

Prototipe Sistem *Smart Trash* Berbasis IOT (*Internet Of Things*) dengan Aplikasi Android

Ali Wafi¹, Ir. Herry Setyawan, M.T.², Sofia Ariyani, S.Si., M.T.³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata 49 Jember KODE POS 68121 (tlp: (0331) 336728; fax: (0331) 337957; e-mail: kantorpusat@unmuhjember.ac.id)

ABSTRAK

Abstrak—Tata kelola sampah yang kurang baik dan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan terutama membuang sampah pada tempatnya menyebabkan sampah menumpuk dan mengeluarkan bau busuk yang dapat menjadi sumber penularan penyakit. Kurangnya teknologi informasi pengelolaan sampah oleh petugas kebersihan menyebabkan penanganan sampah menjadi lambat. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu adanya tempat sampah otomatis pemilah sampah organik dan anorganik agar sesuai dengan jenis tempat sampahnya serta dapat memberikan informasi lebih awal bahwa tempat sampah telah penuh untuk diproses dengan cepat. Prototipe tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroler ESP 32 sebagai kontrol sistem. Sensor proximity kapasitif dan induktif untuk mendeteksi jenis bahan sampah organik atau anorganik. Servo untuk mengendalikan pintu tempat sampah dan pemilah sampah. Sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan manusia dan ketinggian sampah. Hasil dari pembuatan alat didapatkan keberhasilan deteksi sampah organik 95%, deteksi sampah anorganik 97,5%, sensor jarak buka tutup 99,26%, sensor jarak organik 99,07%, sensor jarak anorganik 99,21% dan dapat mengirimkan hasil monitoring secara real time serta notifikasi ke aplikasi android sebagai pemberitahuan jika tempat sampah telah penuh.

Kata kunci: Tata kelola sampah, Sampah organik dan anorganik, Mikrokontroler ESP 32, Notifikasi.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah sampah adalah masalah yang umum dan telah menjadi fenomena universal di berbagai belahan dunia manapun termasuk menjadi masalah bagi kota-kota besar di Indonesia. Tata kelola sampah yang kurang baik menyebabkan sampah menumpuk dan mengeluarkan bau busuk serta dapat menjadi sumber penularan penyakit. Sampah juga bisa mengakibatkan penyumbatan pada saluran drainase dan sungai. Masih kurangnya kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap kebersihan lingkungan menyebabkan permasalahan sampah masih menjadi persoalan serius bagi pemerintah.

Kurangnya teknologi informasi pengelolaan sampah oleh petugas kebersihan menyebabkan penanganan sampah menjadi lambat. Informasi tentang kondisi tempat sampah sangat membantu pencegahan menumpuknya sampah serta bau busuk yang mengganggu. Oleh sebab itu, di butuhkan suatu perangkat deteksi dan peringatan dini kondisi tempat sampah yang memberikan informasi lebih awal bahwa tempat sampah telah penuh untuk diproses dengan cepat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sukarjadi. (2017). Politeknik Sakti Surabaya yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan *Smart Trash* Bin Berbasis Arduino Uno di Universitas Maarif Hasyim Latif” penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu tempat sampah pintar (*smart trash bin*) berbasis Arduino Uno menggunakan sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak untuk mengetahui volume sampah pada tempat sampah, untuk pemberitahuan bahwa tempat sampah telah penuh menggunakan *buzzer* dan

led sebagai indikator. Dari hasil pengujian perangkat Smart Trash Bin diperoleh kesimpulan bahwa sensor HC-SR04 dapat mengetahui volume sampah berdasarkan alur program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino.

Pada penelitian Wuryanto, Anus. (2019). Universitas Bina Sarana Informatika yang berjudul “Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCSR04 Berbasis Arduino Uno R3” penelitian ini bertujuan merancang sebuah tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno menggunakan sensor HCSR04 sebagai pendeteksi ketinggian sampah dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis, untuk pemberitahuan bahwa tempat sampah telah penuh menggunakan led dan buzzer sebagai indikator. Dari hasil pengujian perangkat diperoleh kesimpulan bahwa sensor HCSR04 dapat mengetahui volume sampah berdasarkan alur program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino Uno R3.

