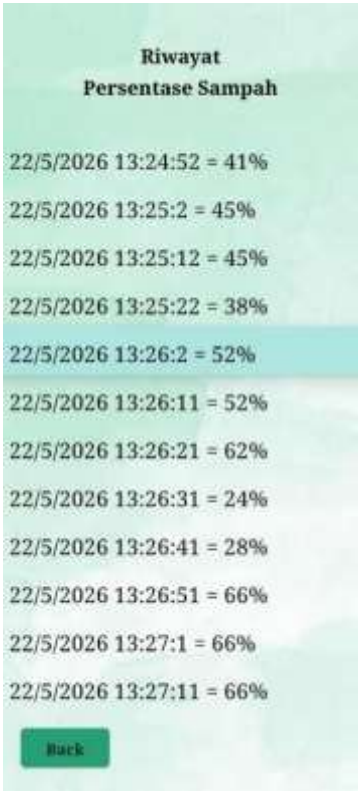
Pada gambar diatas terdapat beberapa komponen yang sudah terpasang di dalam box plastik hitam, yang terdiri dari Arduino Uno, modul Esp-01, dan modul RTC. Selain itu, untuk sensor Ultrasonik diletakkan dibagian dalam tutup tempat sampah agar dapat mendeteksi jarak permukaan sampah dengan sensor yang kemudian akan diproses oleh sistem.

Berikut merupakan hasil perancangan sistem *monitoring* dan notifikasi kapasitas tempat sampah yang ditampilkan pada gambar di bawah ini.

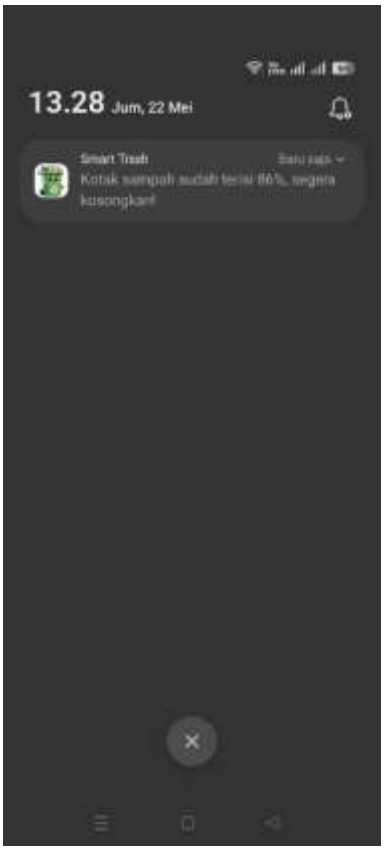


Gambar 7 Tampilan Halaman Utama Aplikasi

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)



Gambar 8 Tampilan Halaman Riwayat



Gambar 9 Tampilan Notifikasi Sampah Penuh

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)

Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan menjalankan alat dan mengamati proses pembacaan jarak serta melihat respon sistem terhadap perubahan kapasitas sampah. Tempat sampah yang digunakan untuk pengujian ini adalah tempat sampah anyaman berbentuk tabung yang terdapat penutup, dan memiliki ukuran diameter 28 cm dan tinggi 38 cm. Dibawah ini merupakan tabel beserta gambar yang diperoleh dari hasil pengujian yang sudah dilakukan.

1. Pengujian Sensor

Sensor ultrasonik diuji untuk mengetahui kinerja sistem dalam membaca ketinggian sampah secara *real-time*. Berdasarkan pengujian dibawah ini diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa sensor ultrasonik, sistem *monitoring*, serta fitur notifikasi dapat bekerja dengan baik sesuai rancangan.

Tabel 3 Pengujian Sensor

No	Jarak	Persentase	Status	Notifikasi	Keterangan	
					Berhasil	Gagal
1	25,08 cm	34%	Tersedia	-	√	
2	15,96 cm	58%	Tersedia	-	√	
3	6,84 cm	82%	Penuh	Diterima	√	
4	1,9 cm	95%	Penuh	Diterima	√	



Gambar 10 Pengujian Persentase Sampah 1



Gambar 11 Pengujian Persentase Sampah 2

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)



Gambar 12 Pengujian Persentase Sampah 3



Gambar 13 Pengujian Persentase Sampah 4

2. Pengujian Aplikasi *Monitoring*

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menampilkan data persentase sampah dan riwayat perubahan kapasitas dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, data yang dibaca oleh sensor dapat ditampilkan dengan baik pada aplikasi secara *real-time*. Selain itu, sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi kepada pengguna ketika kondisi tempat sampah penuh.

