

Sistem Monitoring Peninjauan Kapasitas Sampah Via Telegram Berbasis *Internet Of Things* Dengan *Application Development*

Tiara Okta Rina¹, M Nur Fauzan¹, Ocsirendi¹, Yudhi¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : tiaraoktarina131003@gmail.com

Received: 7 Januari 2025; Received in revised form: 8 Januari 2025; Accepted: 15 Januari 2025

Abstract

Internet of things (IoT) is a concept where various physical devices are interconnected and communicate through the internet. These devices can also be managed through applications on smartphones, not only that IoT can also collect data from the surrounding environment through sensors from this data can be analyzed to provide insight or automate actions. The sensors in this final project include loadcell sensors, MQ-135 sensors, and ultrasonic sensors. The method used is the application development method which refers to a systematic approach used in designing, developing, testing, and implementing application software. The results show that using the application development method can be easily understood by users, one of the application software that can be applied is the telegram application. The system must be designed to collect, process, and send data efficiently, including proper sensor calibration and system tests to ensure accuracy. In addition, it is necessary to implement a reliable communication system to report information in real-time and provide a monitoring system that can provide appropriate notifications and analysis

Keywords: *Application Development, Internet of Things, MQ-135, Ultrasonik, Telegram*

Abstrak

Internet of things (IoT) adalah konsep dimana berbagai perangkat fisik yang saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet. Perangkat ini juga dapat diatur melalui aplikasi di smartphone, tak hanya itu IoT juga dapat mengumpulkan data dari lingkungan sekitar melalui sensor dari data ini dapat dianalisis untuk memberikan wawasan atau mengotomatisasi tindakan. Adapun sensor yang pada proyek akhir ini antara lain sensor loadcell, sensor MQ-135, serta sensor ultrasonik. Adapun metode yang digunakan merupakan metode application development yang merujuk pada pendekatan sistematis yang digunakan dalam merancang, mengembangkan, menguji, dan menerapkan perangkat lunak aplikasi. Hasil menunjukkan bahwa menggunakan metode application development dapat dipahami dengan mudah oleh pengguna, salah satu perangkat lunak aplikasi yang dapat diterapkan yaitu aplikasi telegram. Sistem harus dirancang untuk mengumpulkan, memproses, dan mengirim data secara efisien, termasuk kalibrasi sensor yang tepat dan uji sistem untuk memastikan akurasi. Selain itu, perlu diimplementasikan sistem komunikasi yang handal untuk melaporkan informasi secara real-time dan menyediakan sistem pemantauan yang dapat memberikan notifikasi dan analisis yang sesuai.

Kata kunci: Application Development, Internet of Things, MQ-135, Ultrasonik, Telegram

1. PENDAHULUAN

Kebersihan lingkungan merupakan salah satu tolak ukur kualitas hidup masyarakat. Sampah merupakan masalah serius, jumlah sampah dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk [1]. Sampah menjadi masalah yang sering produksi dan puskesmas. Hal ini menyebabkan

pencemaran lingkungan yang substansial. Pencemaran terjadi akibat kurangnya pemahaman dalam pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah yang tidak dilakukan secara benar akan mengakibatkan terjadinya peningkatan volume sampah.

Meningkatnya volume sampah dapat menyebabkan berbagai polusi seperti polusi tanah, polusi udara dan polusi air. Volume

sampah yang bertambah juga dapat berdampak pada kerusakan lingkungan yang mengakibatkan terjadinya bencana. Biasanya terdapat petugas kebersihan yang bertugas mengambil sampah sebagai upaya pencegahan menumpuknya sampah. Namun, pengambilan sampah memiliki jadwal yang telah ditetapkan, sehingga apabila sampah terisi penuh dan tidak terdapat jadwal pengambilan sampah maka tempat sampah akan menjadi kumuh karena sampah berserakan di sekelilingnya. Pembersihan sampah yang ditangani oleh petugas masih mengalami keterlambatan, dalam pemeriksaan sampah masih dilakukan secara manual.

