

## Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Menggunakan Metode Haversine Formula

Isnawaty<sup>1\*</sup>, Subardin<sup>2</sup>, Lan Lan Normawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Halu Oleo, Indonesia

<sup>1</sup>[isnawaty@uho.ac.id](mailto:isnawaty@uho.ac.id), <sup>2</sup>[subardin@uho.ac.id](mailto:subardin@uho.ac.id), <sup>3</sup>[lanlanormawan1@email.com](mailto:lanlanormawan1@email.com)



### Histori Artikel:

Diajukan: Oktober 2022

Disetujui: Oktober 2022

Dipublikasi: Oktober 2022

### Kata Kunci:

Tempat Sampah; Wemos;

Monitoring; Sensor

Ultrasonik; Haversine

Formula

### Digital Transformation

*Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).*

### Abstrak

Sampah merupakan problem serius dalam isu lingkungan hidup. Di Kota Kendari sendiri permasalahan mengenai pengelolaan sampah masih menjadi permasalahan yang terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Banyaknya masyarakat kota Kendari yang tidak sebanding dengan jumlah petugas kebersihan menyebabkan terjadinya penumpukan sampah ditempat sampah yang melebihi kapasitasnya dikarenakan adanya keterlambatan petugas sampah dalam mengangkut sampah. Akibatnya sampah yang menumpuk berhamburan dan mengenai bahu jalan sehingga tempat tersebut terlihat kumuh. Oleh karena itu, petugas kebersihan membutuhkan sistem yang dapat meningkatkan kinerja mereka. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem monitoring tempat sampah berbasis wireless sensor network yang menerapkan internet of things. Dalam penerapannya, sistem ini menggunakan sensor HCSR04 untuk mengetahui kapasitas tempat sampah melalui jarak sampah dari sensornya, wemos d1 mini sebagai media pemrosesan dan pengiriman data, dan metode haversine untuk menentukan jarak dan memberikan rekomendasi tempat sampah mana yang akan terlebih dahulu dituju sehingga dapat memudahkan petugas. Hasil yang diperoleh yaitu tempat sampah penuh dan akan mengirimkan notifikasi ketika jarak sensor yang terdeteksi  $\leq 10$  cm, sedang 11-23 cm dan akan kosong bila jarak yang terdeteksi 24-26 cm. dari hasil pengujian rata-rata galat yang didapatkan yaitu 0,27% dan tingkat akurasi sebesar 99,73%. Sistem ini berbasis android sehingga memudahkan petugas kebersihan dalam memonitoring kondisi tempat sampah.

## PENDAHULUAN

Kebersihan lingkungan mempunyai peranan penting dan tak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Menjaga kebersihan lingkungan sama artinya menciptakan lingkungan yang sehat, bebas dari kotoran, seperti debu, sampah dan bau yang tidak sedap. Dengan lingkungan yang sehat, kita tidak akan mudah terserang berbagai penyakit seperti demam berdarah, malaria, muntaber dan lainnya. Tidak hanya dibidang kesehatan, keberhasilan lingkungan juga sangat berpengaruh terhadap kenyamanan, keindahan dan keasrian lingkungan. Sampah merupakan problem serius dalam isu lingkungan hidup. Setiap hari manusia menghasilkan sampah, baik itu sampah rumah tangga maupun sampah industri yang bermacam-macam bentuk dan jenisnya. Sampah akan menjadi masalah karena akan mengganggu kesehatan manusia, menimbulkan bau busuk dan polusi udara (Wuryanto dkk., 2019).

Di Kota Kendari sendiri permasalahan mengenai pengelolaan sampah masih menjadi permasalahan yang terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Pengelolaan sampah yang ada tentunya tidak sama walaupun sudah adanya aturan yang ditetapkan oleh pemerintah. Kurangnya kesadaran serta keterbatasan sumber daya manusia dalam pengelolaan sampah dan tidak adanya tempat pembuangan sampah yang tersedia membuat permasalahan ini menjadi sangat berdampak terhadap lingkungan dan masyarakat. Pemerintah Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara mengakui masih banyak sampah disejumlah titik dikawasan kota yang belum ditangani secara optimal. Wali Kota Kendari, Sulkarnain Kadir menjelaskan bahwa menurunnya pengelolaan sampah di Kota Kendari bukan karena kinerja petugas sampah ataupun Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) yang menurun kinerjanya, tapi karena masyarakat yang dilayani begitu banyak (Aminah, 2019).

