

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan residu hasil pemakaian suatu barang yang sudah tidak terpakai dan memerlukan penanganan khusus dalam proses pembuangannya. Namun, penanganan sampah kerap kali diabaikan oleh sebagian masyarakat, yang menyebabkan permasalahan lingkungan yang signifikan. Salah satu permasalahan utama adalah kebiasaan masyarakat yang masih membuang sampah sembarangan. Faktor utama yang menyebabkan hal tersebut adalah ketidaknyamanan masyarakat dalam melakukan kontak fisik dengan penutup tempat sampah. Banyak orang enggan menyentuh penutup tempat sampah karena khawatir terkontaminasi oleh berbagai macam virus dan bakteri. Selain itu, ketika tempat sampah dalam kondisi penuh dan tidak segera dikosongkan oleh petugas kebersihan, masyarakat seringkali menumpuk sampah di atas penutup tempat sampah tersebut. Meskipun mereka merasa telah membuang sampah pada tempatnya, perilaku ini justru menambah permasalahan kebersihan lingkungan. Dalam rangka mengatasi permasalahan ini, diperlukan inovasi dalam penanganan sampah yang lebih efektif dan higienis. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan smartbin berbasis Internet Of Things (IoT). Smartbin ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dengan membuka penutup sampah menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang mendeteksi lambaian tangan manusia. Selain itu, smartbin dilengkapi dengan layar LCD berukuran 16 x 2 dan buzzer sebagai indikator. Petugas kebersihan dapat memantau kapasitas smartbin secara real-time melalui aplikasi Blynk IoT, serta mengontrol sistem penutup smartbin dari jarak jauh. Notifikasi akan dikirimkan melalui platform Telegram ketika smartbin mencapai kapasitas penuh, lengkap dengan tautan lokasi Google Maps untuk memudahkan identifikasi lokasi smartbin yang perlu dikosongkan. Komponen utama yang digunakan dalam rancangan alat ini termasuk aktuator Servo SG-90, modul buzzer, dan mikrokontroler ESP-32 Devkit V1 untuk mengontrol keseluruhan sistem. Sistem smartbin ini menggunakan Ultrasonic Waves dengan sensor HCSR-04 untuk penutup otomatis dan GIS untuk melacak lokasi. Pendekatan ini dipilih karena kesesuaian sensor dan logika smartbin yang dirancang untuk mengatasi pembuangan sampah dengan efisien dan higienis. Inovasi ini diharapkan dapat meminimalisir masalah penanganan sampah, menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat, serta meningkatkan efisiensi kerja petugas kebersihan. Smartbin berbasis IoT ini memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam membuang sampah dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah..

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas transmisi data antara sensor dan aplikasi monitoring dipengaruhi bandwidth ?
2. Bagaimana distribusi lokasi smartbin mempengaruhi tingkat kebersihan di berbagai area kampus ?
3. Bagaimana tingkat kepuasan pengguna terhadap fitur dan kinerja smartbin berdasarkan survei ?
4. Bagaimana sistem monitoring smartbin dapat berfungsi dengan baik dalam hal deteksi kapasitas penuh dan pengiriman notifikasi real-time?

1.3 Topik dan Batasannya

Smartbin berbasis IoT adalah alat yang dirancang untuk meningkatkan kebersihan lingkungan dengan memungkinkan operasional tanpa kontak fisik, sehingga menjaga kebersihan individu. Sebelum implementasi, desain flowchart dan rangkaian elektronik dilakukan di platform WokWI. Sistem ini dilengkapi fitur monitoring bagi petugas kebersihan untuk memantau dan mengosongkan smartbin secara efektif. Smartbin terintegrasi dengan API seperti Google Maps, Telegram, dan Blynk, di mana Blynk digunakan untuk monitoring dan kontrol jarak jauh, sementara Telegram digunakan untuk notifikasi dan link Google Maps saat smartbin penuh. Pengujian dilakukan di dua lokasi: Rooftop Telkom University Surabaya (outdoor, daerah tropis, ketinggian 10 mdpl) dan rumah pribadi peneliti (indoor). Pengujian melibatkan sistem koneksi jaringan dan pembacaan modul GPS. Smartbin didesain menggunakan mikrokontroler ESP-32 yang terhubung dengan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek secara vertikal untuk sistem monitoring. Selain itu, smartbin juga menggunakan servo SG-90 untuk sistem otomatis penutup sampah serta memanfaatkan LCD 16x2 dan koneksi mobile apps dengan Blynk IoT untuk sistem monitoringnya. Efektivitas smartbin diukur melalui kuesioner kepada responden yang terdiri dari mahasiswa dan petugas kebersihan Telkom University. Input berupa sampah dan jawaban kuesioner menghasilkan output data monitoring dari Blynk, notifikasi Telegram, serta jawaban responden dari Google Form. Integrasi sistem monitoring smartbin menggunakan Blynk IoT dan Telegram dilakukan dengan pemrograman pada Arduino IDE dan beberapa library untuk fetching data.

