

Sistem Pemantauan Tempat Sampah Berbasis Internet Of Things

1st Ananda Muhammad Irsyad

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nandablrz@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Achmad Ali Muayyadi

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Basuki Rahmat

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

basukir@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tempat sampah sering kali diabaikan dalam pengelolaannya, yang dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti bau tidak sedap dan kondisi tidak nyaman di sekitarnya. Untuk mengatasi masalah ini, dirancang sistem pemantauan volume tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan beberapa sensor. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian sampah, sementara sensor gas MQ-2 berfungsi sebagai detektor gas berbahaya untuk mencegah potensi kebakaran, dan sensor api mendeteksi adanya kebakaran. Semua sensor terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ESP32-S3, yang berperan mengumpulkan dan mengirimkan data ke Firebase. Data ini kemudian ditampilkan melalui aplikasi Android, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tempat sampah secara real-time. Selain itu, pengguna akan menerima notifikasi ketika tempat sampah penuh, atau ketika ada deteksi asap, gas, atau api. Sistem ini diharapkan dapat membantu mengelola sampah dengan lebih baik dan mencegah potensi risiko bahaya, sehingga menjaga kebersihan dan kenyamanan lingkungan secara efektif.

Kata kunci— *IoT, Monitoring, Tempat Sampah, mikrokontroler, Android.*

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah telah menjadi permasalahan nyata di Indonesia seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin banyaknya sampah yang dihasilkan. Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia dapat dilihat dari beberapa indikator, seperti banyaknya jumlah sampah, rendahnya tingkat pengelolaan sampah yang dihasilkan, dan sedikitnya jumlah tempat pembuangan sampah [1].

Pada umumnya, masyarakat saat ini menggunakan tempat sampah sebagai tempat pembuangan sampah. Namun disisi lain, petugas kebersihan yang melakukan pengumpulan sampah masih harus berhenti dan memeriksa tiap tempat sampah. Cara tersebut kurang efektif apabila dilakukan pada tempat yang memiliki banyak tempat sampah dengan petugas yang terbatas. Petugas kebersihan harus menghabiskan waktu untuk memeriksa tempat sampah yang terkadang keadaannya tidak perlu untuk diangkat. Permasalahan ini terjadi, karena belum adanya sistem yang memantau volume sampah pada tempat sampah tertutup dari jarak jauh yang dapat memberi informasi ke pengguna.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu sistem yang bertugas memantau volume sampah pada tempat sampah tertutup dari jarak jauh yang dapat memberi informasi ke pengguna. Di zaman sekarang, teknologi Internet of Things (IoT) sudah berkembang cukup jauh. Istilah IoT mencakup segala sesuatu yang terhubung ke internet, tetapi semakin sering digunakan untuk mendefinisikan objek yang "berbicara" satu sama lain [2]. Oleh karena itu pada proposal ini, dibuat desain dan implementasi sistem pemantauan sampah dengan basis IoT. Pengguna dapat memantau volume sampah menggunakan aplikasi pada smartphone. Sehingga alat ini dapat mencegah terbuangnya waktu pengguna terutama petugas kebersihan untuk memeriksa tempat sampah satu-persatu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tempat Sampah

Sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomis [3]. Tempat sampah adalah wadah yang digunakan untuk menampung sampah sementara sebelum dibuang atau didaur ulang.

B. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair [4].

C. Sensor Api

Sensor api atau *flame sensor* merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai pendeteksi nyala api yang dimana api tersebut memiliki panjang gelombang antara 760nm – 1100nm.

D. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC)

yang sudah terintegrasi di dalamnya. NodeMCU adalah sebuah board mikrokontroler elektronik yang berbasis chip esp32 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). NodeMCU digunakan sebagai pengolah program yang telah dibuat dan untuk menjalankan perangkat yang ada [5].

E. Sensor Gas MQ-2

Sensor gas MQ-2 adalah salah satu jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas di udara. Karena sensitivitasnya yang tinggi, sensor ini sering digunakan dalam aplikasi seperti deteksi kebocoran gas, sistem keamanan, dan perangkat IoT yang memantau kualitas udara [6].

F. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang menjanjikan dan cenderung merevolusi dunia secara global melalui objek fisik yang saling terkoneksi. IoT berkaitan dengan perangkat berdaya rendah yang berinteraksi satu sama lain melalui internet [7].