Dengan memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* yaitu suatu konsep yang menghubungkan semua perangkat ke jaringan internet dan memungkinkan masing-masing perangkat IoT tersebut dapat berkomunikasi dengan perangkat IoT lainnya melalui internet. Peneliti berencana mengembangkan tempat sampah yang dapat memudahkan petugas kebersihan dalam memantau kondisi tempat sampah tersebut dan mengetahui lokasi tempat sampah terdekat yang perlu segera dibersihkan melalui *handphone*.

## STUDI LITERATUR

### Internet of Things

*Internet of Thing* (IoT) adalah konsep yang menghubungkan semua perangkat ke jaringan internet dan memungkinkan masing-masing perangkat IoT tersebut dapat berkomunikasi dengan perangkat IoT lainnya melalui internet. IoT merupakan sebuah jaringan raksasa dari perangkat elektronik yang terhubung semua yang mengumpulkan dan membagikan data tentang bagaimana suatu perangkat tersebut digunakan dan lingkungan dimana perangkat tersebut dioperasikan

### Monitoring

*Monitoring* adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan atau program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program atau kegiatan itu selanjutnya. *Monitoring* dilaksanakan dengan maksud agar proyek atau program dapat mencapai tujuan secara efektif dan efisien dengan menyediakan umpan balik bagi pengelola. *Monitoring* akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan berulang dari waktu ke waktu. Pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu yaitu untuk memeriksa proses suatu objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan (Malik, 2005).

### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan perangkat yang pintar karena dapat membaca, menerjemahkan dan melaksanakan instruksi-instruksi yang diberikan padanya, termasuk melakukan operasi aritmatika dan logika (Dharmawan, 2017). Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi. Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* adalah sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu (Destiarini & Kumara, 2019).

### Haversine Formula

Metode *Harversain* merupakan sebuah cara yang digunakan untuk menghitung jarak antara titik permukaan bumi dengan menggunakan garis lintang (*longitude*) dan garis bujur (*lattitude*) sebagai variabel inputan. *Haversine* formula adalah sebuah persamaan penting pada navigasi yang dapat memberikan jarak lingkaran besar antara dua titik pada permukaan bumi atau benda bulat berdasarkan bujur dan lintang (Nichat, 2013).

Dengan mengamsusikan bahwa bumi berbentuk sebuah lingkaran atau bulat sempurna dengan jari-jari R 6.367, 45 km dan lokasi dari 2 titik dikoordinat bola (lintang dan bujur) masing-masing dengan lon1, lat1 dan lon2, lat2 maka rumus dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta lat = lat1 - lat2 \quad (1)$$

$$\Delta long = long1 - long2$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right)$$

$$d = 2R \cdot \arcsin(\sqrt{a})$$

Dimana :  $\Delta long$  = Selisih *longitude* user dengan tempat sampah

$\Delta lat$  = Selisih *lattitude* user dengan tempat sampah

1 derajat = 0,0174532925

d = Jarak

R = Radius bumi = 6371 km

lon1 = *longitude* user

lon2 = *longitude* tempat sampah

lat1 = *latitude* user

lat2 = *latitude* tempat sampah

### Wemos

Wemos D1 Mini adalah mikrokontroler berbasis pengembangan modul ESP8266 yang dapat terhubung ke perangkat mikrokontroler lain seperti arduino menggunakan internet melalui *Wi-Fi*. Keuntungan dari Wemos D1 Mini adalah perangkat ini dapat berdiri sendiri memproses setiap kode yang masuk tanpa menggunakan arduino sebagai mikrokontrolernya karena wemos D1 mini memiliki modul bundling *Wi-Fi* (Suryono, Prabowo, and Mu, 2020).

## METODE

Metode yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak ini adalah proses *Rational Unified Proses* (RUP). Adapun proses dari metode/model RUP ini meliputi:

### 1. Inception (Permulaan)

Pada fase ini dilakukan proses pengidentifikasian sistem, dilakukan dengan menganalisis kebutuhan sistem, melakukan kajian terhadap penelitian yang terkait dengan alat monitoring tempat sampah rumah tangga.

### 2. Elaboration (Perluasan atau perencanaan)

Setelah menentukan ruang lingkup penelitian, selanjutnya pada fase ini akan dilakukan perancangan dan analisis sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

### 3. Construction (Konstruksi)

Proses yang dilakukan pada fase ini adalah mengimplementasikan kode sesuai perancangan yang telah dilakukan sebelumnya sehingga menjadi sistem yang dapat digunakan.

### 4. Transition (Transisi)

Pada fase ini akan dilakukan pengujian dan perpindahan pada sistem yang telah dibangun.

