

Tempat Sampah Pintar Berbasis *Internet of Things*

Internet Of Things-Based Smart Bin

Soni Alfanza^{1*}, Rieza Bahrul Ulum², Seta Samsiana³, Abdul Hafid Paronda⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam 45

Bekasi, Jl. Cut Meutia No. 83

Bekasi Timur, Kota Bekasi, 17113

sonialfanza2@gmail.com^{1*}, rieza120202@gmail.com²,

setasamsiana@unismabekasi.ac.id³, Hafid_paronda@unismabekasi.ac.id⁴

Abstrak – Tidak efisiennya pemilahan sampah secara manual, pengelolaan sampah yang mengandalkan pemilahan manual oleh petugas pengelola sampah seringkali tidak efisien dan memakan waktu. Penelitian ini bertujuan agar dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam pengelolaan sampah serta memfasilitasi proses daur ulang yang lebih baik. Penelitian ini membuat purwarupa tempat sampah pintar yang mampu memilah antara sampah logam dan non-logam dengan memanfaatkan sensor proximity kapasitif dan induktif. Selain itu, tempat sampah ini juga dapat mengirimkan informasi mengenai tinggi sampah dari jarak yang dideteksi sensor ultrasonic dengan akurasi sensor 97.67%, sehingga petugas dapat segera mengosongkan tempat sampah. Purwarupa ini telah berhasil memilah sampah secara otomatis dan juga telah berhasil mengirimkan notifikasi pada smartphone jika kotak sampah logam dan non logam tersebut sudah penuh yaitu dengan menggunakan platform IOT Thingspeak untuk pemantauan dan analisis data secara real-time tentang informasi volume sampah. Penerapan tempat sampah pintar ini dapat digunakan sebagai dasar untuk meningkatkan sistem pengelolaan sampah di berbagai lingkungan, seperti sekolah, perkantoran, perpustakaan, dan kampus.

Kata Kunci: Tempat sampah pintar, pemilahan sampah, logam, non-logam, IOT, ThingSpeak.

Abstract – The inefficiency of manual waste sorting, waste management relying on manual sorting by waste management personnel is often inefficient and time-consuming. This research aims to enhance efficiency and sustainability in waste management while facilitating a better recycling process. This research develops a prototype of a smart trash bin capable of sorting between metal and non-metal waste using capacitive and inductive proximity sensors. Additionally, this trash bin can transmit information about the trash's height from a distance detected by an ultrasonic sensor with a sensor accuracy of 97.67%, allowing personnel to promptly empty the trash bin. This prototype has successfully automated waste sorting and sends notifications to smartphones when the metal and non-metal trash bins are full, utilizing the IoT Thingspeak platform for real-time data monitoring and analysis of waste volume information. The implementation of these smart trash bins can serve as a foundation for improving waste management systems in various environments, such as schools, offices, libraries, and campuses.

Keywords: Smart bin, waste sorting, metal, non-metal, IoT, ThingSpeak.

1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah yang mengandalkan pemilahan manual oleh petugas pengelola sampah seringkali tidak efisien dan memakan waktu. Proses ini dapat menyebabkan kesalahan pemilahan dan mengurangi efektivitas dalam proses daur ulang. Pengelolaan sampah yang efisien dan berkelanjutan merupakan tantangan besar dalam menjaga kebersihan lingkungan dan menjaga sumber daya alam. Pengelolaan sampah yang masih mengandalkan pemilahan manual oleh petugas pengelola sampah seringkali tidak efisien dan memakan waktu. Serta masalah lain yang



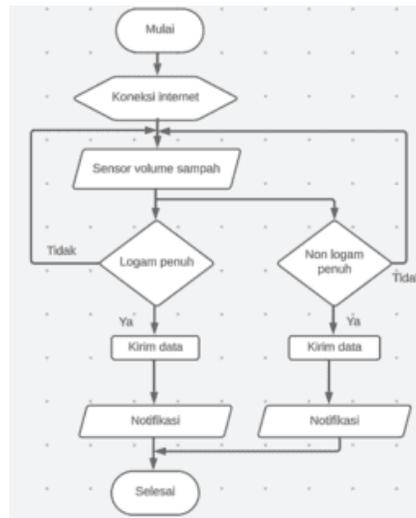
sering muncul juga adalah campuran logam dan non-logam dalam tempat sampah, yang sulit dipilah secara manual dan dapat menghambat proses daur ulang [1][2].

