

PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI DAN MONITORING BAK SAMPAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DI KLINIK SYAIKH ZAINUDDIN NW ANJANI LOTIM

¹Misnun, Lalu Puji Indra Kharisma, Muhammad Izzul Anshori

²STMIK Syaikh Zainuddin NW Lotim : missmisnun@gmail.com

³STMIK Syaikh Zainuddin NW Lotim : lalupujii@gmail.com

⁴STMIK Syaikh Zainuddin NW Lotim : izzulansori@gmail.com

*Korespondensi : lalupujii@gmail.com

Abstract: In the era of ever-evolving information technology, the Internet of Things (IoT) has played a crucial role in developing intelligent solutions to various challenges in everyday life. One area that has received intense attention is waste management, which is becoming increasingly complex with population growth and urbanization, especially in the healthcare sector. Waste management issues are a significant challenge in healthcare facilities such as clinics, where medical and domestic waste must be properly managed to prevent health risks and environmental pollution. This research aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based waste bin monitoring and automation system at the Syaikh Zainuddin NW Anjani Clinic in East Lombok. Although there are trash bins available based on their types, there is still a tendency for some people to dispose of trash in a way that does not match its classification. This mismatch can cause the trash bin to fill up faster, and when the trash bin has reached its maximum capacity, there is a buildup of trash. Delays in collection by cleaning staff can result in serious environmental problems. The increasing pile of trash can cause unpleasant odors, potentially spread disease, and cause other losses. Therefore, more efficient and responsive waste management measures are needed to overcome this challenge.

Keywords: trash bin, ultrasonic sensor, servo motor, LED light



Copyright: © 2025 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Abstrak: Dalam era teknologi informasi yang terus berkembang, internet of things (IOT) telah memainkan peran krusial dalam membentuk solusi-solusi cerdas untuk berbagai tantangan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu bidang yang mendapatkan perhatian intens adalah manajemen sampah, yang menjadi semakin kompleks seiring pertumbuhan populasi dan urbanisasi terutama pada bidang kesehatan. Masalah pengelolaan limbah menjadi tantangan penting di fasilitas layanan kesehatan seperti klinik, dimana sampah medis dan domestik harus dikelola dengan baik untuk mencegah resiko kesehatan dan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan otomatisasi bak sampah berbasis internet of things (IOT) di klinik Syaikh Zainuddin NW Anjani Lombok Timur. Meskipun tersedia tempat sampah berdasarkan jenisnya, masih terdapat kecenderungan bagi sebagian orang untuk membuang sampah secara tidak sesuai dengan klasifikasinya. Ketidaksesuaian ini dapat menyebabkan tempat sampah penuh lebih cepat, dan saat ini tempat sampah telah mencapai kapasitas maksimum, terjadi penumpukan sampah. Keterlambatan dalam pengambilan oleh petugas kebersihan dapat mengakibatkan masalah lingkungan yang serius. Tumpukan sampah yang semakin meningkat dapat menimbulkan bau tidak sedap, berpotensi menyebarkan penyakit, dan menimbulkan kerugian lainnya. Oleh karena itu, diperlukan tindakan pengelolaan sampah yang lebih efisien dan responsif untuk mengatasi tantangan ini.

Kata kunci: tempat sampah, sensor ultrasonik, motor servo, lampu LED

1. Pendahuluan

Permasalahan sampah selalu menjadi hal yang mengganggu lingkungan, misalnya dari dampak negatif yang ditimbulkan karena dapat membuat sumber penyakit dan menurunkan kualitas serta ke higienisan lingkungan. Keberadaan sampah selalu dianggap sebagai masalah yang remeh oleh masyarakat, masih banyak sampah yang berserakan dimana-mana terutama disekitar tempat sampah itu sendiri. Lingkungan kotor yang diakibatkan oleh sampah bisa membawa dampak buruk, baik itu terhadap manusia maupun terhadap lingkungan. Dampak akibat sampah tidak hanya merusak kelestarian lingkungan, tapi juga dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Pencemarannya mulai dari udara, air, tanah, maupun kontak dengan organisme lain bisa menimbulkan penyakit bagi manusia.

