

Aplikasi Android SmartBin Untuk Memonitoring Tempat Sampah Pintar secara Real Time

1st Makmury Baqda Valen
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung Indonesia
Baqdavalen15@gmail.com

2nd Sofia Naning Hertiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung Indonesia
sofiananing@telkomuniversity.ac.id

3rd Sussi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung Indonesia
sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pengelolaan sampah yang efektif memerlukan pemantauan kapasitas tempat sampah secara tepat waktu untuk mencegah penumpukan dan pencemaran lingkungan. Penelitian ini mengembangkan SmartBin, aplikasi Android berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik, sensor proximity, sensor gas, dan modul GPS untuk memantau kapasitas serta lokasi tempat sampah pintar secara real-time. Data dikirim melalui koneksi Wi-Fi ke server dan ditampilkan pada aplikasi, lengkap dengan notifikasi ketika kapasitas mendekati penuh. Pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai perancangan, sementara pengujian jaringan menggunakan Wireshark menghasilkan rata-rata delay 26,8 ms dan jitter 46,1 ms yang menurut standar TIPHON ETSI termasuk Kelas B, layak untuk komunikasi suara dan multimedia. Hasil ini membuktikan bahwa SmartBin mampu menyajikan informasi kapasitas dan lokasi secara cepat, akurat, dan mudah diakses, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah.

Kata kunci— SmartBin, IoT, Android, tempat sampah pintar, real-time monitoring.

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah yang efektif masih menjadi tantangan, terutama akibat keterbatasan pemantauan kondisi tempat sampah secara *real-time*. Sistem konvensional yang mengandalkan pemeriksaan manual sering menyebabkan penumpukan sampah, bau tidak sedap, dan potensi pencemaran lingkungan[1].

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* membuka peluang untuk mengatasi masalah ini melalui penggunaan sensor, mikrokontroler, dan koneksi jaringan yang mampu mengirimkan data kapasitas dan lokasi tempat sampah secara langsung. Integrasi dengan *Global Positioning System (GPS)* memudahkan pelacakan posisi, sementara aplikasi *mobile* menyediakan akses cepat bagi petugas kebersihan[2].

Aplikasi Android SmartBin dirancang untuk memantau tempat sampah pintar secara *real-time*, mengirim notifikasi ketika kapasitas maksimum tercapai, serta menampilkan lokasi perangkat melalui peta digital. Penelitian ini bertujuan mengembangkan SmartBin sebagai solusi praktis untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan mendukung

terciptanya lingkungan yang bersih dan tertata.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan semua perangkat ke jaringan internet, memungkinkan setiap perangkat IoT untuk berkomunikasi dengan perangkat IoT lainnya melalui internet [3]. Ini digambarkan sebagai jaringan raksasa perangkat elektronik yang terhubung, yang mengumpulkan dan membagikan data tentang bagaimana suatu perangkat digunakan dan lingkungan di mana perangkat tersebut dioperasikan [3]. IoT pada dasarnya tentang perangkat yang saling terhubung yang bertukar data, dan dalam pengelolaan sampah, ini berarti pemantauan *real-time* dan otomatisasi tempat sampah.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah "otak" yang mengontrol suatu proses dari sebuah alat. Dalam konteks tempat sampah pintar, mikrokontroler berperan sebagai pusat kontrol yang mengelola data dari berbagai sensor dan mengirimkan perintah ke aktuator [4]. Peran utamanya antara lain menerima data dari sensor, mengolah data tersebut, lalu mengirimkan perintah ke aktuator, dan mengirimkan data ke server untuk pemantauan jarak jauh [4]. Contoh mikrokontroler yang umum digunakan dalam sistem tempat sampah pintar meliputi Arduino Uno, dan NodeMCU ESP8266/ESP32 [4]. Mikrokontroler ini merupakan inti dari kecerdasan tempat sampah pintar, mengorkestrasi semua fungsi otomatis dan komunikasi.

C. Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah modul yang digunakan pada tempat sampah pintar untuk melacak lokasinya secara presisi. Modul ini menghasilkan sinyal dari satelit untuk menentukan lokasi sistem. Lokasi GPS dan status tempat sampah pintar dapat secara otomatis dikirim melalui SMS (menggunakan modul GSM) kepada pihak berwenang terkait. SMS tersebut berisi nilai lintang dan bujur yang krusial untuk pemetaan rute. GPS diintegrasikan ke dalam sistem pengelolaan sampah pintar untuk memantau

posisi tempat sampah secara real-time. Fungsi ini sangat penting untuk mengoptimalkan rute pengumpulan sampah.