Penggunaan teknologi *IoT* memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* dan pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam pengelolaan sampah [3] [4]. Sistem ini akan terdiri dari jaringan tempat sampah pintar yang otomatis terbuka dan tertutup, fitur untuk memilah sampah logam dan logam serta perangkat komunikasi yang dapat mengirimkan data tentang tingkat volume kotak tempat sampah yaitu dengan platform *Thingspeak* untuk mengumpulkan, memproses, dan memvisualisasikan data dari berbagai perangkat terhubung [5] [6]. Dengan tempat sampah pintar ini yang berbasis *IOT* petugas kebersihan atau petugas sampah bisa dengan mudah memonitoring tempat sampah mana yang sudah penuh serta menghemat waktu dalam pemilahan karna sampah sudah dipilah otomatis dan siap untuk segera di pindahkan ke tempat pembuangan sampah [7] [8].

Dengan adanya tempat sampah pintar pemilah sampah berbasis *IOT* ini, diharapkan proses pemilahan sampah menjadi lebih cepat, akurat, dan efektif. Selain itu, informasi *real-time* yang tersedia melalui aplikasi *ThingSpeak* akan mempermudah pengguna dan pengelola sampah dalam pengambilan keputusan mengenai pengumpulan dan pengelolaan sampah [9] [10].

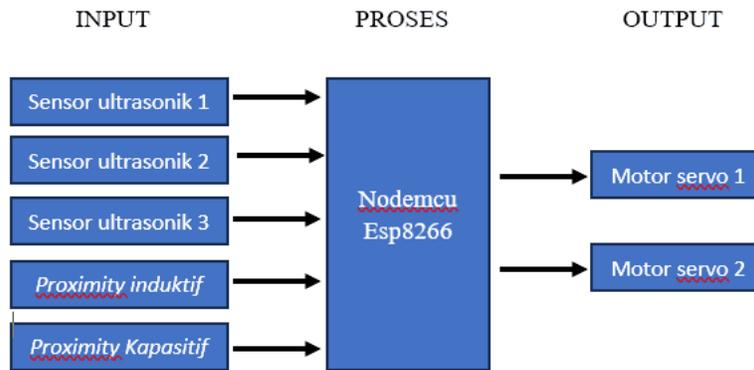
2. Metode Penelitian

Dalam pembuatan atau perancangan alat pada penelitian ini yaitu prototipe tempat sampah pintar berbasis *IoT* dilakukan analisis mengenai beberapa perangkat keras (*Hardware*) dan Perangkat lunak (*Software*).