Untuk mengatasi penumpukan sampah akan terlambatnya pengambilan oleh petugas sampah maka dengan adanya setiap tempat sampah akan dipasang sensor ultrasonic yang nantinya akan mengirimkan informasi kedalam bentuk data ke aplikasi telegram. Penggunaan telegram dilatarbelakangi karena Telegram mempunyai fungsi telegram bot, fungsi dari telegram bot adalah untuk menerima perintah, yang dikirim oleh pengguna ke sebuah perangkat yang didaftarkan yaitu mikrokontroler. Sebagai modul utama yang berfungsi sebagai pengendali modul modul lainnya, telegram menggunakan identitas dari telegram bot yang telah dibuat.

Adapun penelitian sebelumnya yang mana sistem monitoring kapasitas sampah telah dibuat menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian sampah dan Platform Tinger IO pada monitoring ketinggian sampah. Namun masih terdapat kelemahan seperti pada sistem monitoring hanya dapat melihat kapasitas sampah, apabila sampah sudah penuh dan belum diperiksa, maka tidak dapat terdeteksi secara langsung yang menyebabkan keterlambatan dalam penanganan sampah.

Dari penjelasan paragraf sebelumnya diperlukan adanya sistem yang dapat mengukur kapasitas sampah sebagai upaya pencegahan penumpukan sampah dan terdapat notifikasi pengingat tempat sampah terisi penuh. Maka dari itu, proyek akhir kami dengan judul "Sistem Monitoring Dan Peninjauan Kapasitas Sampah Via Telegram Berbasis Internet Of Things Dengan Metode Application Development" yang dibekali sensor ultrasonik sebagai pendeteksi

ketinggian sampah, sensor loadcell sebagai pendeteksi berat sampah, sensor MQ135 sebagai pendeteksi kadar gas amonia yang dihasilkan oleh sampah. Tempat sampah yang terisi penuh dapat diketahui dari notifikasi serta monitoring dapat dilakukan via telegram. Dengan adanya alat ini diharapkan memiliki banyak keunggulan juga terjangkau dibiaya produksi sehingga dapat diperbanyak untuk mengembangkan teknologi ramah lingkungan. Serta mempermudah petugas kebersihan.

1.1 Internet Of Things (IoT)

Internet Of Things (IoT) sebuah konsep di mana koneksi internet bisa berhubungan satu sama lain terhadap lingkungan sekitar seperti peralatan rumah tangga, kendaraan ataupun manusia. Adanya *Internet Of Things (IoT)* dapat menyediakan dan mendukung sarana *Smart City, Smart Healthcare, Smart Transportation, Smart Home and Building* [2].

1.2 Telegram Bot

Telegram bot merupakan suatu bot ataupun robot yang telah deprogram menggunakan berbagai perintah guna mengeksekusi rangkaian intruksi dari pengguna. Bot yang digunakan berupa akun Telegram yang dijalankan oleh *software* yang didukung dengan fitur *AI (Artificial Intelegent)*. Pada proses pembuatan bot Telegram terdapat dua cara yakni *webhook* dan *long polling*. Kedua metode pengujian tersebut memanfaatkan parameter waktu respon yakni kisaran waktu dari penggunaan yang diperlukan berawal dari pengguna melakukan *command* atau *request* hingga pengguna menerima balasan dari bot telegram. Selanjutnya, metode *long polling server* akan mengecek secara periodik ke bot apakah ada yang masuk, jika ada yang masuk server akan menjalankan perintah berdasarkan pesan permintaan yang dikirim oleh pengguna. Kemudian, metode *webhook server* akan terletak pada suatu hosting dan penggunaan wajib *https*. Sehingga bot yang disimpan dalam server dapat diakses oleh pengguna lainnya [3]

1.3 Sensor Ultrasonik HC SRF-04

Sensor Ultrasonik HC SRF-04 memiliki prinsip kerja yaitu transmitter akan mengirimkan sebuah gelombang ultrasonic kemudian diukur menggunakan waktu yang dibutuhkan hingga muncul pantulan dari objek [4].