Dari hasil kajian permasalahan tentang pengelolaan sampah yang telah saya amati, maka dalam penelitian ini dikembangkan tentang pengelolaan sampah yang dapat memilah sampah organik dan sampah anorganik serta dapat mengirimkan informasi kondisi tempat sampah. Dengan menambahkan fungsi IOT (*Internet Of Things*) yang dapat memberikan pengiriman informasi keadaan tempat sampah yang sudah penuh kepada petugas kebersihan berbasis android. Sehingga lebih efisien dalam pengelolaan sampah karena tidak perlu menunggu laporan dari masyarakat.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Membuat sistem otomatisasi tempat sampah yang dapat memberikan pemberitahuan apabila tempat sampah telah penuh dengan menggunakan mikrokontroler ESP 32 yang akan terintegrasi dengan sensor ultrasonik.
2. Tempat sampah dapat memilah antara sampah organik dan anorganik.
3. Pihak yang dituju dapat menerima pemberitahuan dengan baik bahwa tempat sampah telah penuh.

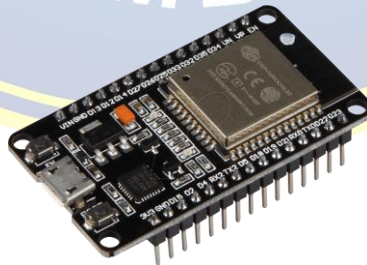
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menciptakan lingkungan yang bersih dari sampah yang menumpuk dengan tersedianya tempat sampah pintar yang dapat memberikan informasi kepada petugas kebersihan agar sampah segera diambil untuk mencegah sampah terlalu lama menumpuk sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap dan menjadi sumber penyakit serta memberikan kemudahan kepada pihak petugas kebersihan dalam melakukan pemeriksaan dan mengambil sampah ketika telah penuh.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler ESP 32

ESP32 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*. terlihat pada gambar di atas merupakan pin *out* dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan input atau output untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC.



Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP 32

(Sumber: Suhaeb, Sutarsi. 2017)

2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis alias bunyi menjadi besaran listrik, begitupun sebaliknya. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini cukup simpel, yakni berdasarkan pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat digunakan untuk mendefinisikan eksistensi atau jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah dengan menggunakan pantulan suara. Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui alat yang disebut dengan piezoelektrik. Gelombang yang dibandingkan tersebut memiliki frekuensi tertentu (umumnya sekitar 40 kHz).



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik
 (Sumber: Pratama, Hadijaya. 2012)

2.3 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



Gambar 2.7 Motor Servo
 (Sumber: Wuryanto, Anus. 2019)

2.4 Sensor Proximity Kapasitif

Sensor kapasitif merupakan sensor elektronika yang bekerja berdasarkan konsep kapasitif. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan muatan energi listrik yang dapat disimpan oleh sensor akibat perubahan jarak lempeng, perubahan luas penampang dan perubahan volume dielektrikum sensor kapasitif tersebut. Konsep kapasitor yang digunakan dalam sensor kapasitif adalah proses menyimpan dan melepas energi

listrik dalam bentuk muatan-muatan listrik pada kapasitor yang dipengaruhi oleh luas permukaan, jarak dan bahan dielektrikum.



Gambar 2.8 Sensor *Proximity* Kapasitif
 (Sumber: Sukarjadi. 2017)

2.5 Sensor *Proximity* Induktif

Sensor jarak induktif atau *inductive proximity* sensor adalah sensor jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam baik logam jenis ferrous maupun logam jenis *non-ferrous*. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek logam), menghitung objek logam dan aplikasi pemosisian. Sensor induktif sering digunakan sebagai pengganti saklar mekanis karena kemampuannya yang dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari saklar mekanis biasa. Sensor jarak induktif ini juga lebih andal dan lebih kuat.



