

Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis *Wireless Sensor Network* pada Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja

Samrius Upa¹, Fikran², Masrin Tibian³, Yulfrani Masak Paembonan⁴,
Melda Lospa⁵

¹⁻⁵Universitas Kristen Indonesia Toraja, Indonesia

Email : samrius@ukitoraja.ac.id^{1*}, masrintibian@gmail.com², meldalospa00@gmail.com³,
yulfranipaembonan@gmail.com⁴

Korespondensi penulis : samrius@ukitoraja.ac.id

Abstract: At the Indonesian Christian University Toraja Campus, there are approximately 8 cleaning services, which will have difficulty handling trash bins spread across each area of the campus, where the cleaning service not only monitors trash bins, but also has other jobs. This can cause delays in handling full trash bins. Prototype of a Wireless Sensor Network-Based Trash Bin Monitoring System at the Indonesian Christian University Campus. Can be a solution to overcome waste management at the Indonesian Christian University Campus. The design for designing a monitoring system uses the fritzing application. and coding using arduino IDE. Using Wemos D1 Mini As data processing and sending using ultrasonic sensors as volume detectors and using arduino for coding. Testing the tool using Black Box testing, and the test results using the Black Box tool were declared successful and several sensors used successfully sent data and were processed by the server and forwarded to the Web using Arduino coding where the Ultrasonic sensor received data and threw data and was assisted by wemos d1 mini to send data that was already connected to the network.

Keywords: Arduino, Waste Management, Wireless Sensor Network

Abstrak: Pada Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja memiliki jumlah *cleaning service* kurang lebih 8 orang yang dimana jumlah tersebut akan kesulitan menangani tempat sampah yang tersebar di setiap area Kampus, dimana *cleaning service* tidak hanya memantau tempat sampah, tetapi juga memiliki pekerjaan lain. Hal tersebut dapat menyebabkan keterlambatan dalam menangani tempat sampah yang penuh. Prototype Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis *Wireless Sensor Network* Pada Kampus Universitas Kristen Indonesia. Bisa menjadi solusi untuk mengatasi manajemen sampah pada Kampus Universitas Kristen Indonesia. Perancangan untuk merancang sistem monitoring menggunakan aplikasi fritzing. dan pengkodean menggunakan arduino IDE. Menggunakan Wemos D1 Mini Sebagai pemrosesan dan pengiriman data menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi volume dan menggunakan arduino untuk pengkodean. Pengujian alat menggunakan pengujian Black Box, dan hasil pengujian menggunakan Black Box alat di nyatakan berhasil dan beberapa sensor yang di gunakan berhasil mengirim data dan di proses oleh server dan di teruskan ke ke Web menggunakan kodingan Arduino yang di mana sensor Ultrasonik menerima data dan melemparkan data dan di bantu oleh wemos d1 mini untuk mengirim data yang sudah koneksi ke jaringan.

Kata kunci: Arduino, Manajemen Sampah, *Wireless Sensor Network*

1. PENDAHULUAN

Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja mempunyai ruangan yang cukup luas di mana hampir setiap ruangan memiliki tempat sampah. Dimana hal ini menjadi permasalahan Rumah Sakit, karena keterbatasan pegawai *cleaning service* serta banyaknya tempat sampah yang tersebar di area Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja dan aturan kepala petugas kebersihan Rumah Sakit menyarankan ke pegawai *cleaning service* untuk membuang sampah jika tempat sampah tersebut sudah terisi $\frac{3}{4}$ dari kapasitas makasimalnya. Tentunya hal ini akan menyebabkan terjadinya keterlambatan dalam menangani tempat sampah yang sudah penuh,

dampak dari keterlambatan tersebut dapat menimbulkan bau yang tidak sedap sehingga akan sangat mengganggu para pasien, pengunjung dan juga pegawai yang bekerja di Rumah sakit Elim Rantepao.