1.4 Sensor MQ-135

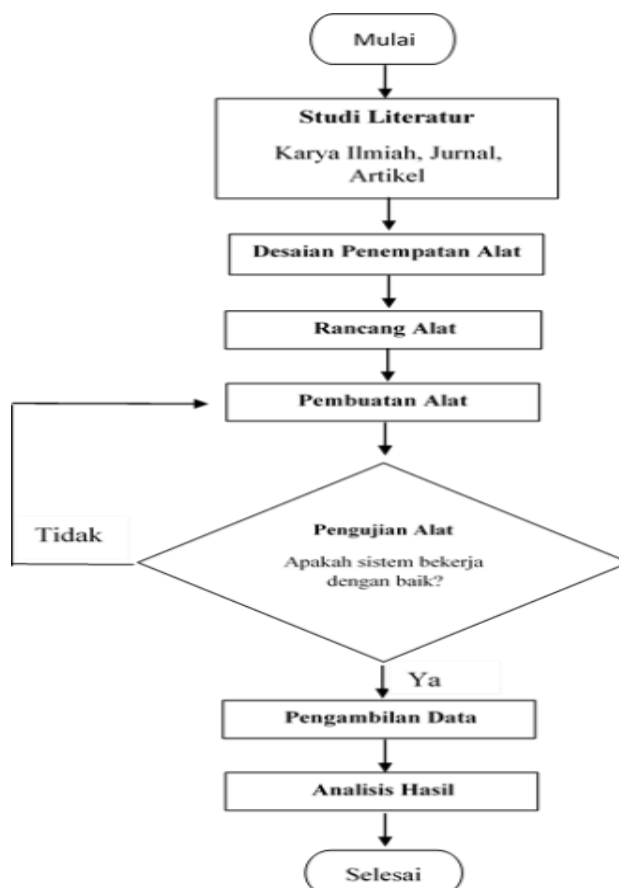
Sensor MQ1-35 merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi keberadaan gas tertentu dalam lingkungan. Ketika gas tertentu terdeteksi maka gas tersebut bereaksi dalam elemen sensitif didalam sensor dan menyebabkan perubahan resistansi pada elemen tersebut, perubahan ini diukur dan dianalisis untuk menentukan ekstensi gas yang dideteksi. Sensor MQ-135 dapat mendeteksi gas dalam jumlah yang sangat kecil, serta memiliki respons yang

cepat terhadap perubahan konsentrasi gas dan sensitivitas terhadap jenis gas yang berbahaya. Gas yang dapat terdeteksi gas Ammonia (NH₃), Natrium dioksida (NO_x), Karbon dioksida (CO₂), Benzena (C₆H₆), Sulfur hidroksida (H₂S), gas berbahaya lainnya dan asap. Sensor ini memiliki pin output analog dan digital layaknya sensor seri MQ lainnya. Apabila tingkat gas di udara melampaui ambang batas maka pin digital menjadi HIGH. Pin keluaran analog berfungsi sebagai keluaran tegangan analog yang dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan tingkat gas yang ada di udara [5].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Flowchart Alur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan alur penelitian. Gambar 1 adalah flowchart alur penelitian.