Pengelolaan limbah, khususnya di fasilitas layanan kesehatan seperti klinik, merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kebersihan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Sampah yang dikelola dengan tidak baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan, mulai dari bau tidak sedap hingga resiko penyebab penyakit akibat kontaminasi limbah medis. Klinik Syaikh Zainuddin yang memberikan layanan kesehatan kepada masyarakat, menghadapi tantangan serupa dalam hal pengelolaan sampah.

Saat ini, sistem pengelolaan sampah di Klinik Syaikh Zainuddin masih menggunakan metode konvensional yang bergantung pada inspeksi manual untuk mengetahui kapasitas bak sampah. Metode ini kurang efisien dan berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam proses pembuangan sampah, sehingga meningkatkan resiko pencemaran lingkungan dan ketidaknyamanan bagi pasien serta tenaga medis. Selain itu, jumlah sampah yang dihasilkan di fasilitas kesehatan cenderung meningkat seiring bertambahnya jumlah pasien dan aktivitas medis. Sampah medis, seperti perban bekas, jarum suntik, dan limbah farmasi memerlukan penanganan yang lebih hati-hati karena berpotensi menimbulkan bahaya biologis dan kimiawi. Pengelolaan limbah yang tidak optimal dapat menciptakan masalah lingkungan yang serius, seperti pencemaran tanah dan air, serta memperburuk kondisi kebersihan di area sekitar klinik. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih inovatif dan terotomasi untuk menangani masalah ini.

Seiring dengan perkembangan teknologi, Internet Of Things (IOT) telah menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi berbagai sistem, termasuk pengelolaan sampah. Hampir semua pekerjaan dapat dilakukan menggunakan komputer, kita dapat mengakses dunia melalui internet dan Internet Of Things (IOT) juga mendapatkan banyak perhatian. Istilah Internet Of Things (IOT) mengacu pada arsitektur berbasis internet yang dapat mendukung pertukaran layanan, informasi, dan data di milyaran benda pintar. IOT memungkinkan koneksi di antara benda-benda dan dapat membuat kehidupan manusia menjadi lebih nyaman dan efisien.

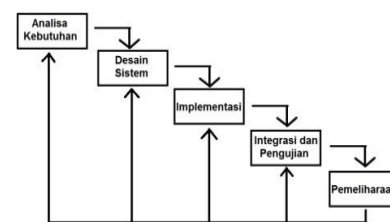
Perkembangan teknologi juga menyentuh aspek kepedulian terhadap masalah lingkungan dengan adanya tempat sampah pintar atau biasa disebut dengan smart trash. Tempat sampah yang dulunya mempunyai fungsi tunggal sebagai tempat penampung sampah saja, kini telah dipadukan dengan teknologi dengan menambahkan fungsi tertentu. Baik berupa otomatisasi buka tutup pada tempat sampah sampai pengiriman informasi keadaan tempat sampah kepada petugas kebersihan sehingga dapat lebih efisien karena tidak perlu menunggu laporan manual dari warga atau pasien.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perancangan sistem yang akan dibuat yaitu sistem monitoring dan otomatisasi bak sampah atau smart trash, yang dapat

membuka menutup secara otomatis, mengukur kelembaban sampah dan dapat mendeteksi ketika sampah sudah penuh kemudian mengirim dan mengumpulkan data melalui aplikasi mobile.