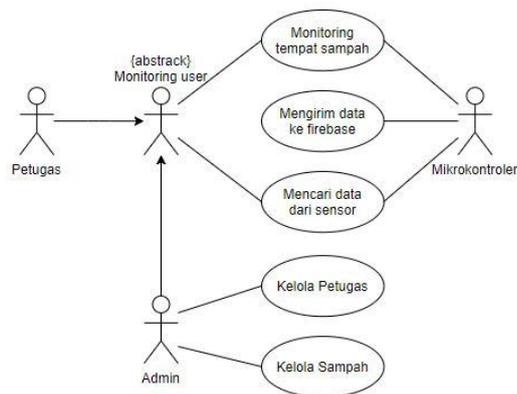
## HASIL

### Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan analisis sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) serta perancangan alat monitoring tempat sampah rumah tangga.

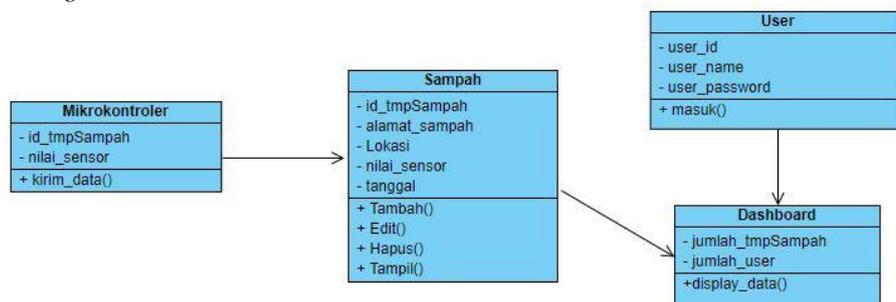
#### a. Perancangan UML

##### 1) Use Case Diagram



Gambar 1 Use Case Diagram

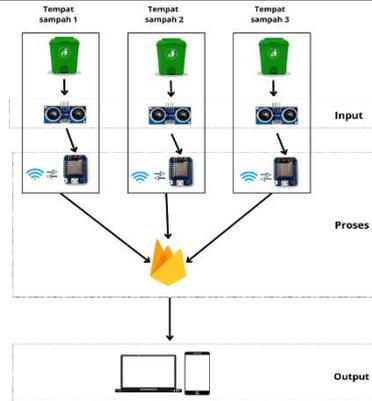
##### 2) Class Diagram



Gambar 2 Class Diagram

#### b. Blok Diagram

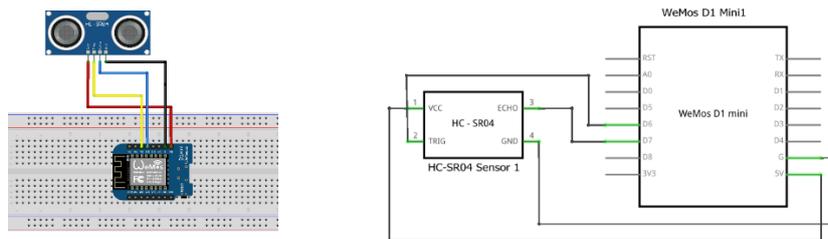
Pada gambar 3 terdapat 3 tempat sampah yang masing-masing tempat sampahnya terdiri dari sensor ultrasonik sebagai inputan dan wemos yang dilengkapi modul *wifi* pada boardnya. Ketika arus listrik dihubungkan pada mikrokontroler maka sensor ultrasonik HCSR04 pada tiap-tiap tempat sampah akan aktif dan sensor ultrasonik HCSR04 akan mendeteksi jarak sampah yang berada dalam tempat sampah. Data yang diperoleh akan menuju mikrokontroler dan disimpan ke firebase kemudian dikirim ke HP *android* sehingga petugas dapat mengetahui kondisi tempat sampah



Gambar 3 Blok Diagram

c. Perancangan Elektronik

Skematik dari *prototype monitoring* tempat sampah rumah tangga berbasis *wireless sensor network* terdiri dari dua yaitu input dan *processor*. Bagian input terdiri dari sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mengukur ketinggian sampah. Sedangkan *processor* yaitu menggunakan wemos D1 mini untuk mengolah data-data yang ada sebagai pengontrol sistem. Pin VCC pada sensor ultasonik dihubungkan dengan pin 5V pada wemos. Pin *trig* dihubungkan dengan pin D6, pin *echo* dihubungkan dengan pin D7 dan pin GND dihubungkan dengan pin G. Perancangan elektronik dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Skematik alat dan skematik elektronik

d. Perancangan Alat

Pada gambar 5 Menampilkan struktur yang ada pada alat *monitoring* volume tempat sampah yang terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi untuk mengetahui jarak sampah yang berada dalam kotak sampah. Wemos berfungsi untuk mengolah data yang dikirim oleh sensor ultrasonik.