G. Firebase

Firestore adalah sebuah API yang disediakan oleh Google untuk membuat database. Firestore dapat digunakan secara real time hanya dengan menggunakan sedikit kode. Data disimpan dalam format JSON dan dapat diakses dari semua platform [8]. Cloud Firestore, adalah database terbaru yang digunakan oleh Firebase untuk pengembangan aplikasi seluler. Dibandingkan dengan database real-time, ia memiliki kueri yang lebih lengkap, lebih cepat, dan ekspansi yang lebih dalam [9].

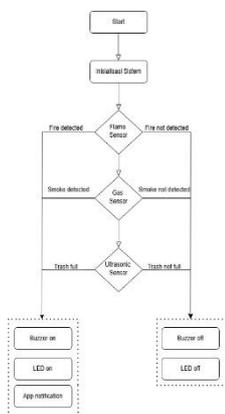
H. Android Studio

Android Studio adalah perangkat lunak untuk keperluan pengembangan aplikasi Android resmi berdasarkan IntelliJ IDEA.

III. PERANCANGAN SISTEM

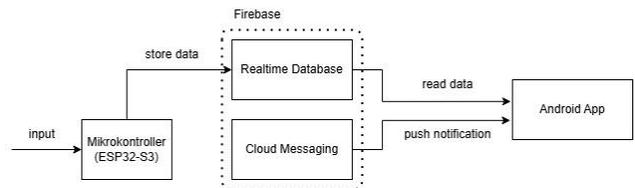
A. Desain Sistem

Sistem yang dibuat adalah mengukur isi tempat sampah menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, mendeteksi potensi kebakaran dengan sensor gas MQ2 dan mendeteksi adanya kebakaran dengan sensor api. Lalu data dikirimkan melalui firebase agar dapat ditampilkan pada aplikasi. Berikut adalah flowchart dapat dilihat pada gambar 1.



GAMBAR 1 (Flowchart)

B. Diagram Blok

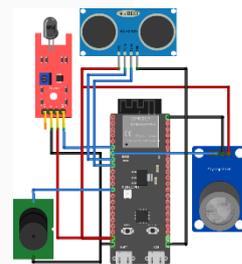


GAMBAR 2 (Diagram Blok)

Sistem berfungsi untuk memantau volume sampah pada tempat sampah. Pemantauan volume sampah pada tempat sampah bertujuan untuk mengamati seberapa banyak volume sampah didalam tempat sampah, sehingga pengguna dapat segera membersihkan sampah apabila kondisi sampah sudah cukup.

Sistem mendeteksi jarak sampah melalui sensor ultrasonik, sensor gas MQ-2 mendeteksi adanya gas dan asap potensi kebakaran serta sensor api digunakan untuk mendeteksi adanya api pada sampah. Setelah itu, data dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP32-S3 untuk diproses. Mikrokontroler akan mengirimkan data ke firebase melalui jaringan internet. Data pada firebase lalu dapat diakses melalui aplikasi android pada smartphone yang terhubung dengan jaringan internet.

C. Desain Perangkat Keras

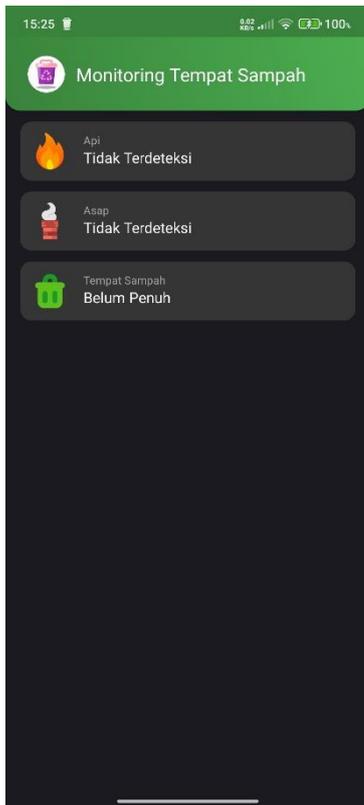


GAMBAR 3 (Contoh skematik alat)

Hasil implementasi desain alat yang sudah jadi seperti pada gambar 3. Alat berhasil dapat berfungsi dengan baik. Contoh desain skematik perangkat berikut dibuat menggunakan Fritzing.

D. Desain Perangkat Lunak

Perancangan sistem pemantauan tempat sampah ini dirancang untuk memberikan informasi terkait kondisi pada tempat sampah yang diperoleh dari sensor-sensor dan dikirimkan melalui firebase agar dapat dilanjutkan ke aplikasi. Berikut adalah gambar 4 yang menunjukkan tampilan aplikasi Android.