Tabel 4 Pengujian Aplikasi *Monitoring*

No	Aksi	Respon Sistem	Keterangan	
			Berhasil	Gagal
1	Buka Aplikasi	Halaman Utama Tampil	√	
2	*Monitoring* Persentase	Data *Real-time*	√	
3	Klik Tombol *"Next"*	Halaman Riwayat Tampil	√	
4	Klik Tombol *"Back"*	Halaman Utama Tampil	√	

ISSN 1907-9044 (Print)
ISSN 2614-882X (Online)



Gambar 14 Pengujian Aplikasi *Monitoring*

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem notifikasi dan monitoring kapasitas tempat sampah berbasis aplikasi *mobile* berhasil dirancang dan dibangun menggunakan Arduino Uno, sensor ultrasonik, RTC, Esp-01, Firebase, dan *OneSignal*. Sistem mampu mendeteksi tingkat keterisian tempat sampah berdasarkan jarak permukaan sampah yang diukur menggunakan sensor ultrasonik dan menyajikan hasilnya dalam bentuk persentase (%). Data persentase tersebut dikirim secara *real-time* ke Firebase melalui Esp-01 dan ditampilkan pada aplikasi *mobile*, sedangkan RTC digunakan untuk
mencatat waktu pengiriman data. Ketika tingkat keterisian mencapai ≥80%, sistem secara otomatis
mengirimkan notifikasi melalui *OneSignal* dan menerapkan interval pengiriman untuk mencegah notifikasi berulang pada kondisi yang sama. Aplikasi juga menyediakan riwayat persentase keterisian sampah sebagai tampilan (*view*) untuk memantau perubahan kondisi dari waktu ke waktu. Riwayat tersebut hanya dapat dilihat melalui aplikasi dan belum tersedia dalam bentuk laporan cetak (*print out*). Hasil *Black Box Testing* menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%, sehingga sistem dapat membantu pihak sekolah memantau kondisi tempat sampah dari jarak jauh secara lebih mudah, efektif, dan efisien.

Saran

Saran untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem dilengkapi dengan sumber daya cadangan seperti baterai atau panel surya agar alat tetap dapat beroperasi secara optimal. Selain itu, disarankan agar dilengkapi dengan fitur cetak laporan otomatis dalam bentuk file pdf atau excel sehingga
riwayat data hasil *monitoring* dapat didokumentasikan dan digunakan sebagai bahan evaluasi oleh pihak terkait. Pengunaan sensor lebih dari satu sensor pada tempat sampah untuk memperoleh hasil pembacaan data kapasitas sampah yang lebih akurat, terutama ketika posisi permukaan sampah tidak rata.

Daftar Pustaka

Abdillah, M. T., Kurniastuti, I., Susanto, F. A., & Yudianto, F. (2023). Implementasi Black box Testing dan Usability Testing pada Website Sekolah MI Miftahul Ulum Warugunung Surabaya. *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, 235.

Alam, R. G., & Kurniasih, P. R. (2024). PENGGUNAAN METODE SYSTEM USABILITY SCALE (SUS) PADA APLIKASI SIMAMURAT. *Journal Scientific and Applied Informatics*, 190.

Al-Ghifary, M. H., Prasetiyo, A. R., Purnama, K., & Fathurrizqi, M. H. (2023). TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK MADRASAH NURUL IMAN. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 2.

Arjiansa, R. R., & Sutabri, T. (2023). Pengukuran Tingkat Kemudahan Pegawai Terhadap Penggunaan Layanan Aplikasi SIMRS Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS) Pada Rumah Sakit Umum Daerah Sekayu. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 115.

Bhae, B. Y., Opa, V., & Tute, K. J. (2023). Aplikasi Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Menggunakan

Telegram (Studi Kasus Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Ende). *JUPITER*, 288.

Damanik, M. R., Rusli, Manik, R. L., & Khadafi, M. (2025). METODE PENELITIAN KUANTITATIF: KONSEP, JENIS, TAHAPAN DAN KELEBIHAN. *Jurnal Intelek Insan Cendekia*, 13480.

Ramadhan, B. A., Rizianiza, I., & Manta, F. (2022). Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis

Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 265.

Sanjaya, H., Daulay, N. K., Triyanto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Arduino. *Jurnal Riset Komputer*, 451.

Syamtamami, M. H., & Anas, A. (2022). TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS ARDUINO DAN SENSOR ULTRASONIK DI SMKN 1 TIRTAJAYA. *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, 304.

Utomo, I. P., Fauziah, & Hayati, N. (2022). SMART TRASH MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN ARDUINO UNO BERBASIS IoT. *Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi*, 335.