2. Metode

Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian meliputi prosedur serta langkah-langkah yang ditempuh, sumber data, dan langkah apa data-data tersebut diperoleh kemudian selanjutnya data tersebut akan diolah dan dianalisis. Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Waterfall. Linear Sequential/Waterfall Model adalah model klasik yang mengusung pengembangan sistem yang sistematis, berurutan/sekuensial dimulai pada tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh persyaratan dalam analisis, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian serta pemeliharaan. (Shalahuddin, dkk 2015) Adapun gambar dari Linier Sequential Model/ Waterfall dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. (Metode Waterfall)

Penjelasan setiap tahapan pada metode waterfall di atas adalah sebagai berikut :

Metode penelitian merupakan cara utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang diajukan (Sukandarrumidi, 2012). Penjelasan setiap tahapan pada metode waterfall di atas adalah sebagai berikut :

1. Analisis Kebutuhan

a. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan dengan berbagai cara sebagai berikut:

1) Observasi

Observasi (pengamatan) Menurut Sugiyono (2017, 203) Observasi sebagai teknik pengumpulan data yang mempunyai ciri spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lainnya. Observasi dilakukan dengan melihat langsung di bagan kesehatan, yaitu di klinik Syaikh Zainuddin NW Anjani bagaimana kondisi pengelolaan bak sampahnya dan lingkungan sekitar klinik yang dapat digunakan untuk menentukan faktor layak yang didukung dengan adanya wawancara dan kuesioner mengenai analisis jabatan Tempat Penelitian.

2) Wawancara

Wawancara merupakan Teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara pengumpul data terhadap narasumber / sumber data. Kegiatan wawancara dilakukan terhadap petugas kebersihan di Klinik Syaikh Zainuddin NW Anjani Lotim untuk

memperoleh data dan informasi terkait dengan cara pengelolaan sampah di Klinik. Dalam pelaksanaan wawancara, ada beberapa point penting yang peneliti dapatkan yaitu mengenai sistem pengelolaan sampah di klinik dan kendala utama yang sering terjadi akibat sampah. Adapun sistem pengelolaan sampah di klinik Syaikh Zainuddin masih manual yaitu menggunakan bak sampah biasa tanpa menggunakan alat teknologi apapun, dan apabila bak sampah dalam keadaan penuh atau kondisi tertentu penjaga kebersihan untuk memantaunya setiap pagi. Sedangkan untuk kendala terkait dengan sampah adalah mobil pengangkut sampah kadang lambat untuk mengangkat sampah yang telah penuh.

3) Studi Pustaka

Mengumpulkan data dengan cara mencatat atau membaca dari buku-buku yang sesuai dengan pokok permasalahan ataupun referensi lain, sebagian besar informasi diambil dari situs-situs internet, jurnal dan sisanya dari buku cetak berupa hasil penelitian orang lain yang berhubungan dengan tugas ini.

b. Analisis Kebutuhan Sistem

Adapun beberapa kebutuhan yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun kebutuhan perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 2.1. Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan	Spesifikasi
Mengupload kode pemrograman	Arduino IDE
Skema Rangkaian	Fritzing
Browser	Google Chrome
Sistem Operasi	Windows 11
Bahasa Pemrograman	C/C++
Pengujian/Simulasi	https://www.wokwi.com

1) Kebutuhan *Hardware* (Perangkat Keras)

Adapun kebutuhan *hardware* atau perangkat keras dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan	Spesifikasi
Laptop	Dell Latitude E7450
RAM	8 Gb
LCD	14 Inch
Prosesor	Intel core i5 15 pro

2) Kebutuhan Alat

Adapun alat yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3. Kebutuhan Alat

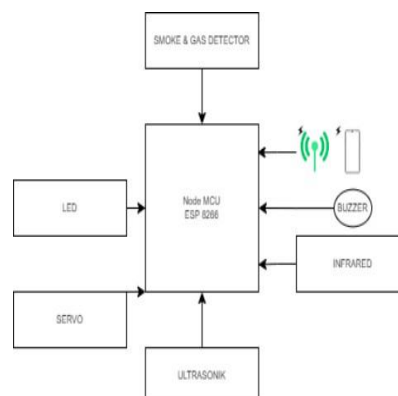
Kebutuhan	Spesifikasi
Mikrokontroler	ESP32
Servo	Motor Servo
LED	Merah
Sensor	Inframerah,HC-SR04,MQ-2
Tempat Sampah	-