Gambar 5 Rancangan alat

Implementasi Sistem

Proses yang dilakukan pada fase ini adalah mengimplementasikan kode sesuai perancangan yang telah dilakukan sebelumnya sehingga menjadi sistem yang dapat digunakan. Implementasi merupakan tahapan penerapan kode program yang dilakukan untuk membuat aplikasi berdasarkan rancangan dan desain sistem. Tahap ini menjelaskan mengenai data yang digunakan pada sistem, implementasi *interface*, implementasi

*hardware*, implementasi *software* dan pengujian sistem.

Tempat sampah yang digunakan terdiri dari tiga buah tempat sampah dengan ukuran yang sama yaitu diameter 280 mm, tinggi 315 mm, dan terdapat pedal injak pembuka tutup sampah

a. Implementasi alat

Pada tahap ini semua komponen disambungkan sesuai dengan sistem yang dibuat agar alat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 6 Implementasi Alat Keseluruhan

b. Implementasi interface

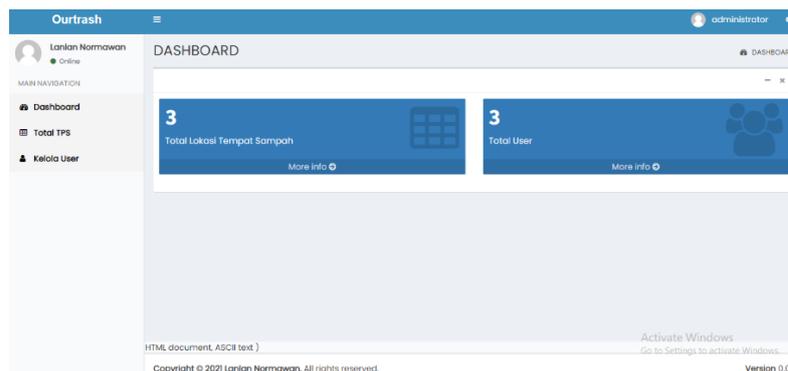
1) Implementasi berbasis web

Pada gambar 7 merupakan tampilan halaman login dimana admin memasukkan *username* dan *password* terlebih dahulu agar dapat mengakses sistem.



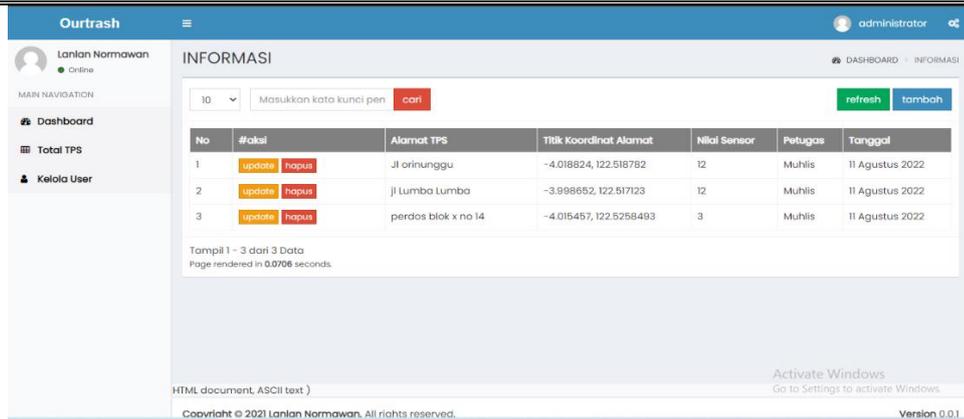
Gambar 7 Tampilan login web

Pada gambar 8 merupakan halaman pertama yang akan ditampilkan ketika admin berhasil *login* kedalam sistem. Halaman ini berisi tentang jumlah tempat sampah yang tersedia dan jumlah petugas (*user*).