Perkembangan *prototype* sistem monitoring tempat sampah berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari kumpulan node sensor yang tersebar di suatu area untuk memonitoring keadaan yang juga mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitar dan cara kerjanya yaitu monitoring sampah yang ada dalam tempat sampah sehingga saat sampah sudah mencapai $\frac{3}{4}$ maka secara otomatis akan mengirim pesan ke petugas *clining service*. Maka dari itu “monitoring tempat sampah berbasis *Wireless Sensor Network* pada Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja bisa menjadi sebuah solusi yang bermanfaat dalam mengatasi masalah manajemen sampah di lingkungan Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja.. Dengan adanya sistem monitoring tempat sampah berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN), memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap tempat sampah, mengingatkan pada saat tempat sampah penuh, dan membantu dalam mengambil tindakan yang tepat.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik merancang sebuah sistem monitoring tempat sampah berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) yang berjudul “**Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis *Wireless Sensor Network* Pada Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja**”, alasan penulis menggunakan metode berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) karena sensor- sensor yang ditempatkan di kontainer sampah dapat mendeteksi isi dari tong sampah, yang dapat mempermudah petugas kebersihan pada Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja untuk memantau.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan jaringan nirkabel yang terdiri atas kumpulan node sensor yang tersebar di suatu wilayah untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, tekanan, gerakan, atau volume. WSN sangat efisien untuk monitoring di lokasi yang sulit dijangkau kabel fisik dan memungkinkan komunikasi data secara *real-time* antar perangkat.

Internet of Things (IoT)

IoT adalah konsep yang memungkinkan benda fisik terhubung ke internet untuk saling bertukar data. Dalam sistem ini, perangkat seperti sensor dan mikrokontroler berinteraksi tanpa

campur tangan manusia. Teknologi IoT mendukung pengumpulan dan pengiriman data secara otomatis, seperti yang diterapkan dalam monitoring volume tempat sampah.

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek menggunakan gelombang ultrasonik. Dalam penelitian ini, sensor berfungsi untuk mendeteksi ketinggian sampah dalam tempat sampah, yang menjadi indikator volume sampah.

Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini adalah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang mendukung koneksi Wi-Fi dan digunakan untuk mengambil data dari sensor dan mengirimkannya ke server. Keunggulannya adalah ukurannya yang kecil dan kemampuannya untuk beroperasi secara mandiri.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

Protokol ini digunakan untuk komunikasi antara Wemos D1 Mini dan server web. Data dari sensor dikirim dalam bentuk permintaan HTTP GET agar dapat diproses dan ditampilkan pada tampilan antarmuka admin.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan keberhasilan penggunaan teknologi IoT dan WSN dalam berbagai bidang monitoring lingkungan, seperti monitoring pencemaran udara, volume sampah, serta penerangan jalan. Penelitian-penelitian ini menjadi dasar bahwa kombinasi sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet efektif untuk membangun sistem monitoring otomatis.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan **eksperimen rekayasa sistem** berbasis teknologi Internet of Things (IoT) dan Wireless Sensor Network (WSN) yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem monitoring tempat sampah. Berikut adalah langkah-langkah metodologinya:

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan **penelitian pengembangan (Research and Development)** dengan pendekatan **prototyping**, yang dimulai dengan perancangan awal sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga tahap pengujian dan evaluasi fungsionalitas alat.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lingkungan **Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja**, khususnya pada area yang memiliki tempat sampah yang tersebar dan membutuhkan sistem

monitoring. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama periode [masukkan bulan dan tahun pelaksanaan penelitian, misalnya: Januari - Maret 2025].

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- **Perencanaan kebutuhan** perangkat keras dan perangkat lunak.
- **Desain sistem** menggunakan aplikasi Fritzing untuk menggambarkan diagram rangkaian.
- **Pemilihan komponen** seperti Wemos D1 Mini, sensor ultrasonik HC-SR04, kabel jumper, dan adaptor charger 5V.
- **Pengkodean sistem** menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++.
- **Penggunaan protokol HTTP** untuk komunikasi data antar perangkat dan server.

Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan:

- Merakit alat monitoring tempat sampah menggunakan Wemos D1 Mini dan sensor HC-SR04.
- Menyusun program mikrokontroler untuk mengirimkan data volume sampah melalui koneksi Wi-Fi ke server.
- Menampilkan data secara **real-time** di halaman admin berbasis web.

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan metode **Black Box Testing**, dengan tujuan untuk mengevaluasi:

- Kemampuan sensor ultrasonik dalam mendeteksi ketinggian sampah.
- Kemampuan Wemos D1 Mini dalam mengolah dan mengirim data ke server.
- Kemampuan sistem untuk menyimpan dan menampilkan data secara tepat di antarmuka web.