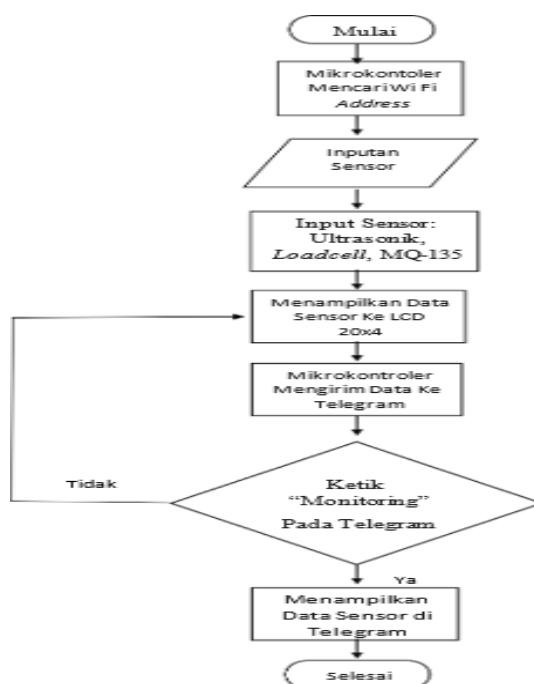


Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

2.2 Flowchart Alur Kerja Alat

kerja alat

Gambar 2 merupakan flowchart alur



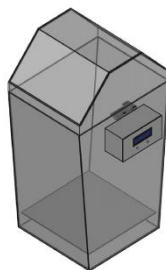
Gambar 2. Flowchart Alur Kerja Alat

2.3. Desain Penempatan Sensor

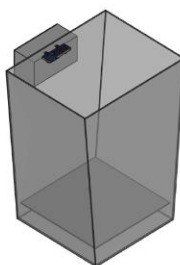
Dalam penelitian ini dibutuhkan perencanaan dalam penempatan sensor terhadap tempat sampah

Perencanaan dalam penempatan sensor ini diperlukan untuk memudahkan

dalam proses pengerjaan penelitian ini sehingga dapat mempertimbangkan segala aspek seperti bentuk, jarak serta posisi peletakan sensor.



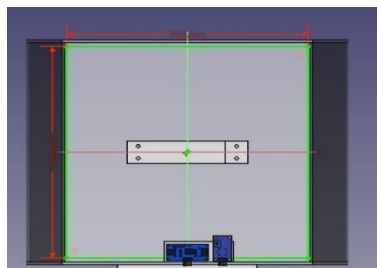
Gambar 3. Desain Tempat Sampah



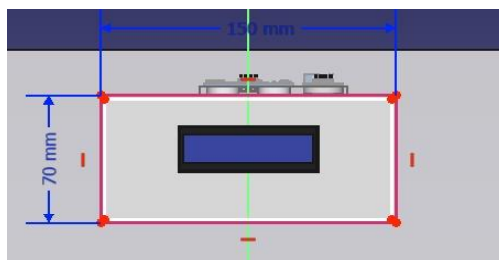
Gambar 4. Tampak Dalam Tempat Sampah

Pada Gambar 4 tampak dalam tempat sampah terdapat penempatan sensor *loadcell* dibagian bawah. Yang Dimana sensor *loadcell* berfungsi sebagai alat untuk mengukur berat sampah dari tekanan yang dihasilkan oleh sampah lalu tekanan tersebut dikonversi menjadi arus Listrik, lalu diterjemahkan menjadi bentuk digital / angka secara akurat dan presisi.

Dengan membuat dimensi pada Gambar 5 terhadap penempatan sensor : sensor *loadcell* dapat mempermudah dalam penganalisaan data serta mempermudah menempatkan sensor *loadcell* pada tempat sampah.



Gambar 5. Dimensi Sensor Loadcell



Gambar 6. Dimensi Pada Sensor Ultrasonik

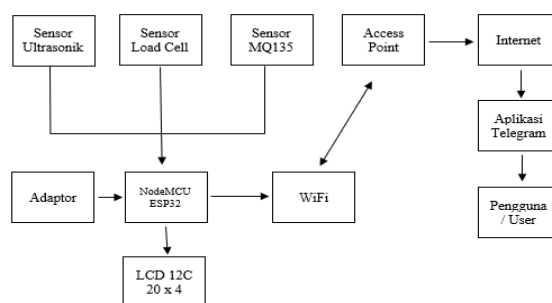
Gambar 6 merupakan desain dimensi sensor ultrasonic sebagai pendeteksi ketinggian sampah. Penempatan sensor ultrasonic disini sangat krosial dikarenakan membutuhkan

perhitungan dari jarak sensor ke dasar tempat sampah atau alas dari sensor sensor *loadcell*

