

Perancangan Sistem Pendeteksi Isi Tempat Sampah Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik HC SR04

Adis Prima Aryaputra¹, Muchamad Fajar Shodiq², Putri Derisa Adilla D. S.³, Juli Sulaksono⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹adisprima2433@gmail.com, ²fajarshodiq700@gmail.com, ³derisaadilla21@gmail.com,
⁴jsulaksono@gmail.com

Abstrak – Masalah penumpukan sampah di ruang publik, khususnya di area taman dan tempat rekreasi, masih menjadi tantangan dalam upaya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan. Taman Sekartaji, Kediri, adalah salah satu lokasi yang sering mengalami penumpukan sampah, terutama pada hari-hari libur. Penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi kepenuhan isi tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem pendeteksi kepenuhan isi tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik di Taman Sekartaji, Kediri. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi kepenuhan tempat sampah kepada petugas kebersihan melalui aplikasi Blynk IoT yang diakses di smartphone. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian sampah, dan data tersebut dikirimkan melalui ESP32 yang terhubung ke cloud. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi monitoring kebersihan, mengurangi penumpukan sampah, serta mendukung lingkungan yang lebih bersih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi tingkat kepenuhan secara real-time dan mengirimkan notifikasi ke perangkat petugas kebersihan dengan cepat dan akurat.

Kata Kunci — Sampah, Sensor Ultrasonic, IoT, Blynk IoT

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan modernisasi perangkat elektronik pada era globalisasi khususnya di bidang mikrokontroler dan sensor membawa perubahan dalam kehidupan manusia. Membuang sampah pada tempatnya mungkin hal yang mudah bagi sebagian orang, namun pada faktanya masih banyak masyarakat yang tidak membuang pada tempatnya [3]. Hal ini diakibatkan minimnya kepedulian masyarakat, tentang pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan sekitar. Adapun salah satu upaya yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Kediri untuk menjaga kebersihan lingkungan sekitar yaitu dengan menyediakan tempat sampah di berbagai tempat [1].

Setiap sisi pada taman sekartaji mempunyai tempat sampah dan penampungan sampah. Sampah yang dihasilkan dari berbagai tempat di taman sekartaji semakin hari semakin banyak dan membuat sampah selalu menumpuk dan dapat menyebabkan bau tak sedap jika tidak diatasi dengan baik. Hal tersebut akan menyebabkan terjadinya sumber penyakit dan gangguan pernapasan karena adanya pembusukan sampah pada tempat sampah. Pembusukan sampah akan menghasilkan gas metan (CH₄) dan gas hidrogen sulfida (H₂S) yang bersifat beracun bagi tubuh [2].

Banyak penelitian yang membahas tentang tempat sampah dan penampungan sampah, diantaranya dilakukan oleh [4], dengan penelitiannya yang berjudul *Design And Implementation Monitoring System For Reporting Waste Based Embedded Technology* penulis membangun sebuah sistem untuk membantu mengetahui keadaan kepenuhan sampah. Sistem yang dibangun memanfaatkan kemampuan ultrasonik untuk mendapat data ketinggian sampah dan juga memanfaatkan jaringan radio untuk berkomunikasi dengan data yang diperoleh. Sistem yang dipasang dalam sebuah tempat pembuang sampah diberi nama *Smart Trash System* (STS). Data kepenuhan hasil pemantauan sampah akan dikirim ke sebuah sistem yang bernama *Local Base Station* (LBS) untuk kemudian dikirim ke server. *Smart Trash System* dapat mengidentifikasi tingkat kepenuhan sampah dari tempat pembuangan sampah. Dimana telah kita ketahui dari penelitian tersebut telah di jelaskan bahwa peneliti membuat sebuah sistem yang dapat membantu mengetahui kepenuhan tempah pembuangan sampah dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendapat data ketinggian sampah dan memanfaatkan jaringan radio untuk berkomunikasi dengan data yang diperoleh. Untuk berkomunikasi dengan data yang diperoleh menggunakan konsep *Wireless Sensor Network* (WSN) dengan menggunakan perangkat NRF agar dapat mengirim data hasil ketinggian dari tempat pembuangan sampah ke server.