D. Fire Base

Firebase adalah penyedia layanan Cloud Service Provider dan Backend as a Service yang dimiliki oleh Google. Platform ini dirancang untuk mempermudah pengembangan aplikasi mobile dan web karena tidak perlu membangun fitur backend dan infrastruktur dari awal [5].

E. Aplikasi Mobile untuk Monitoring

Aplikasi mobile, khususnya berbasis Android, menjadi solusi praktis untuk memantau kondisi tempat sampah karena platform ini digunakan secara luas dan mudah diintegrasikan dengan sistem backend [6]. Aplikasi monitoring seperti SmartBin dapat menampilkan data kapasitas, lokasi, dan status perangkat, serta mengirimkan notifikasi otomatis ketika kapasitas telah mencapai batas tertentu.

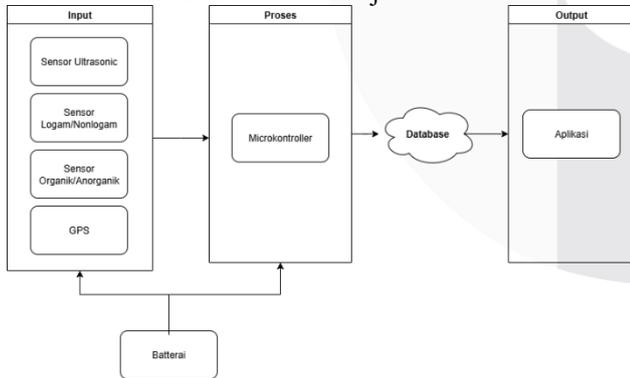
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode research and development (R&D) yang meliputi perancangan, implementasi, dan pengujian sistem tempat sampah pintar berbasis IoT dengan aplikasi Android SmartBin sebagai media monitoring. Tahapan penelitian dibagi menjadi lima tahap utama, seperti dijelaskan berikut.

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem diawali dengan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi volume, sensor proximity induktif untuk mendeteksi logam, sensor gas MQ-135 untuk identifikasi sampah organik, serta modul GPS Neo-6M untuk pelacakan lokasi. Perangkat lunak meliputi pengembangan aplikasi Android menggunakan Android Studio, serta backend server dengan Node.js dan database Firebase serta PostgreSQL.

B. Desain Arsitektur dan Alur Kerja



Gambar 1 Blok Sistem

Gambar 1 menunjukkan Sistem dibangun dengan tiga komponen utama: **input**, **proses**, dan **output**.

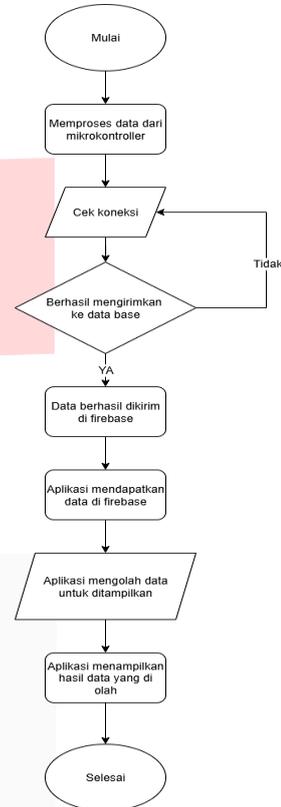
Input: Data dari sensor ultrasonik, sensor proximity, sensor gas, dan modul GPS.

Proses: ESP32 memproses data, menentukan kategori sampah, menghitung volume, dan mengirimkan informasi ke server melalui koneksi Wi-Fi.

Output: Aplikasi SmartBin menampilkan data kapasitas, lokasi, serta mengirimkan notifikasi ke

petugas kebersihan jika kapasitas >90%.