2.4 Sistem Kerja Alat

Blok diagram menjadi sistem utama, proses utama serta hubungan kerja antara komponen yang dirangkai. Gambar 7

merupakan blok diagram dari sistem kerja alat . pada diagram blok disini menunjukkan beberapa komponen sumber,input,, dan output. Disini kita juga dapat mengetahui alur

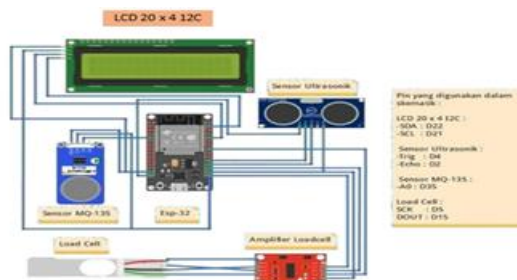


Gambar 7. Blok Diagram Sistem Kerja Alat

2.5. Rancangan Hardware

Dengan adanya rancangan hardware pada alat dapat mempermudah dalam penempatan komponen – komponen yang akan digunakan. Rancangan hardware alat

dapat dilihat pada Gambar 8. Disini juga rancangan hardware dapat menjadi panduan bagi pembara yang ingin mencoba mengembangkan ide dari proyek yang dibuat



Gambar 8. Rancangan Hardware Alat

2.6 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah sistem alat monitoring dan peninjauan kapasitas sampah yang dibuat sudah bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

1. Menguji sensor ESP32, sensor ultrasonik HC SRF- 04, sensor *loadcell*, dan sensor MQ-135 untuk menentukan apakah sensor tersebut dapat berfungsi dengan baik.
2. Menguji LCD 20x4 untuk melihat apakah bisa menampilkan *output* berupa pemberitahuan tentang kapasitas sampah, berat sampah serta gas amonia yang terkandung dalam tempat sampah.

2.7 Pengambilan Data

Sensor ini dapat mendeteksi keberadaan gas amonia yang terjadi

$$Total = x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n \dots \dots \dots (2.1)$$

$$Rata - rata = \frac{Total}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Untuk sensor Ultrasonik HC SRP-04 pengujian dihasilkan dapat mendeteksi

dikarenakan pembusukan pada sampah, tak hanya itu sensor ultrasonik HC SRF-04 yang dapat mendeteksi jarak atau keberadaan objek yang terdapat ditempat sampah sedangkan untuk sensor Loadcell dapat membaca berat yang terdapat pada tempat sampah. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan sampah secara bertahap kedalam tempat sampah. Sehingga mendapatkan hasil *output*an yang ditampilkan di telegram dan LCD yang terpasang di tempat sampah.

2.8 Analisa Hasil

Pengambilan data dari setiap percobaan penulis mengambil 10 sample maka hasil pengujian yang didapatkan pada MQ-135 berupa data kadar gas amonia yang dihasilkan oleh pembusukan sampah dengan satuan ppm rata - rata ppm yang didapatkan 31,833 dengan penjumlahan .

jarak atau jangkauan terhadap objek yang berada di tempat sampah dengan satuan cm adapun rumus yang dapat digunakan dalam perhitungan pada keakurasian pada sensor ini.

$$Jarak Sebenarnya - jarak yang diukur oleh sensor \dots \dots \dots (2.3)$$

Sedangkan untuk persentase error (%) antara jarak sebenarnya dan jarak yang diukur oleh

sensor dapat dihitung dengan rumus

$$\% Error = 1 + \frac{Selisih}{Jarak sebenarnya} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