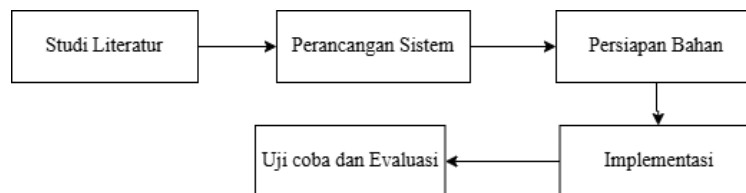
Taman Sekartaji mempunyai banyak tempat sampah, tempat sampah diletakan disetiap sudut masing-masing tempat. Sampah yang dihasilkan di Taman Sekartaji semakin hari semakin meningkat terutama dihari libur, hal ini menyebabkan tempat sampah cepat penuh serta kurang tahu petugas sampah bahwa tempat sampah sudah penuh.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dikembangkanlah sebuah prototipe Sistem Monitoring Tempat Sampah di Taman Sekartaji berbasis ESP32 dan sensor ultrasonik. Tempat sampah ini dirancang agar dapat mengirimkan informasi kepenruhan sampah berupa notifikasi dan keterangan ke *smartphone* petugas kebersihan di Taman Sekartaji. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai server untuk menyimpan data yang terhubung ke cloud, serta sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenruhan sampah. Notifikasi akan dikirim melalui aplikasi Blynk IoT yang telah diinstal di perangkat *smartphone* petugas kebersihan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Langkah Penelitian

Tahapan penelitian digambarkan dalam bentuk flowchart pada Gambar 1. Proses penelitian dimulai dengan mempelajari literatur, diikuti dengan perancangan sistem serta persiapan alat dan bahan. Selanjutnya, penelitian dilakukan dengan menyusun dan membuat program, kemudian dilanjutkan dengan percobaan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik. Jika hasil pengujian alat dan program positif, maka proses dilanjutkan dengan analisis dan pembahasan.



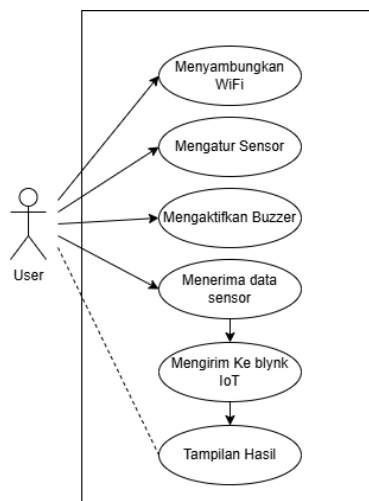
Gambar 1. *Flowchart* penelitian

1. Studi Literatur
Pada tahap ini, sumber referensi dikumpulkan, termasuk observasi lapangan, artikel, jurnal, dan berbagai sumber lainnya sebagai dasar dalam proses pembuatan alat.
2. Perancangan Sistem
Tahap ini melibatkan perancangan sistem yang mencakup desain program, model alat, serta cara kerja alat.
3. Persiapan Bahan
Pada tahap ini, semua bahan yang diperlukan mulai dikumpulkan.
4. Implementasi Penelitian
Tahap ini meliputi perakitan komponen sesuai desain yang telah direncanakan. Selanjutnya, program dibuat dan dikombinasikan dengan alat yang dirakit, kemudian dilakukan pengujian awal terhadap alat.
5. Uji Coba dan Evaluasi
Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap alat yang telah diimplementasikan, hasil pengujian dicatat pada hasil dan evaluasi.

2.2 Rancangan Sistem

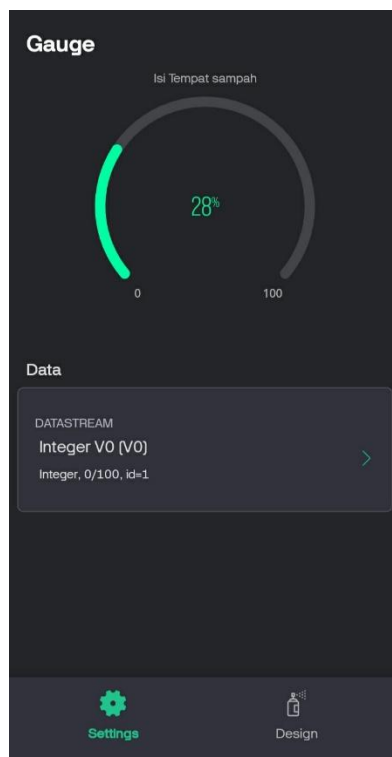
1. Arsitektur Alat
 - a. Sensor Ultrasonik HC SR04 mengukur jarak antara tutup tempat sampah dan sampah di dalamnya.
 - b. ESP32 sebagai mikrokontroler yang menerima data dari sensor ultrasonik dan memprosesnya.
 - c. Buzzer sebagai indikator diletakkan saat tempat sampah penuh.
 - d. Powerbank/baterai digunakan untuk memberikan daya kepada perangkat yang digunakan.
 - e. Aplikasi Blynk IoT untuk melihat tingkat kepenruhan tempat sampah oleh user melalui *smartphone*.