Gambar 2.9 Sensor *Proximity* Induktif
 (Sumber: Sukarjadi. 2017)

2.6 Power Supply

Power supply adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *Power Supply* atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *Power Supply* kadang kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter*.

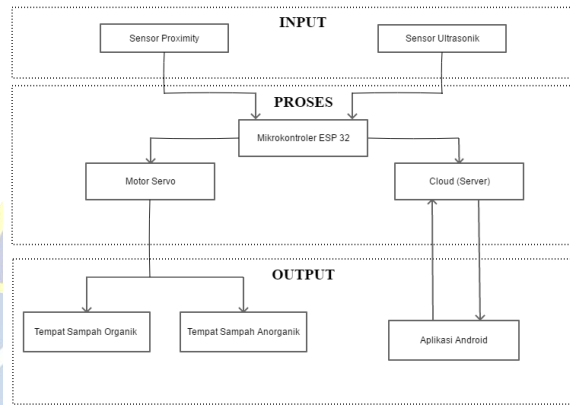


Gambar 2.10 *Power Supply*
 (Sumber: Wuryanto, Anus. 2019)

3. METODE PENELITIAN

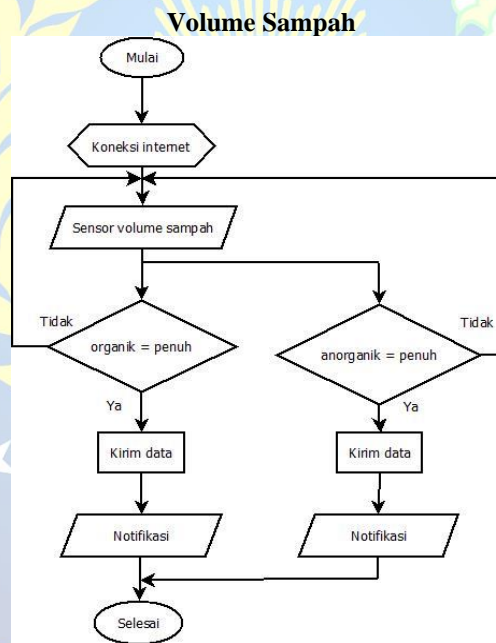
Tujuan dari pembuatan sebuah sistem otomatisasi pemberitahuan pada kotak sampah adalah untuk memberikan pemberitahuan apabila kotak sampah telah penuh sehingga mencegah terjadinya penumpukan sampah yang menjadi penyebab terjangkitnya bibit penyakit. Penelitian ini dilakukan dengan empat tahap proses yaitu analisis masalah, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian dan analisis sistem.

3.1 Diagram Blok Sistem



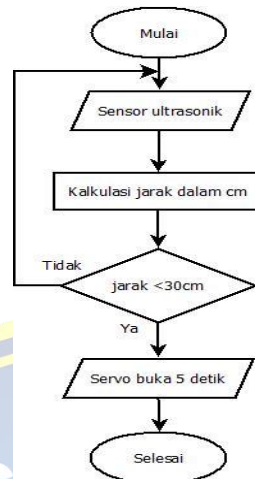
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

3.2 Flowchart



Gambar 3.2 Flowchart Volume Sampah

Buka Tutup Tempat Sampah



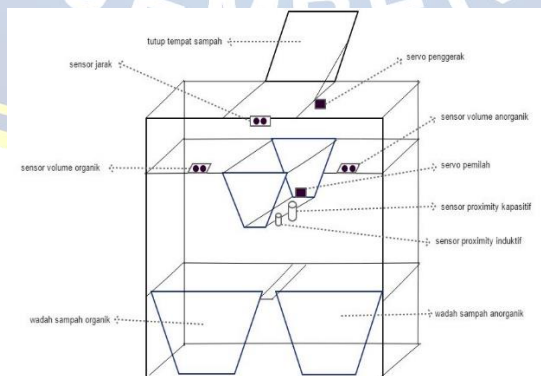
Gambar 3.3 Flowchart Buka Tutup Tempat Sampah