2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini,sistem dirancang berdasarkan spesifikasi kebutuhan yang telah dikumpulkan seperti merancang diagram blok sistem dan hubungan antar komponen,membuat diagram alur (flowchart),algoritma sistem dan skema rangkaian dari sistem yang akan dibuat.Dengan tujuan untuk menentukan bagaimana komponen perangkat lunak untuk bekerja bersama. Perancangan sistem digunakan untuk memperlihatkan bagaimana aliran informasi sistem dan alur sistem dalam sistem yang akan dibuat meliputi :

a. Blok Diagram

Diagram blok ini adalah penjelasan tentang bagaimana setiap komponen pada alat pemantauan tempat sampah terhubung.Diagram proses alat pemantauan bak sampah dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. (Diagram Blok Bak Sampah)

Beberapa bahan dan sistem prototipe sistem otomatisasi dan monitoring bak sampah berbasis IOT berikut dengan kegunaanya :

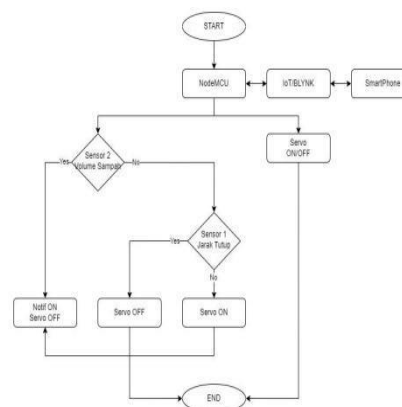
- Node MCU digunakan sebagai otak untuk mengontrol beberapa komponen elektronika yaitu motor servo,sensor ultrasonik,sensor MQ 2,buzzer dan LED.
- Led digunakan untuk memberikan pertanda bahwa apabila sampah dalam keadaan penuh,maka lampu LED akan menyala.
- Moor servo di atur bergerak mendapatkan singal PMW yang apabila tangan didekatkan dengan ir maka penutup bak sampah akan terbuka.
- Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi kadar kepenuhan sampah yang nanti akan dikirim singal ke LED apabila bak sampah dalam keadaan penuh.

- Sensor Inframerah digunakan sebagai pendeteksi apabila seseorang ingin membuang sampah maka penutup bak sampah akan terbuka secara otomatis.
- MQ2 digunakan sebagai pendeteksi bak sampah tatkala terdeteksi gas beracun atau berlebihan yang menimbulkan gejala kebakaran.
- Buzzer adalah penanda jikalau terdeteksi gas oleh sensor MQ2 maka buzzer akan menyala dan mengeluarkan suara.

b. Flowchart

Gambaran umum tentang alur proses dalam sistem pemantauan bak penampungan sampah berbasis IOT. Mikrokontoler NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pusat kontrol. Adapaun cara kerja dan operasi sistem ini adalah sebagai berikut :

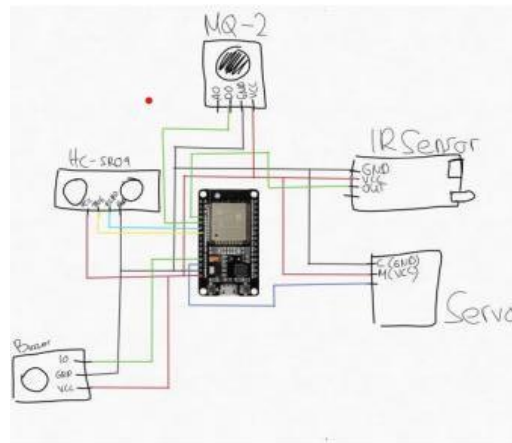
- Sistem ini beroperasi secara otomatis. Ketika perangkat diaktifkan, sensor ultrasonik 1 akan mengukur jarak untuk mengontrol pembukaan penutup bak sampah secara otomatis.
- Jika sampah yang berada di dalam bak sampah mencapai 90 %, sensor akan memberikan sinyal kepada motor servo untuk membuka penutup bak sampah.
- jika sampah yang berada di dalam bak sampah tidak mencapai 90%, penutup bak sampah tetap tertutup.
- Sensor inframerah yang terletak disamping bak penampungan sampah berperan dalam mendeteksi jarak pengguna dari bak sampah. Jika jarak pengguna dari bak sampah < 5 cm maka servo dengan otomatis membuka penutup sampah.
- jika jarak dari pengguna ke bak sampah > 5 cm maka penutup dari bak sampah akan tetap tertutup. Flowchart ini dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3. (Flowchart)