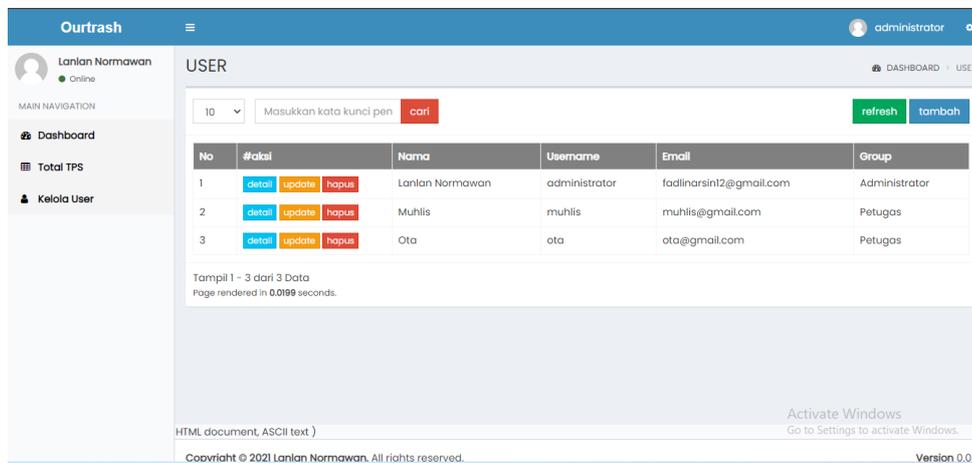
Gambar 8 Halaman dashboard

Pada gambar 9 merupakan halaman yang menampilkan jumlah tempat sampah yang tersedia. Pada halaman ini admin dapat melakukan penambahan dan pengurangan jumlah tempat sampah.



Gambar 9 Halaman Total TPS

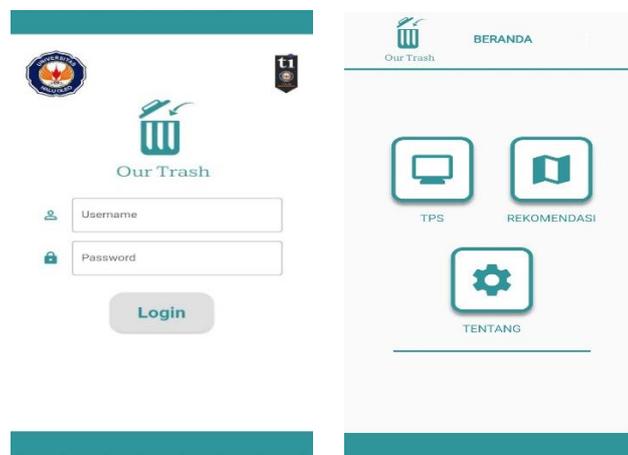
Pada gambar 10 menampilkan halaman yang ditujukan untuk mengelolah jumlah user. Admin dapat menambah dan mengurangi jumlah user.



Gambar 10 Halaman Kelola User

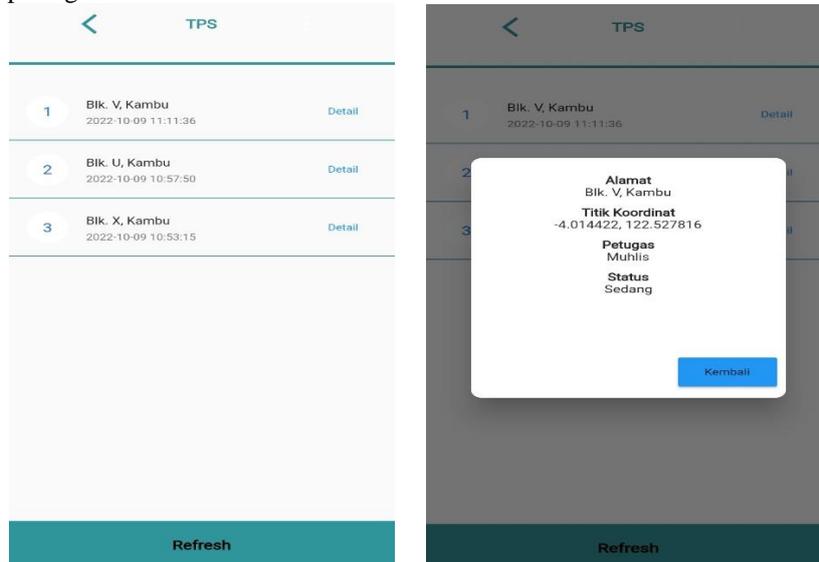
## 2) Implementasi berbasis android

Pada Gambar 1 merupakan halaman *Login* dimana petugas memasukkan *username* dan *password* terlebih dahulu untuk bisa masuk kedalam sistem. Setelah itu sistem akan menampilkan halaman beranda.