Tabel pengujian dilakukan dengan membandingkan **hasil yang diharapkan** dan **hasil pengamatan** atas fungsionalitas dari tiap komponen sistem.

Evaluasi dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam memantau volume tempat sampah dan keberhasilan pengiriman data ke server. Hasil pengujian dibandingkan dengan kondisi ideal (misalnya: 75% kapasitas tempat sampah).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

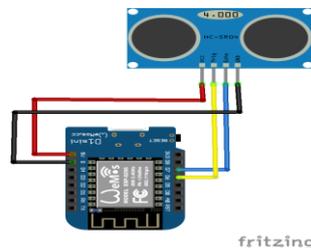
Hasil

Hasil dari penelitian yang dilakukan, yaitu menghasilkan sebuah sistem monitoring tempat sampah berbasis *Wireless Sensor Network* yang dapat memonitoring tempat sampah dari jarak jauh di Kampus Universitas Kristen Indonesia Toraja. Pada sistem monitoring ini yang dijadikan sebagai parameter pembacaan sensor adalah volume atau tingkat isi dari tempat sampah.

Sistem monitoring ini telah diatur untuk memberikan informasi kondisi dari tempat sampah melalui jaringan internet yang dimana sensor ultrasonik akan mendeteksi volume dari tempat sampah, kemudian Wemos D1 mini akan membaca data yang dideteksi oleh sensor dan akan dikirim ke protokol http dengan menggunakan koneksi internet untuk ditampilkan di aplikasi halaman admin.

Desain Sistem Monitoring

Tahapan awal yang dilakukan adalah Pembuatan skema diagram alat dan Wemos D1 mini sensor HC-SR04 dari sistem monitoring tempat sampah menggunakan Aplikasi fritzing versi 0.9.2 dapat dilihat pada gambar 4. 1

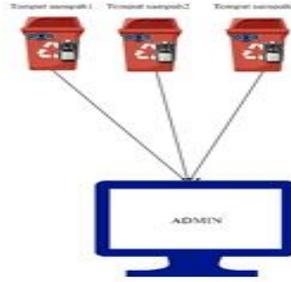


Gambar 1. Skema diagram

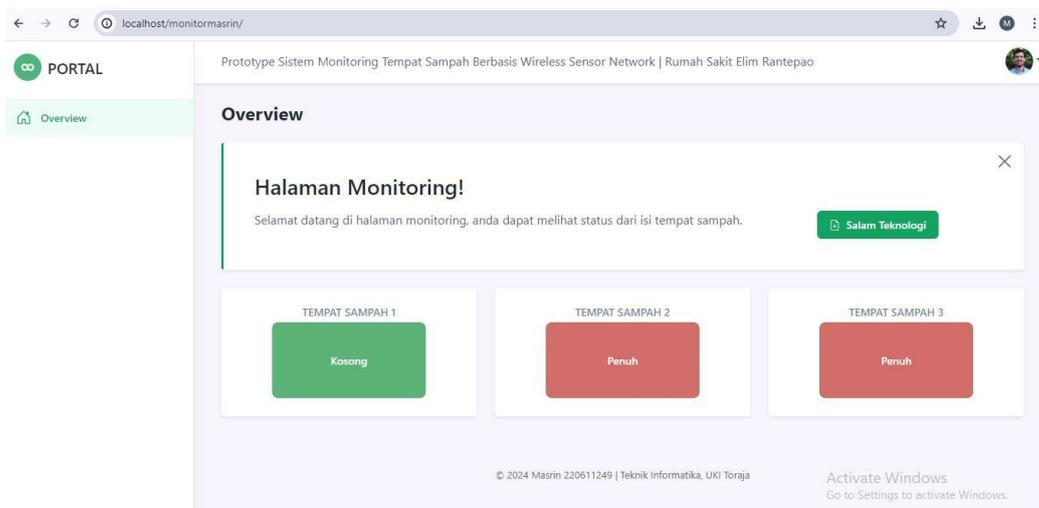
Komponen pertama yang dirangkai yaitu ESP32 dan sensor *HC-SR04* yang dimana pin trigger pada sensor dipasang pada pin digital pada ESP32 dan pin echo pada sensor dipasang pada pin digital 4 pada ESP32. Untuk rincian dari skema rangkaian rangkaian ESP32 dan sensor ultrasonik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Koneksi Tabel