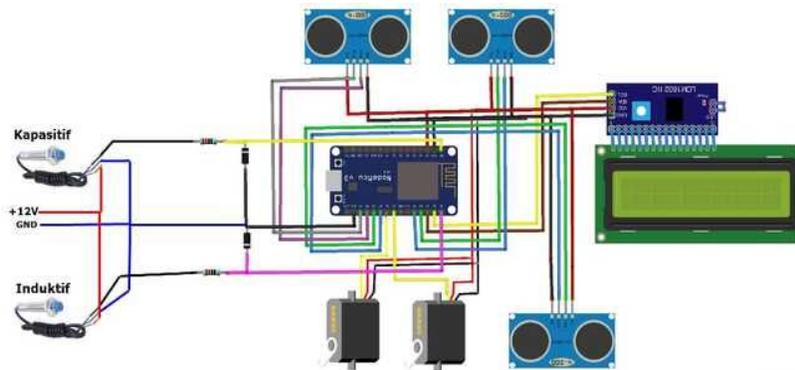
Gambar 7. Diagram alir kerja alat

Prototipe tempat sampah pintar berbasis *IoT* ini membentuk suatu sistem control dan sistem monitoring volume tempat sampah ketika penuh. Sistem ini dirancang menggunakan 3 buah sensor yaitu sensor ultrasonik, sensor *proximity* kapasitif dan sensor *proximity* induktif. sensor *proximity* kapasitif dan sensor *proximity* induktif yang akan mendeteksi sampah logam atau non logam, sedangkan sensor ultrasonik berfungsi monitoring volume tempat sampah logam atau non logam yang akan mengirim notifikasi pada HP (*handphone*) bila keadaan tempat sampah penuh.



Gambar 8. Blok diagram Tempat Sampah Pintar Berbasis *Internet Of Things (IOT)*

Pada gambar 2 terdapat blok diagram sistem tempat sampah pintar berbasis *Internet Of Things (IOT)* diatas bisa dilihat ada tiga bagian yaitu *Input*, proses dan *Output*. Pada bagian *Input* memiliki lima buah komponen yaitu yang pertama sensor ultrasonik 1 berfungsi sebagai pendeteksi jarak objek terdekat, yang kedua sensor ultrasonik 2 berfungsi sebagai pendeteksi volume sampah logam, yang ketiga sensor ultrasonik 3 berfungsi sebagai pendeteksi volume sampah non logam, yang ke empat sensor *proximity induktif* berfungsi untuk mendeteksi sampah logam, yang kelima sensor *proximity kapasitif* berfungsi untuk mendeteksi sampah non logam. Selanjutnya pada bagian proses hanya terdapat Nodemcu Esp8266 saja yang berfungsi sebagai mikrokontroler atau otak dari alat tersebut yang menjalankan program yang dibuat. Kemudian yang terakhir yaitu pada bagian *Output* terdapat 2 buah komponen yaitu yang pertama motor servo 1 berfungsi untuk menggerakkan tutup tempat sampah, dan yang kedua yaitu motor servo 2 berfungsi sebagai penggerak wadah pemilah sampah.



Gambar 9. Rangkaian Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT

Gambar 3 adalah rangkaian instalasi pada rangkaian tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things*. Rangkaian tersebut mencakup komponen-komponen yang akan digunakan dan sudah dihubungkan antara *input* dan *output* Nodemcu Esp8266 dengan kabel penghubung yaitu kabel jumper. sampah [7] [8].

Selain perancangan perangkat keras (*Hardware*) di butuhkan juga perancangan perangkat lunak (*Software*), dimana pada perancangan perangkat lunak ini mencakup 3 buah aplikasi yaitu yang pertama Arduino IDE berfungsi untuk membuat program yang diinginkan dan mengupload program tersebut ke Nodemcu Esp8266. Yang kedua yaitu platform *Thingspeak* untuk membuat *IoT* nya dan yang ketiga adalah aplikasi *Thingsshow* yaitu sebagai aplikasi tambahan untuk *wiget* tampilan monitoring.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pada perakitan atau perancangan pada tempat sampah pintar berbasis *IoT* (*Internet Of Things*) yang mempunyai dua bagian yaitu perakitan perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Perangkat keras (*Hardware*) mencakup penjelasan mengenai spesifikasi rangkaian alat dan komponen-komponen yang digunakan dan perangkat lunak (*Software*) mencakup penjelasan mengenai tahapan pembuatan kode program yang akan mengendalikan perangkat keras (*Hardware*) serta *platform* aplikasi apa yang dipakai sebagai *IOT* (*Internet Of Things*) nya.