Pada gambar 2. merupakan *use case* diagram dari sistem yang akan dibuat, alat ini memiliki alur kerja dengan cara ESP32 menerima data dari sensor ultrasonik dan mengolahnnya, setelah diolah data akan dikirimkan kepada pengguna melalui aplikasi blynk yang dapat dilihat langsung oleh pengguna melalui *smartphone*.



Gambar 2. Use case diagram

Sementara untuk tampilan *interface* sistemnya kita menggunakan tampilan sistem yang telah disediakan oleh aplikasi Blynk IoT yang dimana kita dapat memilih tampilan yang sesuai dengan kebutuhan kita sendiri. Pada gambar 3. Menunjukkan tampilan interface/UI yang akan kita gunakan nantinya pada sistem ini.



Gambar 3. Tampilan UI pada Aplikasi Blynk IoT

2.3 Pengacuan Pustaka

Penelitian yang terdahulu mengenai monitoring kepenuhan isi tempat sampah [5] yang menggunakan sensor ultrasonik, masih menggunakan Arduino Uno sebagai base sistem, belum menggunakan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Blynk IoT sebagai penerima notifikasi.

Pada penelitian lainnya mengenai sistem pendeteksi kepenuhan tempat sampah dengan sensor ultrasonik [6], sistem ini mengikuti penelitian tersebut dengan menambahkan beberapa peerubahan yang belum terdapat pada sistem yang terdahulu, yang memudahkan petugas untuk memonitoring tempat sampah tanpa harus melakukan pengecekan satu persatu tempat sampah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh informasi yang mendalam tentang teknologi IoT dan sensor ultrasonik dalam pemantauan kebersihan, khususnya sistem deteksi kepenuhan sampah. Studi ini mencakup analisis jurnal, artikel ilmiah, serta observasi lapangan di Taman Sekartaji, Kediri, guna mengidentifikasi kebutuhan spesifik di lapangan dan mengevaluasi metode serupa yang telah dikembangkan oleh peneliti lain.

Langkah selanjutnya adalah perancangan sistem, di mana peneliti merancang model dan alur kerja alat berdasarkan komponen yang akan digunakan, termasuk sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32. Sistem dirancang agar ESP32 dapat memproses data dari sensor ultrasonik yang mengukur ketinggian sampah, lalu mengirimkannya ke aplikasi Blynk IoT pada smartphone petugas kebersihan. Pada tahap ini, peneliti juga membuat diagram alir dan desain interface pada aplikasi Blynk IoT, menyesuaikan dengan kebutuhan tampilan bagi pengguna.



Gambar 4. Konfigurasi sistem

Tahap ketiga adalah persiapan bahan, di mana semua komponen, seperti sensor ultrasonik, ESP32, buzzer, baterai, dan aplikasi Blynk IoT, dikumpulkan sesuai desain. Implementasi sistem kemudian dilakukan dengan merakit semua komponen dan menghubungkannya melalui konfigurasi program. ESP32 diprogram agar dapat membaca data dari sensor, mengolah data tersebut, dan mengirimkan notifikasi melalui Wi-Fi ke aplikasi Blynk.



Gambar 5. Prototipe sistem

Pada tahap akhir, dilakukan uji coba terhadap prototipe sistem yang sudah dirakit. Uji coba ini bertujuan untuk memverifikasi akurasi sensor dalam mendeteksi tingkat kepenuhan sampah, stabilitas koneksi Wi-Fi dalam pengiriman data, serta responsivitas aplikasi Blynk IoT dalam menampilkan notifikasi kepada petugas kebersihan. Data dari hasil uji coba dicatat untuk dianalisis lebih lanjut, sehingga dapat dievaluasi apakah sistem sudah berjalan optimal atau membutuhkan penyesuaian tambahan. Metode ini diharapkan dapat memberikan hasil yang efisien dan akurat dalam pengelolaan kebersihan taman dengan cara yang lebih modern dan otomatis.