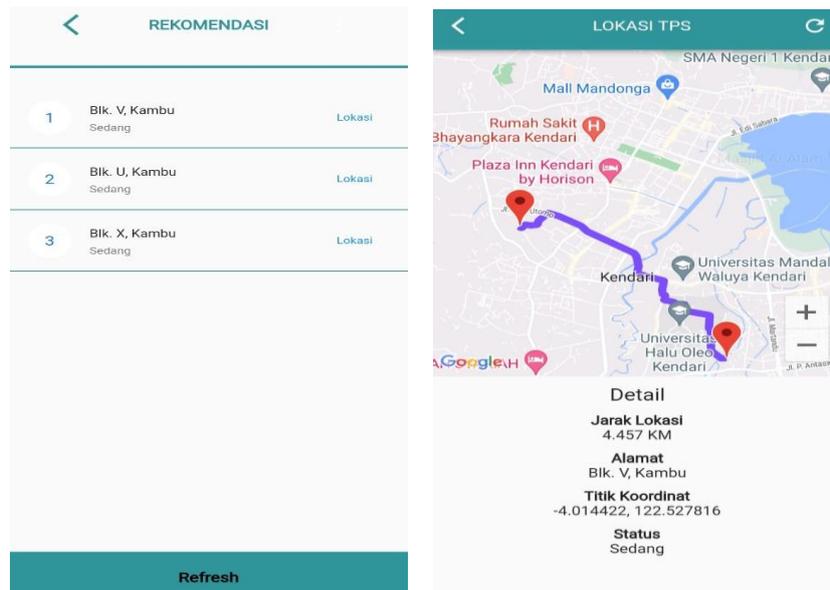
Gambar 11 Halaman login dan beranda

Pada saat user memilih menu *monitoring* dari beranda maka akan ditampilkan alamat alamat tempat sampah yang tersedia. Terdapat 3 tempat sampah yang beralamatkan di blok v, blok u, dan blok x. Halaman TPS dapat dilihat pada gambar 12.



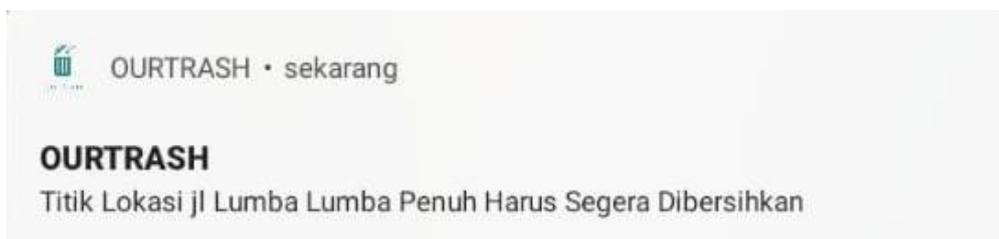
Gambar 12 Halaman TPS dan Detail TPS

Pada gambar 13 menampilkan rekomendasi tempat sampah yang lebih dulu dituju. ketika user memilih lokasi maka sistem akan menampilkan maps lokasi tempat sampah.



Gambar 13 Halaman Rekomendasi dan Lokasi Tempat Sampah

Pada gambar 14 *user* akan mendapatkan notifikasi secara *realtime* ketika kondisi tempat sampah dalam keadaan penuh tanpa harus masuk ke aplikasi.



Gambar 14 Notifikasi

## PEMBAHASAN

## Penerapan Metode Haversine Formula

Haversina formula digunakan untuk menentukan jarak dan memberikan rekomendasi tempat sampah mana yang dahulu akan dituju. Tempat sampah yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 3 buah yang memiliki titik lokasi yang berbeda-beda dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1  
Hasil Perhitungan Metode haversine

No	Lokasi User	Latitude User	Longitude User	Alamat Tempat Sampah	Latitude Tempat Sampah	Longitude Tempat Sampah	Jarak (Km)
1				Blk. X, Kambu	-4.016208	122.526653	4.320082
2	Jl Gersamata, Mataiwoi, Kec. Wua-Wua	-3.9879103	122.499967	Blk. U, Kambu	-4.015599	122.527825	4.36212
3				Blk. V, Kambu	-4.014422	122.527816	4.270031

Untuk mengetahui jarak tempat sampah diperlukan sebuah lokasi titik awal yang berfungsi sebagai acuan dan titik tujuan. Pada penelitian ini diujikan pada kondisi volume tempat sampah yang sama yaitu kondisi volume tempat sampah sedang. Proses perhitungan jarak user ke lokasi tempat sampah dengan metode haversine dihitung dengan menggunakan rumus 1.

1. Diasumsikan bahwa user (petugas sampah) berada di Jl Gersamata, Mataiwoi, Kec. Wua-Wua dengan titik *latitude* -3.9879103 dan titik *longitude* 122.499967.

2. Lokasi tempat sampah berada di Perdos Blok V, Kambu dengan titik *latitude* -4.014422 dan titik *longitude* 122.527816.