c. Skema Rangkaian

Skema rangkaian prototype sistem otomatisasi dan monitoring bak sampah berbasis IOT dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4. (Skema Rangkaian Bak Sampah Berbasis IOT)

Pada perancangan perangkat keras diatas cara kerjanya adalah sebagai berikut :

- Motor servo di kontrol oleh ESP32 dengan menggunakan singal PMW(Pulse Width Modulation) yang diatur untuk bergerak ketika terdeteksi tangan oleh sensor inframerah.
- MQ2 sensor gas yang dapat mendeteksi gas-gas tertentu seperti LPG,propane dan hidrogen,yang apabila terdeteksi maka akan mengirimkan singal ke buzzer dan akan mengeluarkan suara peringatan berbahaya.
- Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi kadar kepenuhan bak sampah,yang apabila sampah dalam keadaan penuh maka akan memberikan notifikasi melalui smatphone.

3. Implementasi

Pada tahap ini mengintegrasikan perangkat keras dan aplikasi monitoring dan membuat pemrograman ESP32 menggunakan arduino IDE serta pengembangan aplikasi pemantauan menggunakan aplikasi *blynk*.

4. Pengujian

Tahap ini bertujuan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan.Pada tahap ini menguji sesnor HC-SR04,MQ-2serta pengujian respon buzzer dan LED.Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan (error) dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan keinginan.

5. Pemeliharaan

Tahap terakhir dalam metode *waterfall* adalah pemeliharaan dan perbaikan sistem.Memantau penggunaan sistem di klinik dan memperbaiki jika ada kendala serta mengupdate *software* atau *hardware* jika diperlukan.

3. Hasil

3.1. Hasil Mekanik

Perancangan mekanik dapat direalisasikan dengan baik. Hasil perancangan sistem keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1. (prototype sistem otomatisasi dan monitoring bak sampah)

Gambar di atas menunjukkan tampilan tempat sampah otomatis yang telah dirangkai dengan alat berupa sensor ultrasonik, motor servo, esp32, MQ2, dan sensor inframerah. Adapun penjelasan alur dan cara kerja dari alat bak sampah tersebut adalah sebagai berikut :

- Jika terdeteksi tangan dengan sensor inframerah maka akan mengirimkan sinyal ke motor servo untuk buka tutup bak sampah secara otomatis.
- Terdapat sensor ultrasonik HCSR04 yang berfungsi sebagai pendeteksi kadar kepenuhan sampah dan akan dikirim notifikasi sampah penuh melalui aplikasi blynk
- Sensor MQ2 sebagai pendeteksi gas, jika terdeteksi gas maka MQ2 akan mengirimkan sinyal ke buzzer.

3.2. Hasil Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibangun meliputi pengujian fungsional. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi yang telah dirancang bekerja sesuai dengan kebutuhan yang telah didefinisikan sebelumnya. Berikut adalah hasil dari pengujian tempat sampah otomatis ditunjukkan pada gambar 3.2.1



Gambar 3.2.1. (Rancangan Bak Sampah Otomatis)

Pada racangan bak sampah ini seperti berikut yang dimulai dari sensor inframerah untuk mendeteksi jarak objek yang akan masuk ke kotak sampah. Lalu motor servo akan menggerakkan katup sehingga katup bisa terbuka sehingga sampah tersebut bisa masuk ke bak sampah. Dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi kadar kepenuhan sampah serta sensor MQ2 untuk mendeteksi gas berbahaya di dalam bak sampah.

