

Sistem *Monitoring* Tempat Sampah Pintar Secara *Real-time* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis IOT

Ridwan Ahmad Ma'arif¹, Fauziah², Nur Hayati³

^{1,2,3} *Jurusan Informatika Universitas Nasional*

¹ *ridwan.22693@gmail.com*, ² *fauziah@civitas.unas.ac.id*, ³ *nurhayati@civitas.unas.ac.id*

Abstrak— Pembersihan tempat sampah yang dilakukan petugas sampah terkadang mengalami keterlambatan dan pemeriksaan tempat sampah secara manual. Hal ini mengurangi performa petugas sampah dalam pembersihan tempat sampah di titik yang berbeda. Aplikasi Android yang dapat memantau tingkat muatan tempat sampah dibutuhkan untuk memaksimalkan pekerjaan mereka. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem monitoring tempat sampah secara realtime dan mengirim pemberitahuan kepada petugas sampah. Sistem tersebut berbasis Internet of Things dan Android yang telah terintegrasi dengan Firebase Realtime Database dan Firebase Cloud Messaging. Sistem ini menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi muatan sampah dan mendeteksi jarak manusia yang membuang sampah. Jarak maksimal dan minimal dari sensor tersebut mencapai rata – rata 143cm dan 0cm. Pemrosesan data menggunakan NodeMCU yang berfungsi sebagai media pemrosesan dan pengiriman data. Dari penelitian yang dilakukan, rata – rata waktu notifikasi diterima oleh aplikasi android adalah 0,6 detik. Sistem ini mampu mendeteksi tingkat muatan sampah dan waktu pembersihan terakhir secara realtime. Sistem ini berbasis Android, sehingga pemantauan mudah dilakukan. Penentuan tindakan pembersihan tempat sampah ditentukan menggunakan metode *fuzzy logic* dengan ketepatan dalam penentuan tindakan sebesar 100%.

Kata kunci— Smart Trash, Internet of Things, Android, Monitoring, Realtime Database.

Abstract— Cleaning the trash by the garbage officer sometimes experiences delays and inspection of the trash still manually. This reduces the performance of garbage officers in cleaning trash bins at different points. Android application that can monitor the load level of the trash is needed to maximize their work. In this research, real-time monitoring system is designed and sends a notification to the garbage officer. The system is based on Internet of Things and Android, which has been integrated with the firebase real-time database and Firebase Cloud Messaging. This system uses HC-SR04 sensor to detect the garbage load and detect the distance of humans who throw garbage. The maximum and minimum distance of the sensor reaches an average of 143cm and 0cm. Data processing uses NodeMCU which functions as media for processing and sending data. From the research conducted, the average time of notification received by Android application is 0.6/seconds. This system is able to detect the level of garbage load and the last cleaning time in real-time. This system is based on Android, so monitoring is easy. Determination of the action of cleaning the trash is determined using the fuzzy logic method with accuracy in determining the action by 100%.

Keywords— Smart Trash, Internet of Things, Android, Monitoring, Realtime Database.

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan material sisa yang sudah tidak lagi digunakan dan berasal dari berbagai jenis benda. Sampah juga merupakan sarang penyakit dan berbagai macam bakteri, sehingga benda ini jangan dihiraukan sehingga terjadinya penumpukan sampah di tempat sampah yang sudah ada. Masalah sampah terutama di kota besar seperti Malang sudah darurat. Di tahun 2019 data yang didapat dari UPT Pengelolaan Sampah Dinas Lingkungan Hidup kota Malang, penumpukan sampah mencapai 667 ton perhari [1].

Petugas sampah yang bertanggung jawab untuk membersihkan tempat sampah yang berada di beberapa titik di lokasi sangatlah diperlukan. Akan tetapi pengawasan tempat sampah masih dilakukan secara manual, sehingga petugas sampah diharuskan untuk memeriksa tempat sampah dengan mendatangi setiap tempat sampah yang terdaftar di wilayah kantor mereka. Hal ini merupakan cara yang tidak efektif, karena akan memakan waktu yang lebih lama dan mengurangi performa petugas sampah dalam melakukan pekerjaannya begitu juga memakan biaya yang lebih besar. Jika mengingat pesatnya teknologi yang berkembang pada zaman ini, seharusnya masalah ini sudah dapat diselesaikan. Disisi lain, salah satu faktor masyarakat membuang sampah sembarangan dikarenakan kondisi tempat sampah kotor yang disebabkan tumpukan sampah membuat sebagian orang enggan untuk membuang tempat sampah pada tempatnya.