3. Merubah derajat keradian

a. Titik koordinat pertama (*user*/petugas sampah)

$$\text{Latitude 1} = -3.9879103 * 0.0174532925 \text{ radian} = -0.069602165 \text{ radian}$$

$$\text{Longitude 1} = 122.499967 * 0.0174532925 \text{ radian} = 2.138027758 \text{ radian}$$

b. Titik koordinat kedua (tempat sampah)

$$\text{Latitude 2} = -4.014422 * 0.0174532925 \text{ radian} = -0.070064881 \text{ radian}$$

$$\text{Longitude 2} = 122.527816 * 0.0174532925 \text{ radian} = 2.138513814 \text{ radian}$$

4. Mencari nilai a

$$a = \sin^2(\Delta\text{lat}/2) + \cos(\text{lat1}) \times \cos(\text{lat2}) \times \sin^2(\Delta\text{long}/2)$$

$$a = \sin^2((-0.069602165 - (-0.070064881))/2) + \cos(-0.069602165) \times \cos(-0.070064881) \times \sin^2((2.138027758 - 2.138513814)/2)$$

$$a = 5.35266E-08 + 0.997579 \times 0.997546 \times 5.90628E-08$$

$$a = 1.12302E-07$$

5. Mencari nilai d (jarak)

$$d = 2R \times \arcsin(\sqrt{a})$$

$$d = 2 \times 6371 \times \arcsin(\sqrt{1.12302E-07})$$

$$d = 4.270031$$

Dari perhitungan tersebut diketahui jarak user dengan titik tempat sampah berjarak 4.270031 km.

## Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik mempunyai prinsip kerja berdasarkan gelombang suara. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari transmitter ultrasonik. ketika sinyal mengenai benda atau objek penghalang, maka sinyal ini akan dipantulkan kembali dan diterima oleh rangkaian mikrokontroler yang selanjutnya akan diolah untuk menghitung jarak terhadap benda yang berada didepannya.

Pada pengujian ini akan dilakukan perbandingan secara hitungan teori dengan nilai aktual. Yaitu membandingkan pengujian secara manual dilakukan dengan menghitung jarak objek menggunakan pengaris biasa dengan nilai jarak yang dideteksi oleh sensor ultrasonik. Adapun pengujian keakuratan sensor ultrasonik dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2  
Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Pengukuran Manual (cm)	Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04 (cm)	Selisih (cm)	Galat (%)
1	8	8,0	0	0
2	10	9,8	0.2	2
3	12	12,2	0.2	1.66
4	15	14,7	0.3	2
5	18	18,0	0	0
6	19	19,1	0.1	0.52
7	22	22	0	0
8	24	23,9	0.1	0.41
<b>Rata-Rata</b>				0.27

Pada tabel 2 pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dalam 8 kali pengujian. Pengujian pada ini berhubungan dengan keakuratan sensor ultrasonik HCSR-04 dalam mengukur jarak. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan jarak sebenarnya yang diukur menggunakan mistar dengan pembacaan jarak pada sensor. Dari hasil pengujian rata-rata galat yang didapatkan yaitu 0,27% maka dapat diketahui tingkat akurasinya sebesar 99,73%.

Cara menghitung galat (*error*) yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara pengaris dengan sensor ultrasonik dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 error &= \frac{|Nilai\ Sensor - Nilai\ Penggaris|}{Nilai\ Penggaris} \times 100\% \quad (2) \\
 &= \frac{9,8 - 10}{10} \times 100\% \\
 &= 2\%
 \end{aligned}$$

### Pengujian Fungsionalitas Pendektasian Kapasitas Tempat Sampah

Pengujian sistem dilakukan pada alat dengan terfokus pada fungsi responsi sensor ultrasonic pembaca kapasitas tempat sampah serta bagaimana data kapasitas tempat sampah yang dibaca oleh sensor dapat dikirimkan menggunakan aplikasi "our trash". Hasil pengujian kapasitas tempat sampah ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3  
Pengujian Kapasitas Tempat Sampah

No	Kondisi (sampah)	Jarak	Status			Hasil Pengujian
			KS 1	KS 2	KS 3	
1	Tidak Ada	25-26	Kosong	Kosong	Kosong	Terdeteksi
2	Ada	12-24	Sedang	Sedang	Sedang	Terdeteksi
3	Ada	≤ 11	Penuh	Penuh	Penuh	Terdeteksi