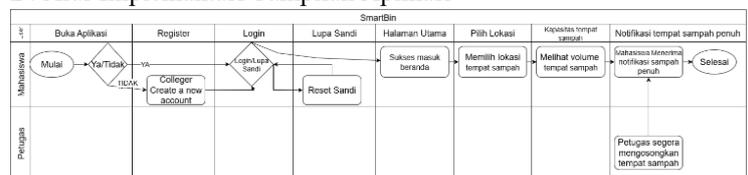
C. Alur Pengiriman Data



Gambar 2 Flowchart pengiriman data

Flowchart gambar tersebut menggambarkan proses pengolahan dan penampilan data pada aplikasi **SmartBin**. Proses dimulai dari pemrosesan data yang diterima dari mikrokontroler, kemudian sistem memeriksa koneksi jaringan. Jika koneksi tersedia, data akan dikirim ke *database* Firebase. Setelah data berhasil tersimpan, aplikasi mengambil data tersebut dari Firebase untuk diolah. Hasil pengolahan data kemudian ditampilkan pada aplikasi kepada pengguna. Apabila koneksi tidak tersedia, data tidak dapat dikirim dan proses dihentikan hingga koneksi kembali normal. Alur ini memastikan informasi yang ditampilkan selalu akurat dan *real-time*.

D. Alur Implementasi Tampilan Aplikasi



Gambar 3 Entity Relationship Diagram SmartBin

Gambar 2 menggambarkan alur proses pada aplikasi SmartBin mulai dari pengguna membuka aplikasi hingga

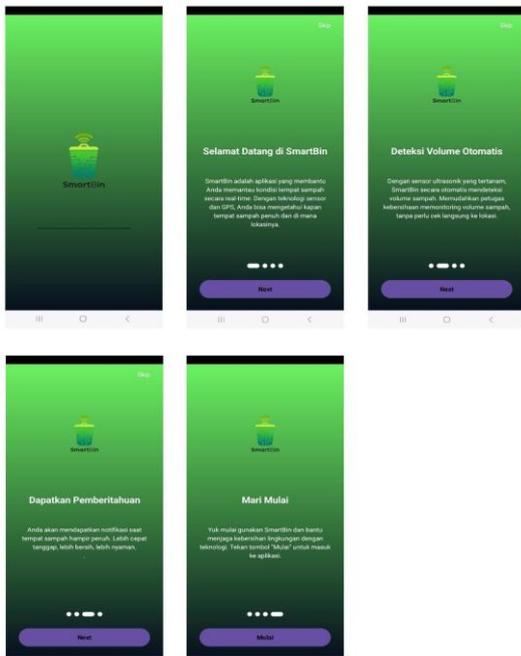
proses pemantauan dan penanganan tempat sampah. Proses diawali dengan login atau registrasi akun. Setelah berhasil masuk, pengguna dapat memilih lokasi tempat sampah yang ingin dipantau. Aplikasi kemudian menampilkan volume sampah secara *real-time*. Jika kapasitas sudah penuh, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada petugas. Petugas kemudian segera menuju lokasi untuk mengosongkan tempat sampah. Alur ini memastikan pemantauan dan pengelolaan sampah dapat dilakukan dengan cepat, tepat, dan efisien.

E. Pengujian Aplikasi
 Pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan seluruh fitur pada SmartBin berfungsi sesuai dengan perancangan. Proses pengujian meliputi uji fungsional untuk memeriksa setiap menu dan tampilan, uji konektivitas untuk memastikan data dari mikrokontroler dapat terkirim ke database dan ditampilkan secara *real-time*, serta uji notifikasi untuk memverifikasi bahwa peringatan kapasitas penuh terkirim dengan tepat. Selain itu, dilakukan pengujian antarmuka guna menilai kemudahan penggunaan aplikasi oleh pengguna akhir. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar evaluasi dan penyempurnaan sistem agar aplikasi siap digunakan pada implementasi lapangan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tampilan Aplikasi SmartBin

1. Onboarding Page



Gambar 4 Onboarding Page

Pada gambar 4 merupakan halaman *onboarding page* yang menampilkan penjelasan dari beberapa fitur yang terdapat di dalam aplikasi SmartBin, pengguna dapat melakukan gerakan *slide* ataupun mengklik tombol “*skip*” apabila ingin masuk ke halaman berikutnya.