GAMBAR 4
(Tampilan Aplikasi Android)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil implementasi dan analisis dari system pemantauan sampah dengan basis IoT yang telah dikembangkan. Sistem ini dirancang untuk mempermudah dalam memantau kondisi tempat sampah yang penuh dan mencegah adanya potensi kebakaran.

A. Implementasi

Sistem pemantauan sampah dengan basis IoT dibangun menggunakan ESP32-S3 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan sensor ultrasonik HC-SR04, sensor api dan juga sensor gas MQ2. ESP32-S3 diprogram untuk bisa terhubung dengan firebase, memungkinkan untuk *monitoring* status tempat sampah secara real-time. Aplikasi dikonfigurasi untuk menerima dan menampilkan informasi dari sensor-sensor yang terhubung dengan ESP32-S3 melalui firebase. Prototype alat ini menggabungkan seluruh perangkat sensor-sensor dan perangkat yang dibutuhkan untuk terciptanya alat ini. Seluruh perangkat dihubungkan menjadi satu rangkaian dengan PCB, kemudian di solder dengan menggunakan pin header female agar dapat tersambung dengan mikrokontroler.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Hasil dari pengujian fungsionalitas alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pada pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 diset pada 5cm adalah batas tempat sampah penuh, sedangkan sensor gas MQ2 dan sensor api dikalibrasi menggunakan potensiometer pada sensor.

TABEL 1
(Tabel hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04)

Pengujian ke-	Jarak 10cm	Jarak 7cm	Jarak 4cm
1	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
2	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
3	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
4	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
5	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
6	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
7	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
8	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
9	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
10	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
11	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
12	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
13	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
14	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
15	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
16	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
17	Belum penuh	Belum penuh	Belum penuh
18	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
19	Belum penuh	Belum penuh	Penuh
20	Belum penuh	Belum penuh	Penuh

Hasil pengujian yang didapat 95% sensor ultrasonik bekerja dengan baik. Pada 20 kali percobaan ditemukan 1 kali sensor gagal mendeteksi yang dapat dipengaruhi oleh penempatan sensor yang kurang optimal.

C. Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian dilakukan dengan menggunakan korek api gas yang didekatkan ke sensor MQ-2 dalam keadaan terbuka.

TABEL 2
(Tabel hasil pengujian sensor gas MQ-2)

Pengujian ke-	Jarak 10cm	Jarak 4cm	Jarak 1cm
1	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
2	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
3	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
5	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
6	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
7	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
8	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
9	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
10	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
11	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
12	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
13	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
14	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
15	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
16	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
17	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
18	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
19	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
20	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi

Hasil pengujian yang didapat pada jarak 10cm gas hampir tidak bisa terdeteksi oleh sensor gas, pada jarak 4cm gas hampir tidak terdeteksi dengan persentasi terdeteksi 10%, pada jarak 1cm sensor gas 100% berhasil mendeteksi gas yang ada.

D. Sensor Api

Pengujian dilakukan dengan menggunakan korek api gas yang didekatkan ke sensor MQ-2 dalam keadaan terbuka.

TABEL 3
(Tabel hasil pengujian sensor api)

Pengujian ke-	Jarak 10cm	Jarak 4cm	Jarak 1cm
1	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
2	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
3	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
4	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
5	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
6	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
7	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
8	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi

9	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
10	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
11	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
13	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
14	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
15	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
16	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
17	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
18	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi
19	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi

Hasil pengujian yang didapat dari 20 kali percobaan. Pada jarak 10cm dan 4cm sensor gagal mendeteksi adanya api, sedangkan pada jarak 1cm berhasil mendeteksi api dengan persentase 70%. Hasil yang didapat dipengaruhi oleh performa sensor yang kurang baik dan juga penempatan sensor pada tempat sampah.

E. Pengujian Aplikasi

Pengujian pada aplikasi Android dilakukan dengan melakukan *trigger* pada sensor agar mengirimkan pesan melalui *firebase* dan muncul notifikasi serta tampilan di aplikasi. Hasil yang didapat tiap percobaan sensor yang selalu berhasil dengan persentase 100% keberhasilan.