Sedangkan, sensor loadcell dapat membaca berat yang terdapat pada tempat

sampah dengan satuan Kg untuk tersebut memerlukan rumus:
mendapatkan hasil dari keakurasian

$$V_{out} = W \times s \dots\dots\dots(2.5)$$

$$W = \frac{V_{out}}{s} \dots\dots\dots(2.6)$$

Ket : V_{out} : Tegangan keluar pada *loadcell*.

s : Sensitivitas *loadcell* (sudah ada ketentuan yaitu 2 mV)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui output yang tampil pada LCD dan Telegram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Keakurasian Jarak

Pada Sensor Ultrasonik HC SRF-04 Table 1 berisi data perbandingan antara jarak sebenarnya dan jarak terukur pada sensor. Ketidak sesuaian data pada persentasi error pada table 1 dapat dihitung dengan rumus pada subbab 2.4. Sebagian besar jarak yang

terukur (jarak sensor) lebih besar dari jarak sebenarnya hal ini menunjukkan bahwa alat

yang kami rancang ataupun metode pengukuran memiliki kelemahan atau overestimasi (melebihi nilai pada jarak sebenarnya).

Untuk menanggulangi masalah tersebut dilakukan evaluasi ulang terhadap data terutama memastikan konsistensi dan akurasi perhitungan menggunakan rumus pada subbab 2.3

Tabel 1. Pengujian Keakurasian Jarak Pada Sensor Ultrasonik

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sebenarnya (cm)	Selisih (cm)	Persentase Error (%)
1	10 cm	13 cm	3 cm	0,3 %
2	20 cm	22 cm	2 cm	0,1 %
3	30 cm	34 cm	4 cm	13,3 %
4	40 cm	41 cm	1 cm	2,5 %
5	50 cm	52 cm	2 cm	0,4 %
6	60 cm	63 cm	3 cm	0,5 %
7	70 cm	72 cm	2 cm	2,85 %
8	80 cm	84 cm	4 cm	0,5 %
9	90 cm	93 cm	3 cm	3,33 %
10	100 cm	102 cm	2 cm	0,02 %

3.2 Pengujian Keakurasian Berat pada Sensor Loadcell

Tabel 2 menunjukkan pengujian keakuratan berat dari timbangan manual dengan sensor Loadcell yang menyajikan data perbandingan antara jarak sebenarnya (nilai referensi atau nilai yang diharapkan) dengan jarak terukur (hasil pengukuran menggunakan alat atau metode tertentu). Data ini dilengkapi dengan kolom "Selisih" (perbedaan absolut antara jarak terukur dan

jarak sebenarnya) serta "Persentase Error" (kesalahan relatif dalam pengukuran yang dinyatakan dalam persen).

Hasil uji coba manual terhadap sensor Loadcell untuk mendapatkan nilai tegangan yang dihasilkan saat regangan terjadi pada berat tertentu, di mana hasil uji coba menunjukkan bahwa keakuratan Loadcell secara manual dibandingkan dengan menggunakan sensor memiliki selisih sebesar 0,11%.

Table 2. Pengujian Keakurasian Berat pada Sensor Loadcell

No	Jarak Sebenarnya (cm)	s	Berat ole Sensor (Kg)	Selisih (Kg)	Persentase Error (%)
1	1 cm	2 mV	1,3 kg	0,3 kg	0,3 %
2	2 cm	2 mV	2,25 kg	0,25 kg	1,25 %
3	3 cm	2 mV	3,3 kg	0,3 kg	0,1 %
4	4 cm	2 mV	4,4 kg	0,4 kg	0,1 %
5	5 cm	2 mV	5,7 kg	0,7 kg	1,4 %
6	6 cm	2 mV	6,7 kg	0,7 kg	1,16 %
Rata-rata				0,71	