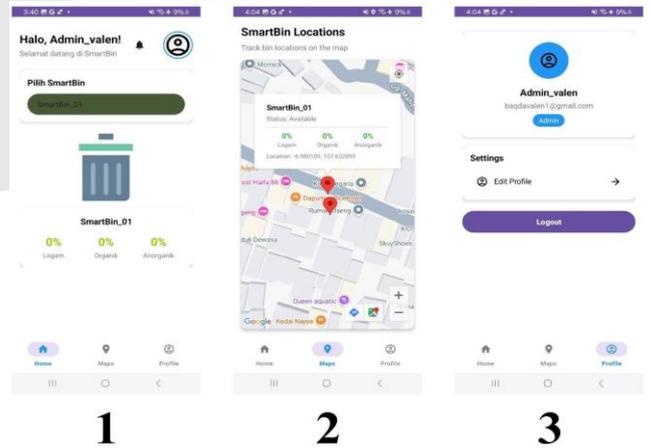
2. Login, Lupa Sandi dan Registrasi



Gambar 5 Halaman Login, Lupa Sandi dan Registrasi

Gambar 5 menampilkan tiga halaman utama pada aplikasi SmartBin, yaitu **login** (1), **lupa sandi** (2), dan **registrasi** (3). Halaman login berfungsi sebagai gerbang utama bagi pengguna untuk mengakses sistem, di mana pengguna harus memasukkan email dan kata sandi yang valid untuk proses autentikasi. Desainnya dibuat sederhana namun aman untuk memastikan hanya pengguna terverifikasi yang dapat mengakses data dan fitur sistem. Halaman lupa sandi disediakan untuk membantu pengguna yang tidak mengingat kata sandinya. Melalui halaman ini, pengguna dapat melakukan reset sandi dengan memasukkan email terkait, kemudian mengikuti instruksi pemulihan yang dikirimkan melalui Gmail. Sementara itu, halaman registrasi digunakan untuk mendaftarkan akun baru, di mana pengguna perlu mengisi data seperti username, email, dan kata sandi. Setelah proses registrasi berhasil, pengguna dapat melakukan login dan mengakses seluruh fitur yang tersedia pada aplikasi.

3. Dashboard Utama, Maps, Profile



Gambar 6 Halaman Dashboard Utama, Maps, Profile

Gambar 6 menampilkan tiga halaman utama aplikasi SmartBin, yaitu **dashboard utama** (1), **maps** (2), dan **profil** (3). Halaman dashboard utama berfungsi menampilkan data

real-time dari tempat sampah yang dipilih, sehingga pengguna dapat memantau kapasitas dan status secara langsung. Halaman maps menyediakan peta digital berbasis API untuk memantau lokasi serta kondisi tempat sampah pintar secara interaktif. Setiap penanda (*marker*) pada peta mewakili satu unit tempat sampah dan menampilkan informasi seperti ID perangkat, alamat atau koordinat GPS, serta status kapasitas. Sementara itu, halaman profil digunakan untuk menampilkan dan mengelola informasi pribadi pengguna, seperti nama, email, dan foto profil, sekaligus menyediakan fitur pembaruan data agar informasi akun tetap akurat.

B. Uji Black Box aplikasi

Tabel 1
Hasil Black Box Testing

No.	Skenario Pengujian	Kegiatan	Hasil Yang Diharapkan	Status
1	Login Sukses 5x	Masukan <i>email</i> dan <i>password</i> yang benar	Masuk ke halaman <i>dashboard</i>	Berhasil
2	Login Gagal 5x	Masukan <i>email</i> dan <i>password</i> yang salah	Muncul pesan <i>login</i> gagal	Berhasil
3	Register dengan <i>email</i> kosong 5x	Kosongkan kolom <i>email</i> ketika register	Muncul pesan “ <i>email</i> tidak boleh kosong”	Berhasil
4	Notifikasi Tempat Sampah Penuh 5x	Tempat sampah dalam keadaan penuh	Muncul notifikasi melalui <i>gmail</i>	Berhasil
5	Logout	Tekan tombol <i>logout</i>	Kembali kehalaman <i>login</i>	Berhasil

Uji *Black Box Testing* dilakukan untuk memastikan setiap fitur pada aplikasi **SmartBin** berfungsi sesuai dengan spesifikasi tanpa memeriksa kode sumber. Pengujian ini berfokus pada masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh sistem. Setiap menu dan fungsi diuji berdasarkan skenario penggunaan, seperti login, registrasi, pemantauan data kapasitas tempat sampah, serta pengiriman notifikasi ketika kapasitas mencapai batas tertentu. Hasil pengujian menunjukkan apakah setiap fitur berjalan sesuai harapan atau masih memerlukan perbaikan, sehingga metode ini efektif untuk memvalidasi kinerja sistem dari sisi pengguna akhir.