Pengujian keseluruhan pada alat dilakukan untuk dapat mengetahui apakah seluruh komponen-komponen dapat bekerja sesuai dengan program yang dibuat. Sensor pertama yang diuji adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik yang digunakan pada pembuatan alat ini ada tiga yaitu sensor ultrasonik 1 untuk membuka tempat sampah pintar saat manusia mendekati tempat sampah, sensor ultrasonik 2 untuk mendeteksi volume pada kotak sampah logam dan sensor ultrasonik 3 berfungsi untuk mendeteksi volume pada kotak sampah non logam.



Gambar 10. Pengujian jarak sensor ultrasonic

Tabel 1. Pengujian sensor ultrasonik 1

No.	Jarak Pengujian Sensor	Kondisi Motor servo 1
1.	5 cm	Terbuka
2.	10 cm	Terbuka
3.	15 cm	Terbuka
4.	20 cm	Terbuka
5.	25 cm	Tertutup

Tabel 1 menampilkan data pengujian sensor ultrasonik 1 untuk mengetahui jarak terjauh objek yang dapat dideteksi sensor. Dilakukan 5 kali pengujian yaitu 5 hingga 25 cm dengan interval 5 cm. Berdasarkan hasil pengujian, maka jarak terjauh dari sensor adalah 20 cm. Jika sensor mendeteksi manusia mendekati alat maka motor servo pada tutup tempat sampah pintar akan terbuka.

Tabel 2. Pengujian sensor ultrasonik ruang kosong tempat sampah logam dan non logam

No.	Tinggi sampah	Jarak sebenarnya	Jarak terdeteksi oleh sensor	Akurasi sensor
1.	4 cm	26 cm	26 cm	100%
2.	8 cm	22 cm	24 cm	90.90%
3.	12 cm	18 cm	18 cm	100%
4.	16 cm	14 cm	15 cm	92.85%
5.	20 cm	10 cm	10 cm	100%
6.	24 cm	6 cm	6 cm	100%
7.	28 cm	2 cm	2 cm	100%

Pada tabel 2 disajikan hasil pengujian sensor ultrasonik 2 dan 3 mengetahui keadaan volume tempat sampah dalam keadaan penuh atau kosong. Dilakukan 7 kali percobaan yaitu 5 cm hingga 28 cm dengan interval 4 cm tinggi volume sampah, dimana tinggi tempat sampah ketika kosong yaitu 30cm dan nilai jarak sebenarnya didapatkan dari tinggi tempat sampah dikurangi tinggi sampah. Berdasarkan hasil pengujian, maka akurasi sensor ultrasonik dari 7 kali percobaan memiliki rata-rata bernilai 97,67%.

Sensor kedua adalah sensor *proximity*, pada pembuatan alat ini ada dua jenis yaitu sensor *proximity* induktif untuk mendeteksi sampah logam dan sensor *proximity* kapasitif untuk mendeteksi sampah non logam.



Gambar 11. Sampel sampah atau objek sampah yang digunakan

Tabel 3. Pengujian sensor *proximity* induktif

No.	Objek sampah	Hasil pengujian sensor <i>proximity</i> induktif		Status
		Hasil Acuan	Hasil Pengujian	
1.	Kaleng minuman	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
2.	Sendok	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
3.	Kayu	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil
4.	Plastik	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil

No.	Objek sampah	Hasil pengujian sensor <i>proximity</i> induktif		Status
		Hasil Acuan	Hasil Pengujian	
5.	Tidak ada objek sampah	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil

Pada tabel 3. diatas menampilkan data pengujian sensor *proximity* induktif dan kapasitif pada pengujian pertama terdapat empat objek sampah yaitu dua objek sampah logam diantaranya sendok dan kaleng minuman. Serta juga terdapat dua objek sampah non logam yaitu kayu dan plastik. Pada pengujian pertama dan kedua objek sampahnya adalah berbahan logam dan sensor *proximity* induktif mendeteksi. Pada pengujian ketiga dan keempat objek sampahnya adalah tidak mengandung unsur logam dan sensor *proximity* induktif mendeteksi. Dan pada pengujian kelima tidak ada objek sampah dan sensor *proximity* induktif juga tidak mendeteksi.