F. Pengukuran Jarak Tempat Sampah Dengan *Access Point*
pengukuran ini dilakukan untuk mengukur pengaruh jarak antara perangkat mikrokontroler yang terhubung pada tempat sampah dengan access point. Hal ini penting untuk memastikan bahwa perangkat tetap dapat mengirimkan data ke *firebase* meskipun ditempatkan pada jarak yang bervariasi dari access point. Pengukuran dilakukan dengan mengukur kekuatan sinyal Wi-Fi dari tethering hotspot smartphone pada beberapa jarak yang berbeda dengan kondisi didalam ruangan dan diluar ruangan lalu memantau hasil pengiriman data pada aplikasi.

Berikut hasil pengukuran pada beberapa jarak tertentu antara tempat sampah dengan access point untuk mengidentifikasi jarak optimal dalam penggunaan sistem monitoring ini.

TABEL 4
(Tabel hasil pengukuran jarak tempat sampah dan *Access Point*)

Jarak Pengukuran	Pengukuran Dalam Ruangan	Pengukuran Luar Ruangan
10 meter	berhasil	berhasil
20 meter	berhasil	berhasil
30 meter	berhasil	berhasil
40 meter	berhasil	berhasil
50 meter	berhasil	berhasil
60 meter	berhasil	berhasil
70 meter	berhasil	berhasil
80 meter	tidak berhasil	berhasil
90 meter	tidak berhasil	berhasil
100 meter	tidak berhasil	berhasil
110 meter	tidak berhasil	berhasil
120 meter	tidak berhasil	berhasil
130 meter	tidak berhasil	berhasil
140 meter	tidak berhasil	berhasil
150 meter	tidak berhasil	berhasil
160 meter	tidak berhasil	berhasil
170 meter	tidak berhasil	tidak berhasil
180 meter	tidak berhasil	tidak berhasil
190 meter	tidak berhasil	tidak berhasil
200 meter	tidak berhasil	tidak berhasil

G. Analisis Keseluruhan Alat

Hasil dari pengujian keseluruhan pada alat, didapatkan hasil pada pengujian fungsionalitas sebagian besar dapat bekerja dengan baik dan hasil dari pengukuran tersebut dapat di monitoring melalui aplikasi. Dalam hal ini terdapat aspek yang mempengaruhi performa sensor seperti penempatan yang kurang baik dan lingkungan sekitar alat yang membuat pengukuran menjadi kurang akurat. Hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan pada aplikasi, dan dapat dengan mudah untuk memantau kondisi tempat sampah.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan sistem, analisis dan pengujian yang sudah dilakukan, maka dapat diberi kesimpulan sebagai berikut:

Pengujian fungsionalitas alat, dari pengujian sensor dan perangkat terbukti berjalan dengan cukup baik. Seperti sensor ultrasonik dapat bekerja dengan semestinya, sensor gas MQ2 dan sensor api dapat bekerja sesuai fungsinya dengan kondisi jarak yang cukup dekat. Monitoring kondisi tempat sampah juga dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi. Dalam aplikasi, user dapat melihat dan mendapat notifikasi apabila terjadi perubahan status pada tempat sampah.pointer.

REFERENSI

- [1] P. Kardono, "Integrated Solid Waste Management in Indonesia," *Proceedings of International symposium on EcoTopia Science 2007. ISET07*, pp. 629-633, 2007.
- [2] M. Burgess, "What is the Internet of Things?," WIRED, 16 February 2018. [Online]. Available: <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>. [Accessed 9 October 2020].
- [3] Ecolink, *Tentang sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomis.*, Jakarta, Indonesia, 1996.
- [4] H. Santoso, "Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya," ElangSakti, 2015. [Online]. Available: <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensorultrasonik.html>. [Accessed 2020].
- [5] M. F. R. S. Z. Nurul Hidayati Lusita Dewi, "PROTOTYPE SMART HOME DENGAN MODUL NODEMCU ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," 2019.
- [6] K. A. Smith, *Introduction to Gas Sensors*, CRC Press, 2012.
- [7] B. J. S. G. P. H. A. M. A.-M. G. A. Akpakwu, *A Survey on 5G Networks for the Internet of Things: Communication Technology and Challenges*, IEEE Access, 2017.
- [8] S. T. W. I. E. N. M. W. a. C. N. S. Khedkar, *Real Time Database for Applications*, 2017.
- [9] "Memilih Database: Cloud Firestore atau Realtime Database | Firebase," [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/firestore/rtdb-vs-firestore?hl=id>. [Accessed 02 aug 2021].