Tabel 3. Pengujian Loadcell secara Manual

Berat	s	Voul Perhitungan	Voul Sensor
1 cm	2 mV	2 mV	2,3 mV
2 cm	2 mV	2 mV	3,9 mV
3 cm	2 mV	2 mV	6,2 mV
4 cm	2 mV	2 mV	8,4 mV
5 cm	2 mV	2 mV	9,8 mV
6 cm	2 mV	2 mV	12,8 mV
Rata-rata			7,23

Dari Tabel 3 data yang ditampilkan oleh itu menunjukkan bahwa sensor loadcell menghasilkan tegangan secara konsisten dengan pola perubahan berat, meskipun tampak perbedaan yang kecil hingga signifikan dengan nilai yang terhitung. Hal ini menunjukkan bahwa sensor bekerja secara tidak cukup akurat.

Perbedaan antara nilai yang dihitung dan nilai sensor menunjukkan bahwa hal itu diperlukan kalibrasi ulang terhadap sistem kerja sensor untuk menyesuaikan hasil

pengukuran lebih sesuai dengan yang diharapkan.

3.3 Pengujian Keakurasian Gas Amonia (NH₃) pada Sensor MQ - 135

Pemograman sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi gas amonia / pembusukan terhadap tempat sampah, Program ini berguna untuk memonitor konsentrasi gas amonia di udara secara periodik dan menampilkan hasilnya pada Serial Monitor. Keakurasian gas amonia pada sensor MQ-135 dapat dibaca pada Tabel 4.

Tabel 4. Keakurasian Gas Amonia Pada Sensor MQ -135

No	Keakurasi Sensor MQ-135 (ppm)
1	2,33 mV
2	32,77 mV
3	2,55 mV
4	30,55 mV
5	18,95 mV
6	16,22 mV
7	42,55 mV
8	48,32 mV
9	67,92 mV
10	56,17 mV

Pemograman sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi gas amonia / pembusukan terhadap tempat sampah, Program ini berguna untuk memonitor konsentrasi gas amonia di udara secara periodik dan menampilkan hasilnya pada Serial Monitor. Keakurasian gas amonia pada sensor MQ-135 dapat dibaca pada Tabel4.

Tabel 4 pengujian sensor MQ-135 gas amonia dapat dideteksi oleh manusia pada konsentrasi >5 ppm baunya sangat tajam pada 50 ppm manusia yang terpapar amonia menunjukkan sedikit iritasi, pada 30 ppm Iritasi sedang pada mata, hidung, tenggorokan, dan dada. Pada 50 ppm iritasi sedang hingga sangat intens. Pada 80 iritasi sangat intens pada 110 iritasi tak tertahanka, pada 140 ppm, dan lakrimasi dan iritasi berlebihan pada 500 ppm[6].

Selanjutnya, pada pengujian sensor

MQ-135 penulis mengelompokkan persentase gas amonia dengan konsentrasi 10 – 30 ppm memiliki keterangan dengan “Tidak Berbahaya” untuk konsentrasi pada 40 - 60 ppm dengan keterangan “Waspada” dan untuk konsentrasi pada $70 \geq 100$ ppm dengan keterangan “ Berbahaya”.

Pada saat elektroda memperoleh tegangan. Lapisan sandwich mempunyai polarizer cahaya horizontal belakang dan polarizer cahaya vertikal depan yang diikuti lapisan reflector. Cahaya yang terpantul tidak bisa melalui tiap molekul yang telah menyesuaikan diri dan apabila segmen aktif maka terlihat menjadi gelap dan terbentuk karakter data yang akan ditampilkan Tampilan yang terbaca oleh sensor dapat dilihat pada Gambar 9.