Tabel 4. Pengujian sensor *proximity* kapasitif

No.	Objek sampah	Hasil pengujian sensor <i>proximity</i> kapasitif		Status
		Hasil Acuan	Hasil Pengujian	
1.	Kaleng minuman	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
2.	Sendok	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
3.	Kayu	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil
4.	Plastik	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil
5.	Tidak ada objek sampah	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil

Pada tabel 4. diatas menampilkan data pengujian sensor *proximity* kapasitif pada pengujian pertama terdapat empat objek sampah yaitu dua objek sampah logam diantaranya sendok dan kaleng minuman. Serta terdapat dua objek sampah non logam yaitu kayu dan plastik. Pada pengujian pertama dan kedua objek sampahnya adalah berbahan logam dan sensor *proximity* kapasitif tidak mendeteksi. Pada pengujian ketiga dan keempat objek sampahnya adalah tidak mengandung unsur logam dan sensor *proximity* kapasitif mendeteksi. Dan pada pengujian kelima tidak ada objek sampah dan sensor *proximity* induktif tidak mendeteksi. Gambar 6 menunjukkan tampilan dimana pemilah dalam posisi *standby* atau posisi awal saat tidak mendeteksi sampah logam maupun sampah non logam.



Gambar 6. Tampilan tempat sampah (a) Hasil alat bagian depan (b) Sensor dan pemilah sampah dalam keadaan tidak mendeteksi objek sampah

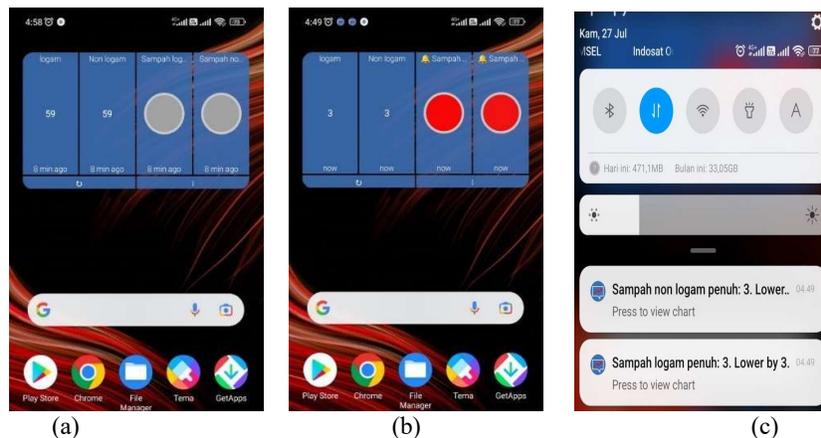
Setelah dilakukan pengujian untuk masing-masing komponen, kemudian dilakukan pengujian alat secara keseluruhan, dimana akan dimasukkan beberapa jenis sampah yang terdiri dari unsur logam dan non-logam. Pada gambar 6.a. Hasil alat bagian depan terdiri dari 2 tempat sampah logam pada sebelah kanan alat ,dan tempat sampah non-logam pada sebelah kiri alat, pada bagian depan alat tempat sampah pintar terdapat sensor ultrasonik untuk mendeteksi manusia, jika mendekati alat dengan jarak terjauh sensor 20 cm maka alat akan membuka tutup alat tempat sampah pintar. Mekanisme alatnya adalah dengan memanfaatkan tutup tempat sampah yang dihubungkan dengan motor servo sebagai pemilah sampah logam dan non-logam (Gambar 6.b). Sensor *proximity* kapasitif dan induktif diletakkan di tengah-tengah tutup yang kemudian akan menentukan arah gerak motor servo. Jika sampahnya terdeteksi sebagai logam maka tutup akan bergerak ke kanan, dan jika sampahnya terdeteksi sebagai non-logam maka tutup akan bergerak ke kiri.