Pemilah Sampah



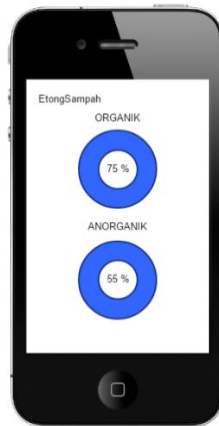
Gambar 3.4 Flowchart Pemilah Sampah

3.3 Desain Alat



Gambar 3.5 Desain Alat

3.4 Desain Aplikasi



Gambar 3.6 Desain Aplikasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik Buka Tutup Tempat Sampah

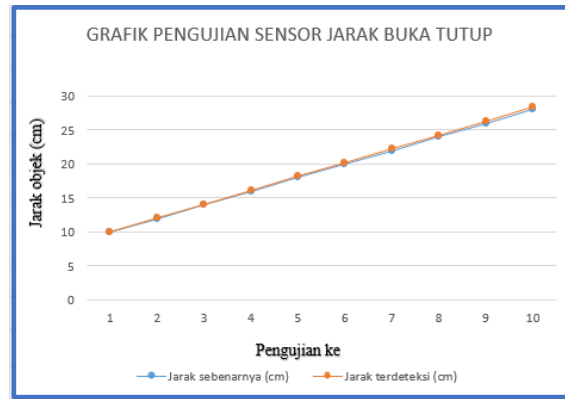
Pengujian sensor ultrasonik untuk buka tutup tempat sampah dilakukan dengan mengukur jarak sensor dengan objek yang kemudian akan dikombinasikan dengan servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Pada saat pengujian didapatkan hasil ketika objek berada pada jarak lebih dari 30 cm servo tidak akan bekerja. Jika sensor mendeteksi objek pada jarak kurang dari sama dengan 30 cm maka servo akan membuka.

Tabel 4.1 Pengujian sensor ultrasonik buka tutup tempat sampah

No	Pembacaan jarak (cm)	Kondisi servo
1	100	OFF (0°) Menutup
2	70	OFF (0°) Menutup
3	50	OFF (0°) Menutup
4	30	ON (90°) Membuka
5	20	ON (90°) Membuka

Tabel 4.2 Percobaan deteksi jarak buka tutup tempat sampah

Percobaan	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak terdeteksi (cm)	Error (%)
1	10	10,01	0,1
2	12	12,04	0,33
3	14	14,09	0,64
4	16	16,13	0,8
5	18	18,15	0,83
6	20	20,14	0,7
7	22	22,20	0,9
8	24	24,22	0,91
9	26	26,27	1
10	28	28,35	1,25
Rata-rata			0,74



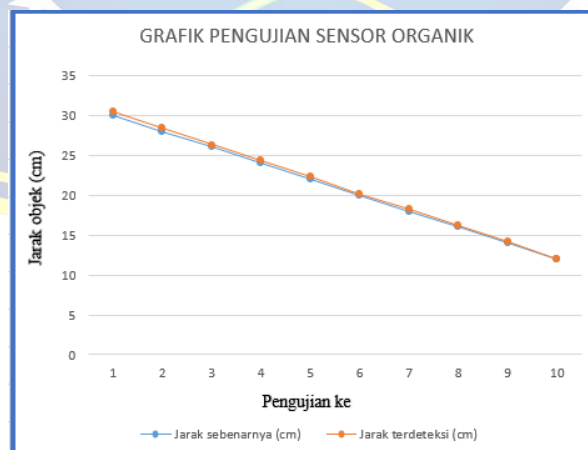
Gambar 4.11 Grafik Pengujian Sensor Jarak Buka Tutup

4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik Volume Sampah

Pengujian sensor ultrasonik untuk volume sampah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar eror yang didapatkan ketika sensor mendeteksi adanya sampah pada tempat sampah. Pengujian dilakukan pada dua tempat yang berbeda yaitu tempat sampah organik dan tempat sampah anorganik. Pendeteksian volume sampah yaitu berdasarkan tinggi sampah yang ada pada tempat sampah. Sensor ultrasonik secara terus menerus memonitoring ketinggian sampah setiap saat. Ketika sampah telah mencapai titik ketinggian yang telah ditentukan maka sistem akan mengirimkan notifikasi.