### KESIMPULAN

Dalam penelitian "Penerapan *Internet of Things* (IoT) pada Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Menggunakan Metode Haversine Formula" dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembuatan sistem *monitoring* tempat sampah yang menerapkan *internet of things* berhasil dilakukan dengan berbagai tahapan mulai dari proses analisis perancangan gambar, perancangan sistem, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, proses perancangan arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak, proses perancangan arsitektur sistem, pembuatan *UML* perancangan elektronika sehingga menjadi suatu sistem yang utuh berupa alat *prototype* sistem *monitoring* tempat sampah rumah tangga yang berbasis web dan android.
2. Pada penelitian ini penyusun berhasil menerapkan metode haversine yang berfungsi untuk memberikan rekomendasi tempat sampah yang lebih dulu dituju berdasarkan skala prioritas yaitu berdasarkan kondisi tempat sampah dan jarak tempat sampah.
3. Berdasarkan hasil pengujian keakuratan sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dalam 8 percobaan pengujian, dari rata-rata pengujian memiliki nilai eror sebanyak 0,27%. Dengan ini peneliti berhasil mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian sampah untuk mengetahui kapasitasnya.

- 
4. Berdasarkan hasil pengujian *blackbox* memiliki 3 komponen utama yaitu: *input/event*, *output*, dan hasil uji. Dari ketiga komponen tersebut didapatkan kesimpulan pada keberhasilan *output* sistem berdasarkan hasil *input* yang dilakukan oleh user, dari hasil pengujian rata-rata persentase keberhasilan mencapai 100%.

#### REFERENSI

- Ahmad Ma, Ridwan, Nur Hayati, and Fauziah Fauziah. 2019. "Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-Time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT." *Jurnal Infomedia* 4(2):69–74.
- Aminah, A. N. (2019). *Pemkot Kendari Akui Penanganan Sampah Belum Optimal*. Republika.Co.Id. <https://republika.co.id/berita/q0uqkx384/pemkot-kendari-akui-penanganan-sampah-belum-optimal>
- Cecep Dani Sucipto, SKM, M. S. 2012. *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*. Semarang: Gosyen Publishing.
- Destiarini, & Kumara, P. W. (2019). Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328. *Jurnal Informanika*, 5(1), 20–21.
- Destiningrum, Mara, and Qadhli Jafar Adrian. 2017. *Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbasis Web Dengan Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus: Rumah Sakit Yukum Medical Centre*. Vol. 11.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis* (T. U. press (ed.)). UB Press.
- Few, Stephen. 2006. *Information Dashboard Design : The Effective Visual Communication of Data*. O'Reilly.
- Hergika, Gusti, Siswanto, and Sutarti. 2021. "Perancangan Internet of Things (IoT) Sebagai Kontrol Infrastruktur Dan Peralatan Toll Pada Pt. Astra Infratoll Road." *Jurnal PROSISKO* 8(2):86–98.
- Ismail, Mualief, Riska K. Abdullah, and Syahrir Abdussamad. 2021. "Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi." *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering* 3(1):7–12. doi: 10.37905/jjee.v3i1.8099.
- Istiono, Wirawan, Hijrah, and Sutarya. 2016. "Pengembangan Sistem Aplikasi Penilaian Dengan Pendekatan MVC Dan Menggunakan Bahasa PHP Dengan Framework Codeigniter Dan Database MYSQL Pada Paha College Indonesia." *Jurnal TICOM* 5(1):53–59.
- Jailani, Fatin Hamizah, and Hazalila Kamaludin. 2021. "Aplikasi Pemantauan Tong Sampah Berasaskan IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik IoT-Based Garbage Bin Monitoring Application Using Ultrasonic Sensor." *AITCS* 2(2):1141–57. doi: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2021.02.071>
- Juniarto, Tengku Musri, and Fajar Ratnawati. 2020. "Prototype Sistem Monitoring Tempat Sampah Di Gedung Politeknik Negeri Bengkalis Berbasis Mikrokontroler." *SATIN – Sains Dan Teknologi Informasi* 6(1):80–88. doi: <http://jurnal.sar.ac.id/index.php/satin>.
- Malik, S. (2005). *Enterprise Dashboards: Design and Best Practices for IT*. John Wiley & Sons.
- Nichat, M. K. (2013). *Landmark Based Shortest Path Detection by Using A \* and Haversine Formula*. Vol. 1(2), 299. <https://www.researchgate.net/publication/282314348%0D>
- Priyadharshini, J. S., and P. Parvathi. 2022. "IoT Based Streetlight Controlling System." 7(1):6716–25.
- Suryono, W., Prabowo, A. S., & Mu, A. (2020). Monitoring and controlling electricity consumption using Wemos D1 Mini and smartphone. *International Conference on Advanced Mechanical and Industrial Engineering*, 1–2. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/909/1/012014>
- Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 21(1), 55–60. <https://doi.org/10.31294/p.v21i1.4998>