Tabel 5. Pengujian pemilah sampah logam dan non logam

No	Objek	Jenis	Hasil Acuan	Hasil Percobaan	Status
1.	Kaleng Minuman	Logam	Kanan	Kanan	Berhasil
2.	Sendok	Logam	Kanan	Kanan	Berhasil
3.	Kayu	Non Logam	Kiri	Kiri	Berhasil
4	Plastik	Non Logam	Kiri	Kiri	Behasil

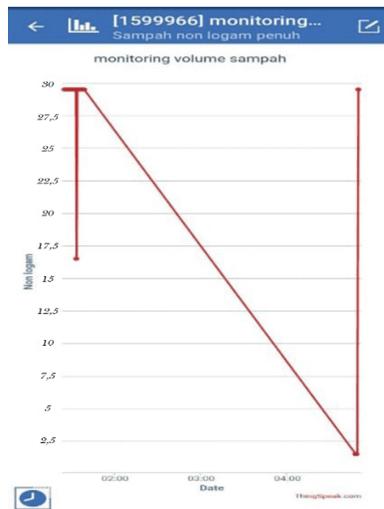
Pada tabel 5. diatas menampilkan data pengujian pemilah sampah logam dan non-logam. Pada pengujian terdapat lima objek sampah yaitu dua objek sampah logam yaitu sendok dan kaleng minuman. Serta terdapat dua objek sampah non logam yaitu kayu dan plastik. Pada pengujian pertama dan kedua objek sampahnya adalah berbahan logam maka pemilah sampah bergerak ke kanan atau arah tempat sampah logam. Pada pengujian ketiga dan keempat objek sampahnya adalah tidak mengandung unsur logam maka pemilah sampah bergerak ke kiri atau arah tempat sampah non-logam.

Berikutnya adalah pengujian *thingspeak* sebagai IoT untuk mengetahui kondisi tempat sampah agar petugas dapat segera mengosongkan tempat sampah jika sudah penuh tanpa harus mengecek secara manual.



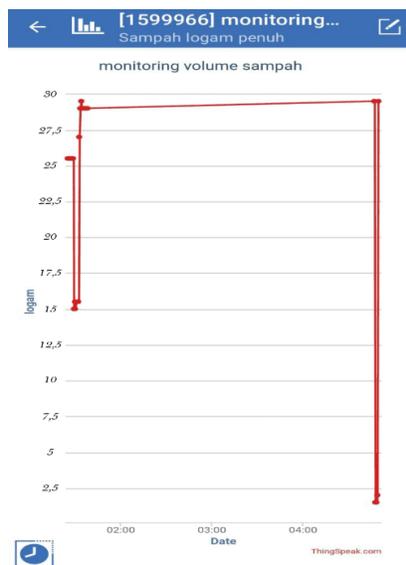
Gambar 12. Tampilan aplikasi thingspeak ketika (a) kotak sampah kosong dan (b) kotak sampah penuh dan (c) adalah notifikasi saat tempat sampah penuh

Pada gambar 7.a menampilkan tampilan dari aplikasi *thingshow or thingspeak* ketika kondisi kotak sampah logam dan non logam kosong, yang dimana lampu indikator nya mati. Pada gambar 8.b diatas menampilkan tampilan dari aplikasi *thingshow or thingspeak* ketika kondisi kotak sampah logam dan non logam penuh yang dimana lampu indikator nya akan menyala berwarna merah. Dan akan muncul notifikasi pada layar HP (*handphone*) seperti pada (Gambar 7.c)



Gambar 8. Tampilkan grafik pada kotak sampah non logam ketika sampai penuh

Pada gambar 8. diatas menampilkan tampilan grafik aplikasi *thingshow* pada HP (*Handphone*) saat pukul 04:49 volume kotak sampah non logam berada pada titik terendah yaitu pada 2.5 cm yang berarti kotak sampah dalam keadaan penuh dan saat pukul 04:50 volume kotak sampah non logam berada pada titik teratas yaitu pada 28 cm yang berarti kotak sampah dalam keadaan kosong