C. Uji Quality of Service (QoS)

No.	Time	Source	Destination	Protocol
1	0.000000	192.168.0.103	40.99.9.114	TCP
2	0.000066	192.168.0.103	40.99.9.114	TCP
3	3.547804	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
4	3.750066	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
5	3.784784	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
6	3.814497	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
7	3.814497	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
8	3.814497	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
9	3.814497	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
10	3.814497	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
11	3.814759	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
12	3.814913	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
13	3.815010	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
14	3.815010	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
15	3.815010	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
16	3.815010	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
17	3.815054	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
18	3.815107	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
19	3.815359	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
20	3.815450	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
21	3.819801	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
22	3.848676	192.168.0.103	142.250.68.78	UDP
23	4.056499	142.250.68.78	192.168.0.103	UDP
24	5.519448	TendaTechno1_04:94:...	Broadcast	ARP

Gambar 7.1 Hasil Capture aplikasi Wireshark

Untuk mengambil data menggunakan delay antar paket *User Datagram Protocol* (UDP) dari semua komunikasi UDP dari data gambar yang diambil menggunakan aplikasi Wireshark. Untuk menghitung delay dan jiter peneliti menggunakan rumus sebagai berikut:

Rumus delay:

$$\text{Average Delay} = \frac{\sum D_i}{n}$$

Rumus Jiter:

$$\text{Jitter} = \frac{\sum |D_i - D_{i-1}|}{n - 1}$$

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan Wireshark, diperoleh rata-rata delay sebesar 0,0268 detik (26,8 ms) dan rata-rata jiter sebesar 0,0461 detik (46,1 ms). Nilai delay yang berada jauh di bawah ambang batas 150 ms menunjukkan kualitas jaringan sangat baik dan mendukung aplikasi *real-time* seperti VoIP, video call, atau permainan daring. Sementara itu, jiter sebesar 46,1 ms masih berada dalam kategori dapat diterima menurut standar TIPHON ETSI, meskipun mendekati batas kenyamanan 50 ms. Berdasarkan klasifikasi TIPHON, jaringan ini masuk dalam Kelas B, yang layak untuk layanan komunikasi suara dan multimedia. Secara keseluruhan, jaringan dinilai stabil dan andal, namun pengelolaan *Quality of Service* (QoS) tetap disarankan untuk menekan jiter mendekati nilai ideal.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi **SmartBin** berhasil dikembangkan sebagai solusi pemantauan tempat sampah pintar berbasis IoT. Aplikasi ini mampu menampilkan data kapasitas dan lokasi tempat sampah secara *real-time*, memberikan notifikasi ketika kapasitas mendekati penuh, serta menyajikan informasi yang mudah diakses melalui antarmuka berbasis Android.

Hasil pengujian *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fitur utama, seperti login, registrasi, pemantauan kapasitas, dan pengiriman notifikasi, berfungsi sesuai dengan perancangan. Pengujian jaringan menggunakan Wireshark menghasilkan rata-rata delay sebesar 26,8 ms dan jiter

sebesar 46,1 ms, yang mengacu pada standar TIPHON ETSI tergolong dalam Kelas B, layak untuk layanan komunikasi suara dan multimedia.

Secara keseluruhan, sistem SmartBin dinilai stabil, andal, dan dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan dilakukan optimasi Quality of Service (QoS) guna menekan nilai jitter, serta penambahan fitur analisis data untuk mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen kebersihan lingkungan.

REFERENSI

- [1] T. Ali, M. Irfan, A. S. Alwadie, dan A. Glowacz, "IoT-Based Smart Waste Bin Monitoring and Municipal Solid Waste Management System for Smart Cities," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 45, pp. 10185-10198, Jun. 2020.
- [2] "SMART MONITORING WASTE MANAGEMENT THROUGH IOT – ENABLE MOBILE APPLICATION," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 11, no. 4, 2024.
- [3] H. Arifin dan R. R. Wibowo, "Penerapan Internet of Things pada Sistem Monitoring Tempat Sampah," *Jurnal DigiTech*, vol. 5, no. 3, pp. 145–152, 2022.
- [4] I. K. D. Cahyadi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis Mikrokontroler Menggunakan NodeMCU," *Repository Universitas Wicida*, 2022.
- [5] I. R. P. Kurniawan dan M. H. R. Tahir, "Pengembangan Sistem Tempat Sampah Pintar dengan Notifikasi Penuh Menggunakan NodeMCU," *Repository Politeknik Negeri Ujung Pandang*, 2023.
- [6] A. R. Al-Ali, F. Z. Khaleel, dan M. R. Q. Al-Rawi, "An IoT-Based Smart Waste Management System Using Mobile Application," *International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, pp. 1-6, 2021.