Hasil pengujian sistem monitoring bak sampah ditunjukkan pada tabel di bawah:

Tabel 3.2.1. Hasil pengujian sensor inframerah dan motor servo otomatis

No	Jarak Tangan Ke Sensor	Respon Sistem	Servo Bergerak	Keterangan
1	10 cm	Tidak	Tidak	Bak Sampah tertutup
2	8 cm	Tidak	Tidak	Bak Sampah Tertutup
3	5 cm	Ya	Ya	Bak Sampah Terbuka
4	3-5 cm	Ya	Ya	Bak Sampah Terbuka

Tabel 3.2.2. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HCSR04 (Kadar Kepenuhan Sampah)

No	Jarak Ke Permukaan Sampah	Persentase Penuh	Respon Buzzer	Keterangan
1	30 cm	0%	Tidak	Kosong
2	25 cm	17%	Tidak	Sedikit Terisi
3	2 cm	100%	Ya	Penuh

Tabel 3.2.3. Hasil Pengujian Sensor MQ2 dan Buzzer

No	Sumber Gas/Uap	Terdeteksi MQ2	Buzzer Aktif	Keterangan
1	Tidak ada gas	Tidak	Tidak	Normal
2	Korek api(uap gas)	Ya	Ya	Berbahaya
3	Gas hilang	Tidak	Tidak	Normal

Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa MQ2 dapat mendeteksi perbedaan konsentrasi gas/asap dengan cukup akurat. Nilai gas meningkat secara signifikan saat sensor didekatkan ke sumber asap atau gas. Pada kondisi udara bersih, nilai analog berada di bawah angka 400, yang menunjukkan tidak ada terdeteksi gas berbahaya. Saat uap dari korek gas dibuka, nilai meningkat kisaran 450-600, namun sistem masih menganggap kondisi ini aman karena belum berada di ambang batas. Namun tatkala kertas yang dibakar oleh korek api maka terdeteksi gas berbahaya dan buzzer akan mengeluarkan bunyi dan mengirim notifikasi ke aplikasi blynk. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi kadar kepenuhan sampah, yang apabila sampah penuh akan mengirimkan sinyal ke buzzer untuk berbunyi. Untuk membedakan antara buzzer berbunyi sampah penuh dan terdeteksi gas berbahaya maka notifikasi akan dikirim melalui aplikasi blynk.