No	ESP32	Sensor HC-SR04
1	Pin Digital 2	Pin Echo
2	Pin Digital 1	Pin Triger



Gambar 1. Desain Interface Monitoring Tempat Sampah



Gambar 2. Desain Tampilan Sistem Monitoring Admin

Implentasi Coding

Berikut dibawah ini adalah imlementasi coding dari sistem monitoring tempat sampah.

Gambar 4.4 adalah gambar coding yang berfungsi untuk memasukan library kedalam program agar jaringan dapat dikenali oleh sistem.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Gambar 3. Inklusi Pustaka

Gambar 4.5 adalah gambar coding yang berfungsi untuk mendeklarasikan variabel uantuk menyimpan informasi tentang koneksi wi-fi dan server ip. Fungsi dari variabel ssid dugunakan untuk menyimpan nama ssid dari jaringan wifi yang ingin dihubungkan oleh perangkat, variabel password digunakan untuk menyimpan kata sandi dari jaringan wifi yang dihubungkan , variabel host digunakan untuk menyimpan alamat ip dari server atau perangkat yang ingin dihubungkan.

```
const char *ssid = "Vivo";
const char *password = "123456789";
int id = 3;
//IP Address Server yang terpasang XAMPP
const char *host = "192.168.226.152";
```

Gambar 4. Konfigurasi Koneksi Wi-Fi

Gambar 4.6 adalah gambar coding yang berfungsi untuk konfigurasi sensor ultrasonik angka 9 adalah nomor tempat sampah, kemudian pin trigger dipasang pada pin digital 1 dan pin echo dipasang pada pin digital 2

```
const int trigPin = D1;
const int echoPin = D2;
```

Gambar 5. konfigurasi Sensor Ultrasonik

Gambar 4.7 adalah gambar coding yang bertanggung jawab untuk melakukan inisialisasi dan konfigurasi awal yang diperlukan sebelum program utama dijalankan, dimana delay (1000) berfungsi untuk menunda eksekusi program selama 1 detik, serial.begin (9600) berfungsi untuk menginisialisasi komunikasi serial dengan kecepatan 9600 baud, fungsi dari wifi_off dan wifi_sta yaitu untuk menentukan mode dari jaringan.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an
  Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");
  Serial.print("Connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  //Jika koneksi berhasil, maka akan muncul address di
  serial monitor
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

Gambar 6. Koding Dari Fungsi Setup

Gambar 8 adalah gambaran koding yang berfungsi untuk proses koneksi ke jaringan wi-fi menggunakan nama dan kata sandi yang telah ditentukan, serial print berfungsi untuk memberi tahu bahwa arduino sedang mencoba terhubung ke jaringan wi-fi kemudian dalam *loop while* arduino menunggu hingga terhubung ke jaringan wi-fi dan setiap 0,5 detik mencetak tanda titik sebagai indikator bahwa proses koneksi masih berlangsung, setelah terhubung, pesan yang menyatakan bahwa arduino telah terhubung ke jaringan wi-fi dengan nama tertentu dicetak pada serial monitor bersama dengan ip lokal yang diberikan gateway wi-fi.

```
Serial.print("Connecting");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
//Jika koneksi berhasil, maka akan muncul address di serial
monitor
Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("IP address: ");
```

Gambar 7. Koneksi Ke Jaringan Wi-fi

Gambar 4.9 berfungsi untuk mengkonfigurasi pin untuk sensor ultrasonik , dimana mode pin diatur untuk pin triger echo dari sensor ultrasonik. Pin triger diatur sebagai output dan pin echo diatur sebagai input

```
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
```

Gambar 8. Konfigurasi pin untuk sensor ultrasonik

Gambar 4.10 sampai gambar 4.14 adalah gambaran koding yang berfungsi untuk melakukan pengiriman data ke database, gambar 4.10 adalah program untuk mereset pin triger , mengatur pin triger menjadi high untuk 10 micro seconds dan membaca pin echo pada sensor. Gambar 4.11 adalah program untuk menghitung dan menampilkan jarak pada sensor. Gambar 4.12 gambar program yang berfungsi untuk membuat koneksi TCP sifiClient dengan menggunakan class wificlient. Gambar 4.13 yaitu perintah yang berfungsi untuk membentuk URL yang akan digunakan untuk mengirim data ke server melalui protokol HTTP. Gambar