Gambar 9. Tampilan grafik pada kotak sampah logam ketika sampah penuh

Pada gambar 9. diatas menampilkan tampilan grafik aplikasi *thingshow* pada HP (*Handphone*) saat pukul 04:49 volume kotak sampah logam berada pada titik terendah yaitu pada 2.5 cm yang berarti kotak sampah dalam keadaan penuh dan saat pukul 04:50 volume kotak sampah logam berada pada titik teratas yaitu pada 28 cm yang berarti kotak sampah dalam keadaan kosong.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat tempat sampah pintar ini yang berbasis *IoT* dengan platform *thingspeak* telah berhasil dan mampu melakukan pemilahan sampah logam dan non-logam secara otomatis. Pengujian pada motor servo saat pemilah sampah logam dan non-logam dengan sensor *proximity* kapasitif dan induktif dapat berfungsi dengan baik. Kemudian pengujian pada sensor ultrasonik dapat mengetahui ruang kosong tempat sampah yang menunjukkan akurasi sensor ultrasonik mencapai 97,67%, hal ini menunjukkan sensor dapat mengetahui jika tempat sampah dalam keadaan kosong maupun penuh yang akan mengirimkan notifikasi pada *smartphone*. Jadi tidak diperlukan lagi pemisahan sampah logam dan non logam secara manual oleh petugas kebersihan atau pengelola sampah, sehingga dapat menghemat waktu dan usaha. Selain itu alat ini juga telah berhasil mengirimkan notifikasi pada *smartphone* jika kotak sampah logam dan logam tersebut sudah penuh menggunakan platform *IoT Thingspeak* memungkinkan pemantauan dan analisis data secara real-time tentang informasi volume sampah.

Referensi

- [1] Y. Tan *Et Al.*, “Perancangan Sistem Otomatisasi Dan Monitoring Bak Sampah Berbasis Internet Of Things (Iot),” 2021.
- [2] Kahfi, A, “Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah,” 2017.
- [3] R. A. Ma’arif, Fauziah and N. Hayati, “Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT,” Vol. 4 No. 2 Desember 2019
- [4] A. Khozin, S. Winardi, M. N. Arifin, And A. Nugroho, “Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet Of Things Pada Smkn 1 Dlanggu Kabupaten Mojokerto,” 2022.
- [5] Sayem Ahmed, Shahanaz Akter, Shaikh Enayet Ullah, "Design And Implementation Of Iot Based Real Time Temperature And Humidity Monitoring System Using Arduino, Thingspeak And Esp8266", International Journal Of Computer Applications, Volume 190 - Number 7, July 2018.
- [6] E. Sorongan, Q. Hidayati and K. Priyono, “ThingSpeak sebagai Sistem Monitoring Tangki SPBU Berbasis Internet of Things,” Jurnal Teknologi Rekayasa, Vol. 3, No. 2, Desember 2018, Hal. 219-224
- [7] Febry Purnomo Aji, A. Solehudin, And C. Rozikin, “Implementasi Sensor Ultrasonik Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis Internet Of Things,” *Jurnal Ilmiah Informatika*, Vol. 6, No. 2, Pp. 117–126, Dec. 2021, Doi: 10.35316/Jimi.V6i2.1306
- [8] Y. Bowo Widodo, T. Sutabri, And L. Faturahman, “Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Berbasis Iot,” 2019.
- [9] M. Muslimin, Andhika C.P., L. Ardiantoro and Soffa Zahara “Internet of Thing(IoT) untuk Pembuangan Akhir Sampah di Mojokerto,” Vol. 1 No. 6 (Desember 2022) 897-906
- [10] Suherman, Mardeni, Y. Irawan, Sugiati, “Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultrasonik Dengan Notifikasi Telegram,” VOL. 9 NO. 2 (2020)