Berdasarkan teori diatas peneliti mengusulkan tentang sistem monitoring tempat sampah pintar yang dapat mengirim

data muatan sampah secara realtime ke database dan data tersebut dikirim ke aplikasi Android. Data yang diterima di aplikasi Android di konversi dengan tampilan *User Interface* yang menarik sehingga apabila muatan sampah pada tempat sampah sudah penuh maka akan ada indikator warna yang menandakan kondisi muatan sampah itu tersebut. Selain itu petugas tempat sampah juga akan menerima notifikasi mengenai tindakan dan status tempat sampah terkini yang di proses oleh Firebase Cloud Messaging (FCM) sehingga pembersihan tempat sampah dapat dengan cepat dan mudah dilakukan [2][3]. Proses deteksi muatan sampah ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dihubungkan dengan mikrokontroler NodeMCU. NodeMCU berfungsi sebagai media pengiriman dan pemrosesan data.

Berdasarkan penelitian “Analisis Dan Implementasi Sistem Sensor Pada Tempat Sampah Otomatis Dengan Metode Fuzzy Berbasis Mikrokontroler” dibuat sebuah tempat sampah yang menggunakan 2 sensor yang dapat mendeteksi manusia dan muatan sampah, namun pada penelitian ini belum berbasis android.

Kemudian berdasarkan pada penelitian “Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Arduino” merancang tempat sampah yang dapat menentukan alarm berdasarkan tingkat ketinggian sampah namun belum berbasis android[2].

Dan berdasarkan pada penelitian “Sistem Informasi Tempat Sampah Dengan Monitoring Berbasis Web Dan Whatsapp Berbantuan Arduino Mega 2560” pemantauan tempat sampah sudah berbasis android. Data muatan tempat sampah akan

dikirimkan melalui internet dan dikirim kembali ke aplikasi android, namun pada penelitian ini aplikasi yang digunakan menggunakan aplikasi pihak ketiga yaitu: Whatsapp.

Berdasarkan penelitian terdahulu peneliti memberikan solusi dan keterbaharuan dalam sistem yang sudah dibuat, yaitu pembuatan tempat sampah pintar yang sudah terintegrasi aplikasi android yang dapat memantau tingkat muatan sampah secara *real-time* dengan menggunakan teknologi Push Notifications dalam pemberitahuan kepada petugas tempat sampah. Sistem ini mengaplikasikan algoritma *fuzzy logic* untuk penentu tindakan yang harus dilakukan oleh petugas sampah berdasarkan tingkat muatan sampah dan waktu terakhir pembersihan tempat sampah [4]. Data yang didapat akan dijadikan penentu notifikasi pada aplikasi Android yang dimana data tersebut akan di proses menggunakan aplikasi Firebase Cloud Messaging (FCM). Proses yang dilakukan di Firebase Cloud Messaging (FCM) diatur menggunakan aplikasi Pusher dengan bahasa pemrograman Python, sehingga notifikasi akan tetap diterima oleh pengguna aplikasi untuk dilakukan tindakan pembersihan tempat sampah [2][5].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Fuzzy Logic

Tempat sampah yang dibuat pada penelitian ini menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian muatan tempat sampah dan mendeteksi keberadaan manusia. Data dari sensor HC-SR04 ini akan di proses oleh mikrokontroler NodeMCU untuk mendeteksi ketinggian tempat sampah. Sehingga apabila data muatan sampah yang diterima sudah penuh, maka NodeMCU akan mengirim data ke Firebase Realtime Database, data yang sudah disimpan di dalam Firebase Realtime Database akan di proses oleh Firebase Cloud Messaging (FCM) dengan bantuan aplikasi Pusher yang menggunakan bahasa pemrograman Python sebagai penentu notifikasi yang dikirim ke aplikasi Android [6].

Penerapan *fuzzy logic* dilakukan pada penentuan status tempat sampah berdasarkan ketinggian muatan sampah dan waktu terakhir pembersihan yang bervariasi, yang dimana hal ini menjadi penentu tindakan apa yang sebaiknya diambil oleh petugas tempat sampah.

Dari nilai yang bervariasi tersebut akan dijadikan 2 buah variabel *fuzzy* diantaranya:

1) *Waktu Terakhir Pembersihan (WTP)*: yaitu data yang dihasilkan oleh timestamp yang dirancang di NodeMCU.

2) *Muatan Sampah (MS)*: yaitu data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonic HC-SR04.

Untuk proses data dari 2 variabel tersebut digunakan transformasi dari suatu input ke suatu output alam domain fuzzy[7]. Pada variabel muatan sampah digunakan skala 0% - 100%, karena jika di menggunakan ke satuan sentimeter (cm) maka akan membingungkan petugas tempat sampah dikarenakan ukuran tempat sampah yang berbeda. Untuk mengkonversi satuan cm ke skala 0%-100% didapat dengan rumus (1) berikut ini.

$$MS = \frac{t}{100} \quad (1)$$

Dimana:

- MS : Skala nilai muatan sampah per 1 cm.
- t : Tinggi tempat sampah dalam cm

TABEL I
TRANSFORMASI DATA FUZZY

| Rules | Variabel Fuzzy | | |
|-------|----------------------------|---------------|--------------------------|
| | Waktu Terakhir Pembersihan | Muatan Sampah | Status |
| R1 | 6 – 12 jam lalu | 0% - 25% | Sangat Baik |
| R2 | | 26% - 60% | Normal |
| R3 | | 61% - 80% | Butuh Dibersihkan |
| R4 | | 81% - 100% | Sangat Butuh Dibersihkan |
| R5 | 12 – 18 jam lalu | 0% - 25% | Normal |
| R6 | | 26% - 60% | Butuh Dibersihkan |
| R7 | | 61% - 80% | Sangat Butuh Dibersihkan |
| R8 | | 81% - 100% | Sangat Butuh Dibersihkan |
| R9 | 18 jam keatas | 0% - 25% | Butuh Dibersihkan |
| R10 | | 26% - 60% | Sangat Butuh Dibersihkan |
| R11 | | 61% - 80% | Sangat Butuh Dibersihkan |
| R12 | | 81% - 100% | Sangat Butuh Dibersihkan |

Dari parameter yang dipaparkan pada Tabel I. aturan yang digunakan untuk menentukan tindakan yang di ambil oleh petugas sampah antara lain:

[R1] IF WTP 6 – 12 Jam AND MS 0% – 25% THEN Sangat Baik

[R2] IF WTP 6 – 12 Jam AND MS 26% – 60% THEN Normal

[R3] IF WTP 6 – 12 Jam AND MS 61% – 80% THEN Butuh Dibersihkan

[R4] IF WTP 6 – 12 Jam AND MS 80% – 100% THEN Sangat Butuh Dibersihkan

[R5] IF WTP 12 – 18 Jam AND MS 0% – 25% THEN Normal

[R6] IF WTP 12 – 18 Jam AND MS 26% – 60% THEN Butuh Dibersihkan

[R7] IF WTP 12 – 18 Jam AND MS 61% – 80% THEN Sangat Butuh Dibersihkan

[R8] IF WTP 12 – 18 Jam AND MS 80% – 100% THEN Sangat Butuh Dibersihkan

[R9] IF WTP 18 Jam Keatas AND MS 0% – 25% THEN Butuh Dibersihkan

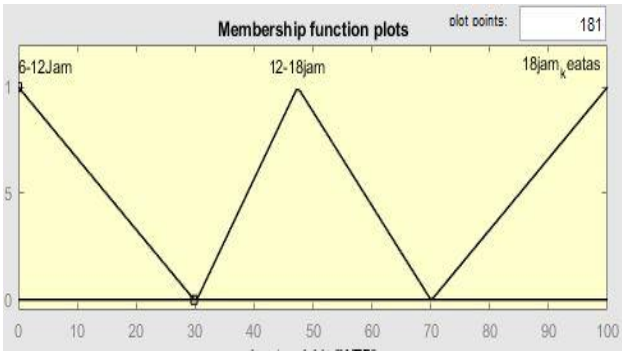
[R10] IF WTP 18 Jam Keatas AND MS 26% – 60% THEN Sangat Butuh Dibersihkan

[R11] IF WTP 18 Jam Keatas AND MS 61% – 80% THEN Sangat Butuh Dibersihkan

[R12] IF WTP 18 Jam Keatas AND MS 80% – 100% THEN Sangat Butuh Dibersihkan

Berdasarkan parameter dari Tabel 1 yang sudah dipaparkan, maka didapat juga diagram *fuzzy logic* diantaranya:

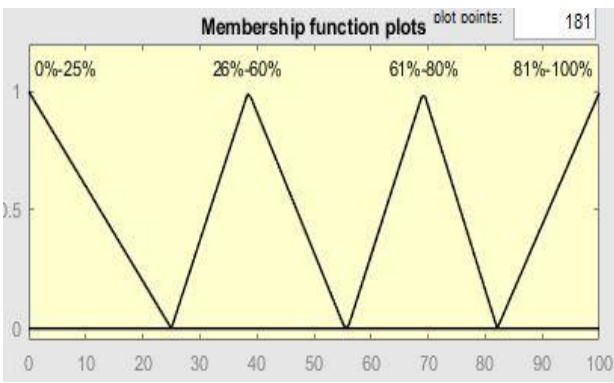
1) Diagram *Fuzzy Logic* Waktu Terakhir Pembersihan (Input)



Gambar 1 Diagram Fuzzy Logic Waktu Terakhir Pembersihan(Input)

Untuk variabel WTP pada Gambar 1 terbagi dari 3 himpunan, yaitu 6 hingga 12 jam, 12 hingga 8 jam, dan 18 jam keatas. Ketiga himpunan ini berdasarkan waktu dalam 1 hari.

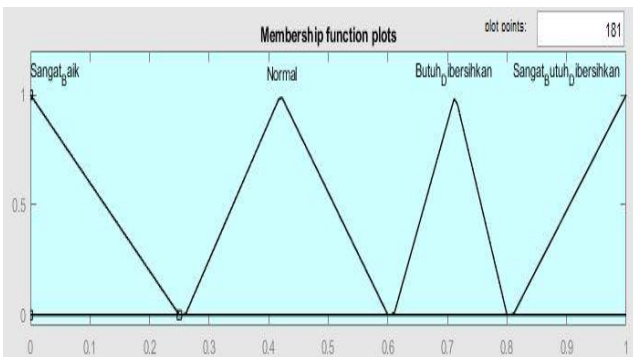
2) Diagram Fuzzy Logic Muatan Sampah (Input)



Gambar 2 Diagram Fuzzy Logic Muatan Sampah (Input)

Untuk variabel MS pada Gambar 2 terbagi dari 4 himpunan, yaitu 0% hingga 25%, 26% hingga 60%, 61% hingga 80%, 81% hingga 100%. Keempat himpunan ini berdasarkan muatan sampah yang ada di dalam tempat sampah. Bentuk bilangan persentase digunakan untuk memudahkan pengguna aplikasi dalam membaca muatan sampah yang ada di tempat sampah.

3) Diagram Fuzzy Logic Status (Output)

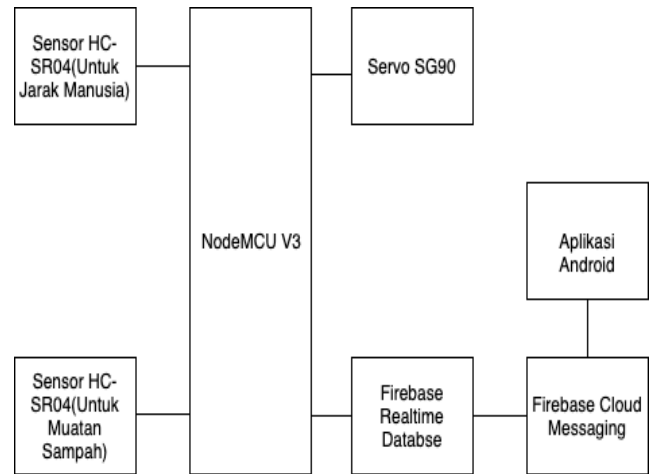


Gambar 3 Diagram Fuzzy Logic Status (Output)

Untuk variabel MS pada Gambar 3 terbagi dari 4 himpunan, yaitu Sangat Baik, Normal, Butuh Dibersihkan, Sangat Butuh Di Bersihkan. Keempat himpunan ini merupakan tindakan yang dilakukan oleh petugas pembersih sampah. Dari Keempat himpunan pada Gambar 3, variable yang dikirim ke Firebase Cloud Messaging (FCM) hanya variabel Butuh Dibersihkan dan Sangat Butuh Dibersihkan, dikarenakan 2 variabel tersebut yang membutuhkan tindakan oleh petugas sampat setempat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

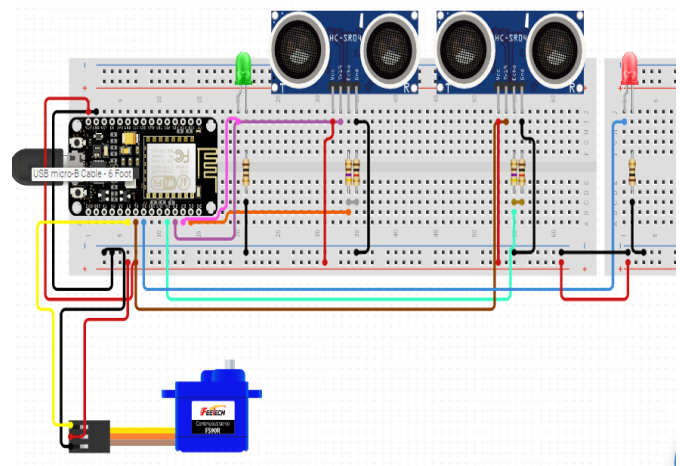
A. Perancangan Sistem



Gambar 4 Diagram Sistem

Pada Gambar 4 menjelaskan desain dari rancangan sistem. Inputan yang didapat dari sensor HC-SR04 untuk muatan sampah akan dikelola oleh NodeMCU. Hasil pemrosesan data akan dikirim secara realtime ke Firebase Realtime Database dan aplikasi Android dapat mengakses data yang ada di database secara *real-time*. Setelah NodeMCU berhasil mengirim data ke Firebase Realtime Database, pemrosesan data tersebut akan kembali dikelola oleh Firebase Cloud Messaging (FCM) untuk penentu notifikasi apa yang akan dikirim ke aplikasi Android. Sedangkan HC-SR04 untuk jarak manusia di proses NodeMCU untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Proses pembukaan tutup tempat sampah dilakukan oleh Servo SG90.

B. Perancangan Hardware



Gambar 5 Skema Rangkaian Tempat Sampah

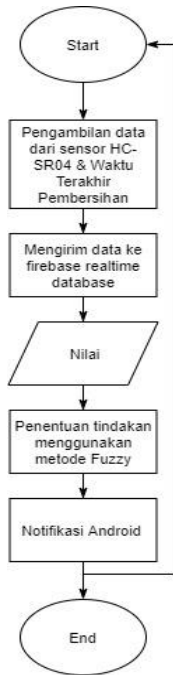
Rangkaian pada Gambar 5 terdiri dari:

- 2 unit Sensor HC-SR04
- 1 unit NodeMCU 2
- 1 unit Led
- 1 unit Servo SG90
- 18 unit Kabel Jumper

Pada tahap ini dilakukan perancangan tempat sampah pintar berupa layout berdasarkan komponen yang sudah di rangkai pada Gambar 5 [8].

C. Perancangan Software

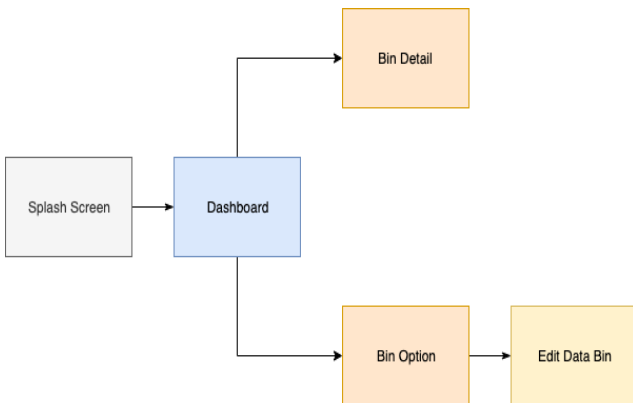
Berbeda dari penelitian dengan judul “Sistem Informasi Tempat Sampah Dengan Monitoring Berbasis Web Dan Whatsapp Berbantuan Arduino Mega 2560” yang masih menggunakan aplikasi pihak ketiga Whatsapp. Pada penelitian ini dibuatlah aplikasi khusus yang dapat mendukung proses pemantauan tempat sampah.



Gambar 6 Flowchart Sistem

Pada Gambar 6 dijelaskan sistem *monitoring* tempat sampah secara *real-time* [9]. Tahap pertama sistem akan membaca data dari sensor HC-SR04 dan waktu terakhir pembersihan yang didapat dari timestamp yang di buat pada mikrokonroller. Setelah data diterima, data akan dikirim dan di simpan di Firebase Realtime Database. Dari Firebase Realtime Database, aplikasi Android akan menampilkan muatan terkini dari tempat sampah terkait. Disisi lain, data yang diterima juga di proses dengan Firebase Cloud Messaging sehingga aplikasi Android akan menerima notifikasi apabila tempat sampah membutuhkan tindakan pembersihan [10].

D. User Flow dan Design Tampilan Aplikasi



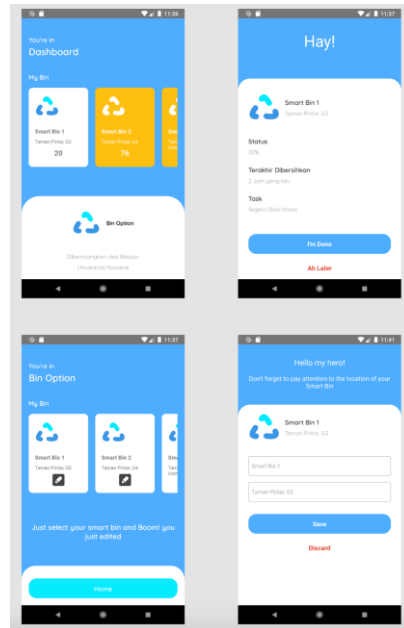
Gambar 7 User Flow Aplikasi Monitoring Tempat Sampah

Pada Gambar 7 adalah alur dan kumpulan fitur pada aplikasi Android yang pengguna aplikasi dapat lakukan mulai dari

halaman *splash screen*, *dashboard*, *bin detail* dan *bin option* [11]. User flow pada Gambar 7 mempunyai peran masing – masing, yaitu:

- *Splash Screen*: merupakan tampilan awal yang berfungsi untuk pengantar pengguna ke halaman dashboard.
- *Dashboard*: berisikan tentang rangkuman dari pemantauan tempat sampah yang mencakup: status tempat sampah, lokasi tempat sampah, indikator warna tempat sampah dan penamaan tempat sampah.
- *Bin Detail*: *Bin Detail* merupakan halaman informasi yang berisikan informasi lengkap tentang tempat sampah yang di pantau dan mencakup informasi seperti: nama tempat sampah, lokasi tempat sampah, waktu terakhir dibersihkan, tugas yang harus diselesaikan, dan tombol aksi untuk menyelesaikan tugas tersebut.
- *Bin Option*: Berisikan tentang pengaturan yang dapat mengubah nama tempat sampah dan lokasi tempat sampah.

Pada Gambar 8 merupakan implementasi *Graphical User Interface* dari Gambar 7.



Gambar 8 Design Tampilan Aplikasi Android

GUI pada aplikasi *monitoring* yang peneliti usulkan dibuat dengan tampilan yang menarik dan mudah di mengerti petugas sampah sehingga petugas tempat sampah akan dapat dengan mudah menggunakan aplikasi ini.

E. Pengujian Jangkauan Jarak Sensor Ultrasonic HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 dimulai dengan jarak maksimal dan minimal yang dapat di jangkau sensor tersebut. Pada Tabel II pengukuran jarak maksimal dan minimal sensor dilakukan sebanyak 10 kali, dan 1 kali pengujian dilakukan secara 30 detik kemudian rata rata jarak per satu kali pengujian di hitung dengan menggunakan rumus pada rumus (2) berikut ini.

$$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (2)$$

Dimana:

- x : Nilai rata – rata
- x_1 : Nilai uji pertama

- x_n : Nilai uji terakhir
- n : Semua variable pengujian

TABEL II
PENGUJIAN JARAK SENSOR ULTRASONIC HC-SR04

| No | Rata-rata Jarak Minimal (cm) | Rata-rata Jarak Maksimal (cm) |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0 | 143 |
| 2 | 0 | 146 |
| 3 | 0 | 139 |
| 4 | 0 | 140 |
| 5 | 0 | 145 |
| 6 | 0 | 145 |
| 7 | 0 | 142 |
| 8 | 0 | 144 |
| 9 | 0 | 145 |
| 10 | 0 | 145 |
| Rata – Rata jarak (cm) | 0 | 143 |

Pada Tabel II didapatkan nilai rata – rata jarak minimal terkecil adalah 0 cm dan nilai rata – rata jarak maksimal terbesar adalah 143 cm. Pada penelitian “Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Arduino” jarak minimal yang dihasilkan adalah tidak kurang dari 3,5 cm dan apabila jarak sensor yang dihasilkan kurang dari 3,5 cm maka sensor tidak dapat membaca objek yang berada di depan sensor tersebut [2].

Jarak minimal 0 cm dari pengujian peneliti didapat dari penggunaan *library* Arduino NewPing. *Library* ini pada pengujian Tabel II berhasil mendapatkan nilai 0 cm.

F. Pengujian Tempat Sampah Pintar

TABEL III
PENGUJIAN JARAK SENSOR ULTRASONIC HC-SR04

| No | Jarak Obyek (cm) | Hasil |
|----|------------------|---------------------|
| 1 | 0 | Tutup Terbuka |
| 2 | 1 | Tutup Terbuka |
| 3 | 2 | Tutup Terbuka |
| 4 | 3 | Tutup Terbuka |
| 5 | 4 | Tutup Terbuka |
| 6 | 5 | Tutup Terbuka |
| 7 | 6 | Tutup Terbuka |
| 8 | 7 | Tutup Terbuka |
| 9 | 8 | Tutup Terbuka |
| 10 | 9 | Tutup Terbuka |
| 11 | 10 | Tutup Terbuka |
| 12 | 11 | Tutup Tidak Terbuka |
| 13 | 12 | Tutup Tidak Terbuka |
| 14 | 13 | Tutup Tidak Terbuka |

Tempat sampah pintar yang dibuat pada penelitian ini dirancang untuk mendeteksi objek apabila objek tersebut dalam area 0 – 10 cm dari tempat sampah itu berada. Pada Tabel III dapat dilihat respon yang dilakukan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dalam jarak objek dan tempat sampah. Untuk jarak antara 0 cm sampai 10 cm maka tutup tempat sampah akan terbuka dan apabila jarak antara objek dengan tempat sampah sudah melebihi 10 cm maka tutup tempat sampah akan diam dan tidak akan terbuka. Akan tetapi, apabila muatan sampah sudah penuh maka tutup tempat sampah akan tetap diam dan tidak terbuka walaupun jarak objek berada di antara 0 cm – 10 cm, sampai tempat sampah tersebut dibersihkan.

G. Pengujian Sistem

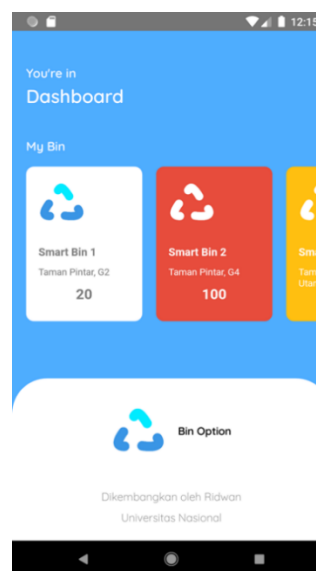
Pada pengujian sistem, di fokuskan pada pengiriman notifikasi dari Firebase Cloud Messaging (FCM) ke aplikasi Android. Dari pengujian yang dijabarkan pada Tabel IV, didapat waktu rata – rata aplikasi Android menerima notifikasi dari FCM.

TABEL IV
PENGUJIAN NOTIFIKASI TEMPAT SAMPAH PINTAR

| No | Bin Status | Waktu Aplikasi Android Menerima Notifikasi |
|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 1 | Butuh Dibersihkan | 0,5 detik |
| 2 | Butuh Dibersihkan | 0,6 detik |
| 3 | Butuh Dibersihkan | 0,5 detik |
| 4 | Butuh Dibersihkan | 0,5 detik |
| 5 | Butuh Dibersihkan | 0,5 detik |
| 6 | Sangat Butuh Dibersihkan | 0,4 detik |
| 7 | Sangat Butuh Dibersihkan | 0,6 detik |
| 8 | Sangat Butuh Dibersihkan | 0,8 detik |
| 9 | Sangat Butuh Dibersihkan | 0,6 detik |
| 10 | Sangat Butuh Dibersihkan | 0,6 detik |
| Rata – Rata Waktu Notifikasi Diterima | | 0,6 detik |

Notifikasi yang dikirim dari FCM merupakan output tiga variabel algoritma *fuzzy logic* yang digunakan untuk penentuan tindakan pembersihan sampah dan tingkat ketepatan pengiriman bin status setelah di proses dengan algoritma *fuzzy logic* sebesar 100%.

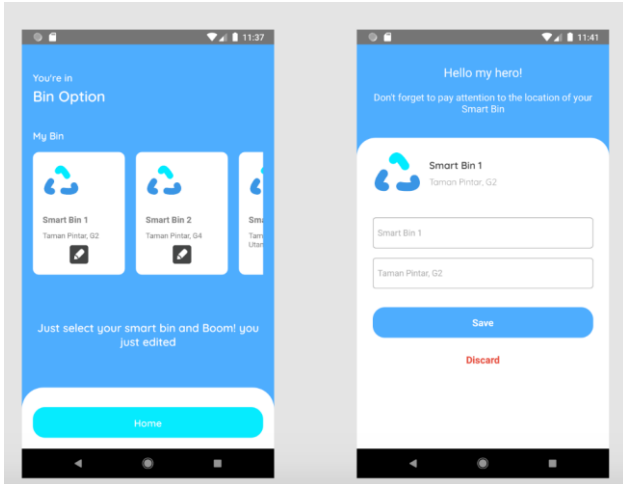
H. Pengujian Aplikasi Android



Gambar 9 Tampilan Awal Aplikasi Android

Pengujian aplikasi android difokuskan pada pengambilan data dari Firebase Realtime Database dan yang di proses menggunakan algoritma *fuzzy logic*, sehingga dapat menentukan indikator apa yang harus di tampilan pada *User Interface* aplikasi Android dan notifikasi apa yang nantinya akan di terima. Pada Gambar 9 merupakan tampilan utama *User Interface* aplikasi Android yang menampilkan indikator yang dibuat dalam bentuk *widget* warna, sesuai dengan muatan sampah yang sedang dipantau.

Widget yang berwarna merah dan berindikator 100% menandakan tempat sampah yang memiliki tindakan sangat segera dibersihkan, background widget berwarna kuning dengan indikator mulai dari 61 – 80% menandakan tempat sampah yang memiliki tindakan segera dibersihkan dan *background widget* yang berwarna putih dengan indikator 20% menandakan tempat sampah masih dalam kondisi normal dan belum ada tindakan.