4.14 adalah kode program yang berfungsi untuk membangun pesan HTTP Get yang akan dikirim ke server. Gambar 4.15 adalah kode program yang berfungsi untuk membaca dan memproses data yang diterima dari sensor Ultrasonik kemudian data yang di terima di lemparkan kembali ke wemos D1 mini lalu wemos akan memproses data tersebut.

```
while (client.available()) {
String line = client.readStringUntil('\r');Serial.print(line);
}
Serial.println(); Serial.println("closing connection");
}
```

Gambar 9. Fungsi Mereset Dan Mengatur Pin Trigger

```
while (client.available()) {
    String line = client.readStringUntil('\r');
    Serial.print(line);
}
Serial.println();
Serial.println("closing connection");
}
```

Gambar 10. Fungsi Menghitung Dan Menampilkan Jarak

```
url += "id=";
url += id;
url += "&";
url += "jarak=";
url += distanceCm;
url += "\r\n";
```

Gambar 11. Fungsi Untuk Membuat Koneksi TCP

```
WiFiClient client;
const int httpPort = 80;
if (!client.connect(host, httpPort)) {
  Serial.println("connection failed");
  return;
}
```

Gambar 13. Fungsi Untuk Membuat Koneksi TCP

```
String url = "/aksimonitormasrin/simpan.php?";
url += "id=";
url += id;
url += "&";
url += "jarak=";
url += distanceCm;
url += "\r\n";
```

Gambar 14. Fungsi Untuk Membentuk URL

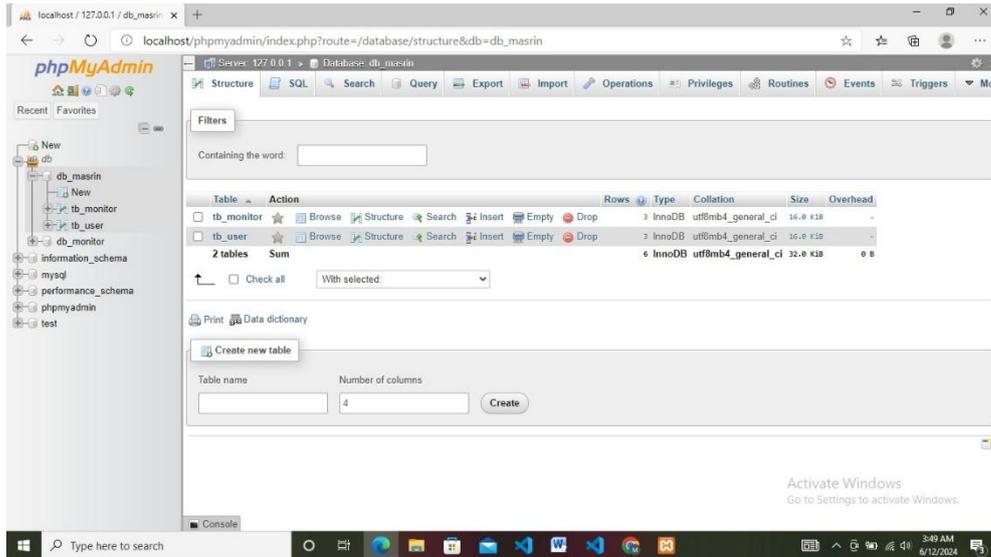
```
Serial.print("Requesting URL: ");
Serial.println(url);
// Mengirimkan Request ke Server -----
-----
client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
             "Host: " + host + "\r\n" +
             "Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
  if (millis() - timeout > 1000) {
    Serial.println(">>> Client Timeout !");
    client.stop();
    return;
  }
}
// Read all the lines of the reply from server and print them to Serial
while (client.available()) {
  String line = client.readStringUntil('\r');
  Serial.print(line);
}

Serial.println();
Serial.println("closing connection");
,
```