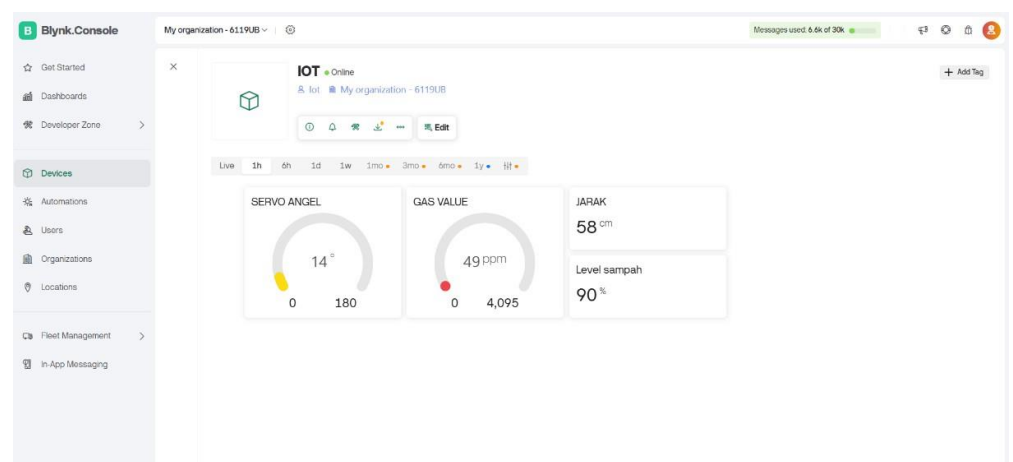
3.3. Pemberitahuan Blynk

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah sistem dapat mengirimkan notifikasi ke blynk atau tidak pada saat proses pembuangan sampah. Sampah pada waktu ditampung dideteksi menggunakan sensor ultrasonik berdasarkan pembacaan jarak antara sensor ultrasonik dan sampah. Nilai set point digunakan untuk apakah ketinggian sampah pada wadah bak sampah sudah maksimum atau belum. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 3.3.1. Hasil pengujian tampilan di aplikasi blynk

No	Kondisi Pengujian	Status Notifikasi
1	Wadah Kosong	Tidak terlihat status
2	Wadah Penuh	Terlihat Status
3	Terdeteksi Gas	Terlihat Status

Berikut adalah hasil pengujian atau tampilan di aplikasi blynk :

**Gambar 3.3.** (Tampilan Status di Blynk)

Hasil pengujian pengiriman tampilan status dan notifikasi berjalan dengan baik, serupa pada pengujian terlebih dahulu yang telah dilakukan dimana alat monitoring dan otomatisasi bak sampah yang diintegrasikan dengan sistem informasi IOT yang dapat memantau keadaan sampah dari jarak jauh secara real time dan memudahkan petugas kebersihan dalam proses pengelolaan sampah.

4. Kesimpulan

Rancang bangun prototipe sistem otomatisasi dan monitoring bak sampah berbasis IOT di klinik Syaikh Zainuddin NW Anjani telah berhasil dilakukan. Proses pengelolaan tempat sampah berhasil dilakukan secara otomatis sehingga dapat memudahkan petugas kebersihan dalam proses pemantauan sampah di klinik Syaikh Zainuddin. Sistem memberikan notifikasi status bak sampah penuh, dan terdeteksi gas berbahaya melalui aplikasi smartphone dan laptop sehingga terpantau dengan mudah. Ucapan Terima Kasih: Di bagian ini, Anda dapat menyertakan dukungan apa pun yang diberikan yang tidak tercakup oleh bagian kontribusi atau pendanaan penulis. Ini mungkin termasuk dukungan administratif dan teknis, atau sumbangan dalam bentuk barang (misalnya, bahan yang digunakan untuk eksperimen).

Referensi

- [1] Al-Hijr, Muh. (2023). Sistem Monitoring Bak Sampah Berbasis IOT
- [2] J Budiharo, Widodo., Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2006
- [3] Fermana (2023). Sensor Ultrasonik HC-SR04
- [4] Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Pintar Menggunakan ESP32 (Vol. 17, Issue 2).
- [5] Ismail, Mualif Anwar. (2020). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet Of Things (IOT) Dengan Sistem Teknologi Informasi
- [6] Permata, Cita Juliad & Kuniawan Yudha. (2019) Aplikasi Monitoring Tempat Sampah Berbasis IOT, Universitas Pajar, Makassar
- [7] Pradana, Alfian Predy. (2023). Project IOT sederhana Tempat Sampah Otomatis Berbasis NodeMCU
- [8] Razor (2021). Buzzer Arduino : Pengertian, Cara Kerja, Dan Contoh Program
- [9] Safitri, A.H. (2021). Prototipe Sistem Kontrol Lampu LED Melalui Jaringan Internet Berbasis Arduino (Vol. 2, Issue 1)
- [10] Suryana (2021). Implementasi Modul Sensor MQ2 Untuk Mendeteksi Adanya Polutan Gas di Udara
- [11] Suryana (2021). Sistem Pendeteksi Objek Untuk Keamanan Rumah Dengan Menggunakan Sensor Infrared
- [12] Wahyudi, Heru Cahyu. (2023). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar (Smart Trash) Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Arduino Uno