Tabel 4.3 Pengujian sensor ultrasonik volume sampah organik

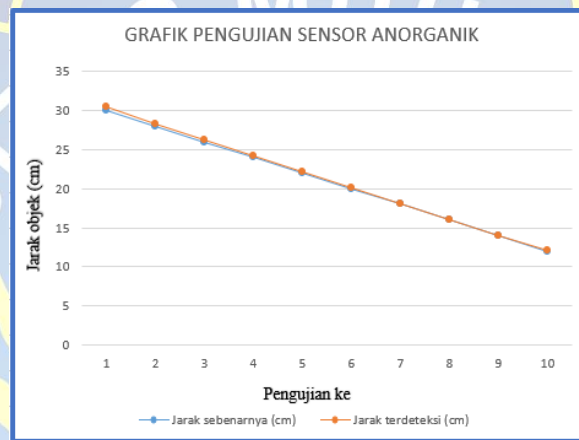
Percobaan	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak terdeteksi (cm)	Error (%)
1	30	30,39	1,3
2	28	28,34	1,2
3	26	26,30	1,15
4	24	24,27	1,1
5	22	22,24	1,09
6	20	20,19	0,95
7	18	18,17	0,94
8	16	16,13	0,8
9	14	14,09	0,64
10	12	12,02	0,16
Rata-rata			0,93



Gambar 4.12 Grafik Pengujian Sensor Organik

Tabel 4.4 Pengujian sensor ultrasonik volume sampah anorganik

Percobaan	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak terdeteksi (cm)	Error (%)
1	30	30,41	1,36
2	28	28,34	1,2
3	26	26,29	1,1
4	24	24,25	1
5	22	22,19	0,86
6	20	20,15	0,75
7	18	18,13	0,72
8	16	16,07	0,43
9	14	14,04	0,28
10	12	12,03	0,25
Rata-rata			0,79



Gambar 4.13 Grafik Pengujian Sensor Anorganik

4.3 Pengujian Sensor Proximity

Pembacaan sensor *proximity* menggunakan sinyal digital dengan keluaran *high-low* (0/1). Pembacaan jenis sampah organik *high* atau bernilai logika 1. Sedangkan pembacaan jenis sampah anorganik *low* atau bernilai logika 0. Dari hasil pembacaan sensor *proximity* kapasitif dan sensor *proximity* induktif kemudian data yang diperoleh akan diproses dan selanjutnya servo pemilah akan menempatkan jenis sampah sesuai dengan tempatnya.

Tabel 4.5 Pengujian sensor proximity pada sampah organik

No	Kayu	Daun	Kertas	Tissue
1	1	1	1	1
2	1	1	0	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	0
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
Persentase	100%	100%	90%	90%

Tabel 4.6 Pengujian sensor *proximity* pada sampah anorganik

No	Botol plastik	Plastik	Karet	Kaleng
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	1
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
Persentase	100%	100%	100%	90%

4.4 Persentase Keberhasilan Pemilah Organik dan Anorganik

Setelah dilakukan percobaan dari setiap jenis sampah organik yaitu sampah kayu, sampah daun kering, sampah kertas dan sampah *tissue* sebanyak 10 kali didapatkan persentase keberhasilan sebesar 95%. Pada jenis sampah anorganik dengan item sampah kaleng, botol plastik, plastik, karet, kaleng dilakukan sebanyak 10 kali didapatkan persentase keberhasilan rata-rata sebesar 97,5%.