Gambar 10 Tampilan Bin Option

Pengujian dalam merubah data tempat sampah yang dipantau berhasil dilakukan dan data yang berubah terbaharui secara *real-time*. Hal ini dikarenakan penyimpanan data tempat sampah juga disimpan di Firebase Realtime Database.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kesimpulan pembahasan Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Realtime Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis IOT, penggunaan sistem yang sudah berbasis Android dalam pemantauan muatan tempat sampah akan sangat membantu petugas kebersihan dalam mengerjakan dan menyelesaikan pekerjaan mereka, dikarenakan sistem pemantauan muatan sampah secara realtime dan penerimaan notifikasi berupa tindakan apa yang harus dilakukan.

Selain itu ketepatan algoritma *fuzzy logic* dalam penentuan tindakan pembersihan tempat sampah sebesar 100%, sehingga tindakan yang diharapkan sesuai dengan sistem.

Dari tempat sampah pintar yang dibuat akurasi dari sensor ultrasonic HC-SR04 memiliki batas maksimal jangkauan sensor yaitu dengan rata – rata maksimal jangkauan sebesar 143 cm dan rata – rata jangkauan minimal sebesar 0 cm.

Waktu rata – rata penerimaan notifikasi dari Firebase Cloud Messaging adalah 0,6 detik, dari pengujian yang dilakukan semua tingkat keberhasilan pengiriman sebesar 100%.

Namun pada pembuatan tempat sampah pintar memerlukan daya listrik yang berasal dari listrik pln jadi apabila listrik pln padam maka tempat sampah pintar tidak dapat memberikan data ke aplikasi Android dan rencana pengembangan yang dapat dibuat yaitu menggunakan daya listrik matahari.

Implikasi dari penelitian ini adalah mengupayakan petugas sampah dalam memaksimalkan pembersihan tempat sampah secara sigap dan mengurangi penumpukan tempat sampah yang terjadi.

REFERENSI

- [1] Faizal R Arief, "Sampah di Kota Malang Terus Bertambah." [Online]. Available: <https://www.timesindonesia.co.id/read/news/243679/sampah-di-kota-malang-terus-bertambah>. [Accessed: 19-Dec-2019].
- [2] David, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Arduino," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 62–68, 2019.
- [3] R. Antoni, M. Sarwoko, M. Sc, and U. Sunarya, "ANALISIS DAN IMPLEMENTASI SISTEM SENSOR PADA TEMPAT SAMPAH OTOMATIS DENGAN METODE FUZZY BERBASIS MIKROKONTROLLER ANALYSIS," *J. e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 3, 2015.
- [4] A. G. P. Novilla, A. A. N. Balute, and D. B. Gonzales, "The Use of Fuzzy Logic for Online Monitoring of Manufacturing Machine: An Intelligent System," *Circ. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 11, pp. 31–39, 2017.
- [5] A. N. Jati, U. A. Ahmad, F. T. Elektro, U. Telkom, S. Ultrasonik, and L. B. Station, "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Untuk Pelaporan Sampah Berbasis Teknologi Embedded," *J. e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 666–673, 2016.
- [6] M. Syaifuldin, F. Rofii, and A. Qustoniah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireles Sensor Network (Wsn)," *Transmisi*, vol. 20, no. 4, p. 158, 2019.
- [7] S. P, S. D.N, and P. B, "Temperature Control using Fuzzy Logic," *Int. J. Instrum. Control Syst.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [8] E. Suandi and A. H. Hendrawan, "SISTEM INFORMASI TEMPAT SAMPAH DENGAN MONITORING BERBASIS WEB DAN WHATSAPP BERBANTUAN ARDUINO MEGA 2560," *SEMNATI*, pp. 217–223, 2018.
- [9] D. Sasmoko and Y. A. Wicaksono, "Implementasi Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Monitoring Infus Menggunakan ESP 8266 Dan web Untuk Berbagi Data," *J. Ilm. informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 90–98, 2017.
- [10] F. Ugm, "Deteksi dan Monitoring Polusi Udara Berbasis Array Sensor Gas," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 3, no. 2, pp. 147–156, 2013.
- [11] N. M. Ibrahim, H. A. Widodo, E. Setiawan, J. Teknik, and K. Kapal, "Prototipe Sistem Kontrol dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Pemantauan Sumber Air Berbasis IOT (Internet Of Thing) serta Pendeteksi Kebocoran pada Pipa," *Pros. Semin. Nas. MASTER*, vol. 1509, pp. 211–216, 2018.