Hasil yang didapat dari pengujian sistem ini antara lain:

1. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah secara efektif dalam kondisi normal. Data ketinggian sampah ditampilkan dalam aplikasi Blynk melalui gauge yang menunjukkan persentase kepenuhan dari 0% hingga 100%. Sistem ini memberikan kemudahan bagi petugas kebersihan untuk memantau kondisi tempat sampah tanpa harus melakukan pengecekan manual.
2. Namun, sensor mengalami kesulitan dalam memberikan hasil pembacaan yang akurat jika sampah di dalam tempat sampah tidak merata. Hal ini menunjukkan bahwa posisi dan distribusi sampah memengaruhi akurasi data yang diperoleh dari sensor.

3. Sistem berhasil mengaktifkan buzzer sebagai alarm ketika tingkat kepenuhan tempat sampah mencapai atau melebihi 80%. Alarm ini memberikan tanda langsung kepada petugas kebersihan untuk segera mengosongkan tempat sampah, sehingga dapat mencegah penumpukan sampah secara berlebihan.

4. SIMPULAN

Prototipe sistem yang dikembangkan berhasil mendeteksi kepenuhan tempat sampah secara real-time menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32. Aplikasi Blynk IoT memudahkan petugas kebersihan untuk memantau kondisi tempat sampah di Taman Sekartaji tanpa pengecekan manual, sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan kebersihan di area publik. Sistem ini efektif dalam membantu pengelolaan sampah dengan memberikan notifikasi langsung saat tempat sampah penuh, yang secara signifikan mengurangi risiko penumpukan sampah. Meskipun begitu, sistem ini masih memiliki kelemahan karena bergantung pada koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data.

5. SARAN

Penelitian lanjutan disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan energi alternatif, seperti panel surya, agar sistem lebih efisien dalam penggunaan daya. Selain itu, pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan sensor bau untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi jenis sampah yang ada. Implementasi sistem ini di lebih banyak area publik juga diusulkan untuk mengukur efektivitas dan keberhasilannya pada skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asyikin, A.N., Syahidi, A.A. and Subandi (2020) „Design and Implementation of Different Types of Smart Dustbins System in Smart Campus Environments”, 196(Ijcse), pp. 1–7. doi:10.2991/aer.k.201124.001
- [2] Candra, S. K., Susanto, E., & Murti, M. A. (2015). Desain dan Implementasi Wsn pada Tempat Sampah dalam Gedung Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Rf Modul Zigbee dengan Topologi Cluster Tree. e Proceeding of Engineering : Vol.2, No.2 Agustus 2015, 1917.
- [3] Sohor, S. et al.(2020) „Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultrasonik Dengan Notifikasi Telegram”, Jurnal Ilmu Komputer, 9(2), pp. 154–160. doi:10.33060/jik/2020/vol9.iss2.182.
- [4] Almuchlisin, Jati, A. N., & Ahmad, U. A. (2016). Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring untuk Pelaporan Sampah Berbasis Teknologi Embedded. e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.1 April 2016, 666. [6]Prasetya, E.. 2006. Case Based Reasoning untuk mengidentifikasi kerusakan bangunan. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer. Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] Islamy, C. C. (2023, May). Rancang bangun monitoring volume dan segregasi sampah dengan sensor ultrasonic. In Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa (Vol. 2, No. 1, pp. 762-777). [8] Wallace, V. P., Bamber, J. C. dan Crawford, D. C. 2000. Classification of reflectance spectra from pigmented skin lesions, a comparison of multivariate discriminate analysis and artificial neural network. *Journal Physical Medical Biology*. No.45. Vol.3. 2859-2871.
- [6] Ratnawati, F., & Musri, T. (2020). Prototype Sistem Monitoring Tempat Sampah di Gedung Politeknik Negeri Bengkalis Berbasis Mikrokontroler. *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, 6(1), 80-88. [10] Chakraborty, RC. 2010. Expert System : AI Course Lecture. http://www.myreaders.info/07_Expert_Systems.pdf diakses pada tanggal 10 Mei 2016.