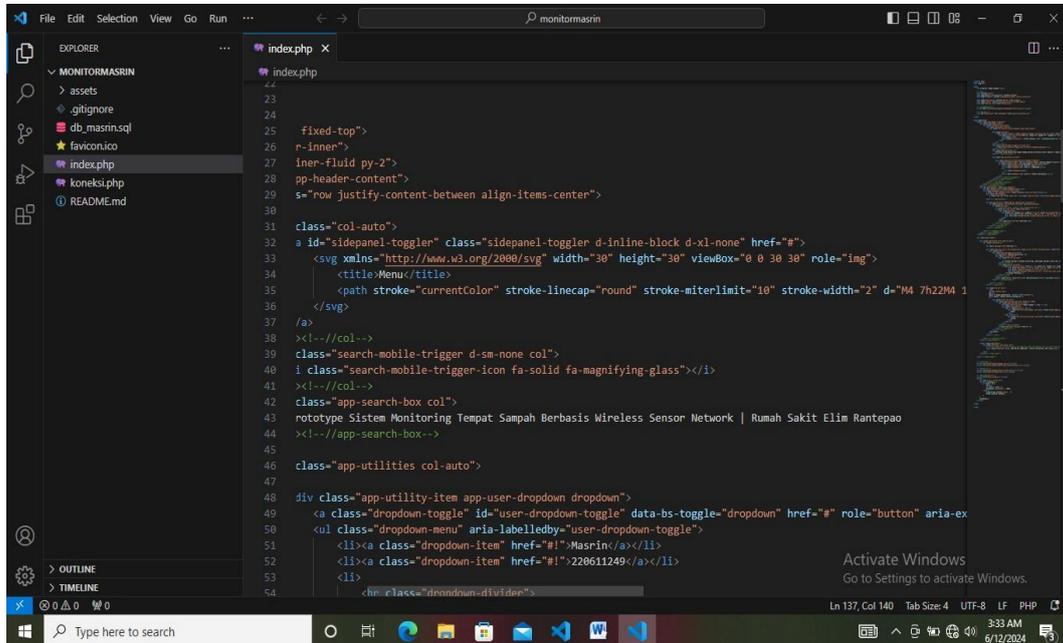
Gambar 15. Fungsi Untuk Membangun Pesan HTTP

```
distanceCm = duration * SOUND_SPEED/2;
```

Gambar 16. Menerima Data Dan Melempar Data Ke Server



Gambar 17. Fungsi Untuk Membuat Data Base



Gambar 18. Fungsi Untuk Membuat Tampilan Di Web Broser

Implentasi Tampilan Admin Dan Alat

Gambar 19 dan gambar 20 adalah implementasi dari sistem monitoring tempat sampah.

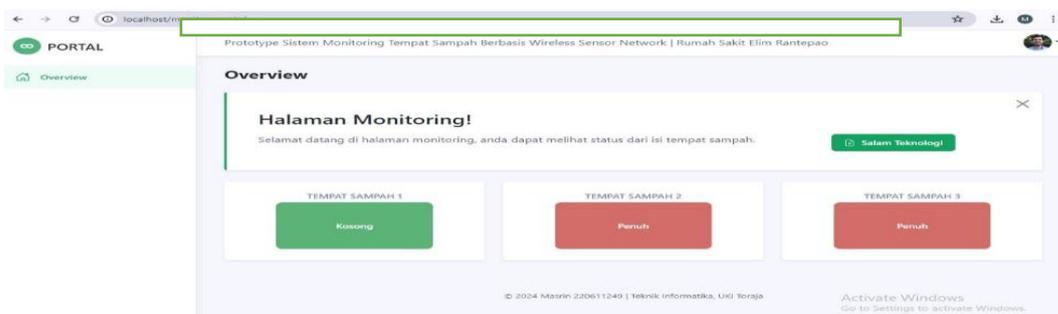


Gambar 19. Tampilan Alat



Gambar 20. Tampilan Alat Posisi Sensor Dari Atas

Berdasarkan hasil pengujian penulis memiliki perbandingan dengan menggunakan sensor bagian atas yaitu pemasangan sensor pendeteksi sampah di letakan di tengah tutup sampah dan kabel di ganti menggunakan kabel jumper yang panjang untuk menyesuaikan letak sensor, dan wemos D1 mini tetap berada di posisi awal yaitu di bawah.



Gambar 21. Tampilan Admin

Pengujian

Hasil pengujian dari sistem monitoring tempat sampah berbasis *Wireless Sensor Network* dengan menggunakan sensor HC-SR04 , Wemos D1 mini dan pemrograman php.

Tabel 2 Metode Pengujian Black Box

No	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengamatan
1	Sensor ultrasonik	Sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak antara sampah dan sensor	Sesnsor ultrasonik berhasil mendeteksi jarak antara sampah dan sensor
2	Wemos D1 mini	Wemos D1 mini mengirim sinyal triger ke sensor ultrasonik da menerima sinyal echo untuk untuk mendapatkan data yang dideteksi dari sensor kemudian mengirim ke server atau database	Wemos D1 mini berhasil mendapatkan data dari sensor dan mengirimnya ke database. Untuk ditampilkan di halaman admin
3	Sistem	Sistem dapat menampilkan data menyimpan data menyimpan data yang dikirim dari Wemos D1 mini	Sistem berhasil menampilkan data menyimpan data menyimpan data yang dikirim dari Wemos D1 mini .

Pembahasan

Dari tahap perancangan sistem dimulai dengan pemiihan komponen yang akan digunakan kemudian dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras. Alat ini menggunakan sensor HC-SR04 sebagai pengukur jarak antara sensor dan sampah. Sistem bekerja dengan cara sensor yang diletakn pada tempat sampah akan mendeteksi jarak antara sampat dan sensor kemudian akan dikirim ke Wemos D1 mini untuk diteruskan ke halaman sisem, untuk tinggi tempat sampah sendiri yaitu 40 cm, untuk mencapai kapasitas 75 % atau seperampat yaitu berjumlah 30 cm dari 40 cm.

Tempat Sampah Posisi Sensor Atas

Berdasarkan hasil pengujian penulis memiliki perbandingan dengan menggunakan sensor bagian atas jumlah total tinggi tempat sampah ke sensor ultrasonik adalah 45 cm. berikut penulis menemukan beberapa kekurangan dan kelebihan di antaranya:

1. kelebihan

Sensor yang terpasang bisa mendeteksi sampah dari atas

2. kekurangan

posisi sensor dari atas jika terpasang dari tutup sampah maka jumlah total tingginya yaitu 45cm, jika sampah berada di angka 35 cm maka barulah sensor akan mendeteksi adanya sampah jadi mulai dari 35 cm sampai 45 cm voleme sampah sensor akan terus mendekteksi bahwa isi tempat sampah sudah penuh, selain itu pada saat memasukan sampah maka sampah

yang terdeteksi hanya di bagian pertengahan saja, dan saat memasukan sampah maka jika tutup sampah tidak kembali ke posisi awal maka sensor akan mendeteksi objek yang tepat di depan sensor dan akan mengirim pesan bahwa sampah sudah penuh sekalipun itu bukan sampah.

Tempat Sampah posisi Sensor Dari Samping

Berdasarkan hasil pengujian tempat sampah penulis mendapati beberapa kelemahan dan kelebihan sebagai berikut:

1. Kelebihan

monitoring sampah yang ada dalam tempat sampah sehingga saat sampah sudah mencapai $\frac{3}{4}$ atau tinggi sampah mencapai 30 cm sampai 40 cm maka sensor akan mendeteksi bahwa isi tong sampah sudah penuh maka secara otomatis akan mengirim pesan ke pesan ke server dan memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap tempat sampah, mengingatkan pada saat tempat sampah penuh, dan membantu dalam mengambil tindakan yang tepat.

2. Kelemahan

Pada saat jaringan tidak stabil maka akan mempengaruhi proses pengiriman data ke server, dan juga saat sampah tidak tepat di depan sensor maka sensor tidak akan membaca sampah tersebut

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Sistem yang dibuat dapat memonitoring tempat sampah dari jarak jauh dengan menggunakan sensor HC-SR04 yang berfungsi untuk mendeteksi volume dari isi tempat sampah dan Wemos D1 mini yang berfungsi untuk mengambil data dari sensor dan mengirim ke admin. Maka sesuai dengan Tampilan pengujian alat pada Gambar 4.2 Pengujian menggunakan Black Box alat dinyatakan berhasil dan tidak ada kegagalan. Penulis menguji 2 Alat penempatan sensor ultrasonic di pasang dari atas dan dari samping, posisi sensor dari atas jika terpasang dari tutup sampah maka jumlah total tingginya yaitu 45cm, jika sampah berada di angka 35 cm maka barulah sensor akan mendeteksi adanya sampah jadi mulai dari 35 cm sampai 45 cm volume sampah sensor akan terus mendeteksi bahwa isi tempat sampah sudah penuh. Sedangkan pengujian dari samping monitoring sampah yang ada dalam tempat sampah sehingga saat sampah sudah mencapai $\frac{3}{4}$ atau tinggi sampah mencapai 30 cm sampai 40 cm maka sensor akan mendeteksi bahwa isi tong sampah sudah penuh.

Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan jika kebutuhan yang di inginkan lebih dari penteksi penuh tidaknya isi tempat sampah dengan menggunakan beberapa saran yaitu, gunakan sensor tambahan jika diperlukan.

DAFTAR REFERENSI

- Arafat, Y., & Setyati, E. (2020). Desain dan implementasi wireless sensor network menggunakan LoRa untuk pemantauan tingkat pencemaran udara di Kota Surabaya. *Teknologi*, 10(2), 75–84. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v10i2.2070>
- Astuti, A. W. (2023). Rancang bangun desain tempat sampah cerdas berbasis IoT (Internet of Things).
- Ayutantri, D. A., Irawan, J. D., & Wibowo, S. A. (2021). Penerapan IoT (Internet of Things) dalam pembuatan tempat sampah pintar untuk rumah kos. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 115–124. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3263>
- Budi, A. S., & Adolfo, V. (n.d.). Perancangan sistem deteksi node baru otomatis dalam basis ESP-Now dengan tree topology WSN.
- Candra, S. K., Susanto, E., & Murti, M. A. (2015). Desain dan implementasi WSN pada tempat sampah dalam gedung berbasis mikrokontroller menggunakan RF modul Zigbee dengan topologi cluster tree. *Microcontroller Based Design and Implementation of WSN for Trash Bin in Building Using Zigbee RF Module With Cluster*, 2(2), 1917–1924.
- Fauzi, B. S. M. I. (2023). Pengembangan website PPDB dengan metode prototyping dan WEBUSE di SMK Muhammadiyah 2 Salam.
- Haryanto, E. V. (2012). Jaringan komputer.
- Malik, A. (2009). Topologi jaringan. *Topologi Jaringan Komputer*.
- Pembuatan, P., & Organik, P. (2017). 1. f – 10, November, 10–20.
- Pemula, P. D. (2017). Sistem monitoring mobil rental menggunakan GPS tracker, 110265, 110493.
- Putri, D. (2017). Mengenal WeMos D1 dalam dunia IoT. *Mengenal WeMos D1 Mini Dalam Dunia IoT*, 1, 2–7.
- Putri, R. S., Iriawan, E., & Widiyatmoko, B. (2023). Perancangan alat timbangan hewan ternak menggunakan sensor fiber optic dan software Arduino IDE, 33(3).
- S. A. M. A. K., & Amini, S. (2016). Sistem monitoring tempat parkir dengan sensor ultrasonik berbasis Arduino Uno pada Cibinong City Mall, 350–355.

- S. I. Angga. (2020). Monitoring suhu ruang server Universitas Semarang dengan protokol komunikasi MQTT dan notifikasi Telegram menggunakan Raspberry Pi 4. *Teknik Informatika*.
- Telekomunikasi, T., Teknik, F., & ITT Purwokerto. (2018). Analisis dan rancang bangun sistem monitoring tempat sampah berbasis IoT menggunakan protokol MQTT, 302–307.
- Widodo, Y. B., Sutabri, T., & Faturahman, L. (2019). Tempat sampah pintar dengan notifikasi berbasis IoT. *Jurnal Kunnskapsteknologi Informasi dan Komputer*, 5(2), 50–57. <https://doi.org/10.37012/jtik.v5i2.175>
- Zefanya, C., & Panca, B. S. (2019). Deteksi blind spot pada sinyal access point menggunakan metode site survey, 1.