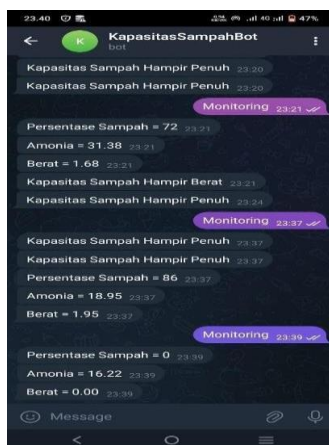


Gambar 9. Pengujian LCD 20 X 4 12C

3.4 Pengujian Internet Of Things (IoT) pada Aplikasi Telegram

Pengujian data Internet Of Things (IoT) pad aplikasi telegram dilakukan untuk

melihat apakah data yang diperoleh bisa ditampilkan pada bot diaplikasi telegram. Sehingga data ini bisa dengan sangat mudah untuk dilihat pengguna pada Gambar 10 dan Gambar 11 :



Gambar 10. Pengujian Aplikasi Telegram 1



Gambar 11. Pengujian Aplikasi Telegram 2

Gambar 11 menunjukkan notifikasi ketika ingin melihat berapa persentase sampah, gas amonia yang terkandung pada tempat sampah serta berat sampah tersebut. Sedangkan untuk gambar kanan menunjukkan bagaimana notifikasi ketika sampah sudah terlalu over dengan diiringi notifikasi WARNING agar sampah segerah dibuang.

4. SIMPULAN

Dalam mengembangkan sistem peninjauan kapasitas sampah yang efektif pemilihan sensor yang tepat untuk mengukur ketinggian, berat, dan konsentrasi gas amonia dengan akurasi tinggi, rancang sistem yang dapat mengumpulkan, memproses, dan mengirim data secara efisien. Kalibrasikan sensor dengan benar juga merupakan uji sistem secara menyeluruh untuk memastikan akurasi data, dan implementasikan sistem komunikasi yang dapat mengirim informasi ke aplikasi atau server menyediakan sistem pemantauan yang mampu memproses data dan memberikan notifikasi sesuai kebutuhan.

Dalam merancang alat sistem monitoring kapasitas dan peninjauan sampah pada tempat sampah integrasikan sensor untuk mengukur ketinggian, berat, dan kandungan gas, rancang sistem yang efektif dalam pengumpulan dan pengolahan data, serta pastikan ada mekanisme komunikasi yang handal untuk melaporkan informasi secara real-time dan sistem pemantauan untuk memberikan notifikasi dan analisis.

Bagian ini khusus berisi pernyataan terimakasih kepada pihak-pihak instansi/perusahaan yang telah memberi dukungan (seperti pendanaan, material, dll). Pernyataan dibuat ringkas, padat, dan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Lolita Sari . Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Esp32. 2021
- [2] R. Rahmansa *et al.*, "Sistem Monitoring Kapasitas Sampah Pada Bak Sampah Secara Real-Time Berbasis Internet of Things," *Digital Transformation Technology (Digitech) | e*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i1.2473.
- [3] A. Sanaris and I. Suharjo, "Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT) Prototype Automatic Drying Tool Using NodeMCU ESP32 and Telegram Bot Based on Internet of Things (IOT)," *Gejayan*.
- [4] D. Firmansyah, Aulia Ullah, Ahmad Faizal and Hilma Zarory. Perancangan Sistem Pemantauan Kondisi Tempat Sampah Kampus Berbasis Internet Of Things (IoT). *Transmisi : Jurnal ilmiah Teknik Elektro*. 2023; 25(4): 165-171.
- [5] Alexander Rombang, L. Bambang Setyawan, G. Dewantoro. Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok

-
- dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2. *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*. 2022; 21(1): 131-144.
- [6] A. Tiffani, D. Ichwana Putra, T. Erlina, and S. Komputer. Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Gas Amonia Pada Kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi Internet Of Things (Iot). *Journal of Information Technology and Computer Engineering (JITCE)*. 2017; 1(1):33-39
- [7] Y. C Saghoa, Sherwin R.U.A, Sompie and N. M. Tulung. Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan komputer*. 2018; 7(2): 167-174.