1.4 Tujuan

Tabel 1.1 Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Mencari output monitoring dan responsivitas kontrol smartbin jarak jauh menggunakan platform blynk IoT	Pengujian monitoring dan slider untuk penutup smartbin pada aplikasi blynk (mobile & web)	Setelah penyesuaian data stream dengan virtual pin Blynk IoT dalam pemrograman Arduino IDE, sensor ultrasonik dapat mendeteksi sampah.
2	Mencari perbedaan Akurasi dan responsivitas modul GPS menggunakan antena eksternal RPma dan tidak menggunakan antena eksternal RPma. (Outdoor & Indoor)	Pengujian dilakukan diluar ruangan dan didalam ruangan serta menguji modul	Akurasi lokasi smartbin dengan modul GPS NEO-6M tergantung pada penempatannya (indoor/outdoor). Untuk indoor,
	sekaligus perbedaan respons smartbin terhadap bandwidth.	GPS menggunakan antena eksternal dan tidak menggunakan antena eksternal & bandwidth 2.4Ghz dan 5Ghz	penggunaan antena eksternal RPma dapat meningkatkan akurasi. Sedangkan outdoor, tanpa antena eksternal, akurasi sudah mencapai 5 meter. Smartbin dapat bekerja lebih responsif ketika menggunakan bandwidth 5Ghz
3	Menyimpulkan output kuisioner dari responden	Mengumpulkan seluruh jawaban responden dan menyimpulkan rata-rata penilaian responden.	80,4% sangat baik, 17,4% cukup baik, 2,2% tidak menjawab, dan 0% buruk menurut hasil analisis kuisioner Google Form.
4	Mencari grafik penggunaan meliputi jam penggunaan dan lokasi penempatan smartbin paling efektif pada telkom university surabaya	Pengujian dilakukan di rooftop greenhouse dan lorong lantai 1 telkom university surabaya	Smartbin Indoor (Lorong Lantai 1 Tel-U)Grafik Pemakaian Tertinggi Pada Pada 15:28 - 15:32 WIB

Mikrokontroler ESP-32 mengendalikan sistem smartbin melalui jaringan wifi dengan menggunakan beberapa komponen seperti servo SG90, Sensor HC-SR04, dan modul buzzer. Blynk memfasilitasi konektivitas antara device iot seperti smartbin ke aplikasi mobile pengguna, sementara modul GPS Neo-6M digunakan untuk melacak lokasi smartbin. platform yang digunakan untuk pengembangan kode pemrograman smartbin adalah arduino IDE. Sistem Informasi Geografis (SIG) pada smartbin digunakan untuk pemetaan wilayah dan analisis data geospasial dengan menentukan latitude dan longitude menggunakan persamaan 1.1,

$$D_{desimal} = D + \left(\frac{M}{60}\right) + \left(\frac{S}{3600}\right) \quad (1.1)$$

Dimana $D_{desimal}$ adalah derajat desimal, D adalah derajat, M adalah menit, dan S adalah second.

Sensor ultrasonic HC-SR04 digunakan untuk memonitor kapasitas sampah dalam sistem monitoring smartbin. menggunakan gelombang untuk mengukur jarak dengan persamaan kecepatan gelombang ultrasonik 1.2,

$$V = \frac{d}{t} \quad (1.2)$$

dimana kecepatan (V) adalah hasil bagi jarak (d) dengan waktu (t).