Tabel 4.7 Persentase keberhasilan pemisah organik dan anorganik

No	Kategori	Item sampah	Keberhasilan	Keberhasilan rata-rata
1	Organik	Kayu	100%	95%
		Daun	100%	
		Kertas	90%	
		<i>Tissue</i>	90%	
2	Anorganik	Botol Plastik	100%	97,5%
		Plastik	100%	
		Karet	100%	
		Kaleng	90%	

4.5 Tampilan Aplikasi

Tampilan aplikasi digunakan sebagai penampil volume sampah pada tempat sampah menggunakan android *smartphone* yang terhubung dengan internet. Perubahan ketinggian sampah akan termonitor dan ditampilkan secara *real time* pada aplikasi. Ketika volume sampah sudah mencapai ketinggian yang telah ditentukan maka android *smartphone* akan menerima notifikasi atau pemberitahuan bahwa tempat sampah telah penuh.



Gambar 4.14 Tampilan Aplikasi

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

1. Sistem otomatisasi tempat sampah menggunakan mikrokontroler ESP 32 berdasarkan hasil pengujian dapat membedakan antara sampah organik maupun sampah anorganik. Kondisi tempat sampah dapat termonitoring dan mengirimkan status tempat sampah ke server secara realtime.
2. Sensor ultrasonik HCSR04 digunakan sebagai pendeteksi jika ada aktivitas manusia ingin membuang sampah dan mendeteksi ketinggian sampah dapat berfungsi secara normal dengan memberikan keterangan berupa persentase volume tempat sampah. Berdasarkan hasil pengujian pembacaan volume tempat sampah didapatkan keberhasilan pada sensor buka tutup sebesar 99,26% ,sensor organik sebesar 99,07% dan sensor anorganik sebesar 99,21%.
3. Untuk memilah sampah organik dan sampah anorganik menggunakan sensor *proximity* kapasitif sebagai pendeteksi sampah organik dan sensor *proximity* induktif sebagai pendeteksi sampah anorganik. Berdasarkan hasil pengujian pembacaan objek sampah didapatkan keberhasilan pada sampah organik 95% dan sampah anorganik sebesar 97,5%.
4. Tempat sampah ini menggunakan sistem informasi berbasis *Internet Of Things* (IOT) yang terhubung pada aplikasi android *smartphone*. Aplikasi dapat memonitoring kondisi tempat sampah berdasarkan data yang tersimpan pada server dan menerima notifikasi ketika tempat sampah telah penuh.

5.2 SARAN

1. Untuk meningkatkan kinerja dan keamanan aplikasi diperlukan adanya hak akses berupa username untuk petugas pada saat menjalankan aplikasi.
2. Alat sudah dapat memilah antara sampah organik dan sampah anorganik, namun dari hasil pengujian masih terdapat eror yang disebabkan pembacaan sensor terhadap objek sampah. Untuk menyempurnakan kinerja alat dapat dikembangkan dari sistem mekanik terhadap penempatan sensor *proximity* kapasitif dan induktif.
3. Pada alat dapat ditambahkan flame sensor dan *buzzer* sebagai tambahan fitur keamanan untuk mengantisipasi kebakaran pada tempat sampah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pratama, Hadijaya. 2012. Akuisisi Data Kinerja Sensor Ultrasonik Berbasis Sistem Komunikasi Serial Menggunakan Mikrokontroler Atmega 32. FPTK UPI. Bandung. Journal Electrans.
2. Suhaeb, Sutarsi. 2017. Mikrokontroler dan Interface. Universitas Negeri Makasar. Makasar.
3. Sukarjadi. 2017. Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin Berbasis Arduino Uno di Universitas Maarif Hasyim Latif. Politeknik Sakti Surabaya. Surabaya. Engineering and Sains Journal.
4. Tholib, Rifqi. 2017. Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. E-Jurnal Prodi Teknik Elektronika dan Informatika Edisi Proyek Akhir D3.
5. William. 2019. Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Arduino. FTIK Universitas Prima Indonesia. Indonesia. Journal of Informatics and Telecommunication Engineering.
6. Wuryanto, Anus. 2019. Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. Universitas Bina Sarana Informatika. Yogyakarta. Jurnal Komputer dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatika.