

Rancangan Bangun Prototype Monitoring Kualitas Udara dalam Ruang

Milenia Ulwan Zafira, Khakim Ghozali dan Irzal Ahmad Sabilla
Departemen Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: khakim@is.its.ac.id

Abstrak—Permasalahan yang melibatkan udara sudah banyak sekali terjadi, dengan adanya polusi udara, kualitas udara akan menjadi turun dan bisa berdampak pada kesehatan. Maka dari itu untuk mencegah terjadinya hal serupa, sehingga dibutuhkan sistem untuk mendeteksi gas yang mungkin ada di sekitar kita dan dapat dimonitor secara realtime dimana saja. Dari penelitian sebelumnya mengenai hal serupa hanya diaplikasikan khusus pada satu sensor dan satu jenis gas saja. Maka dari itu untuk memecahkan masalah yang dibawa, Peneliti mengusulkan sistem monitoring gas di dalam ruangan yang dapat di monitor secara realtime. Peneliti memakai 3 (tiga) sensor, mikrokontroler Arduino Uno, NodeMCU ESP8266 serta LCD dengan I2C Bus. Gas yang diteliti pada penelitian ini adalah metana (CH₄) dengan hasil pengukuran rata-rata 2.79 ppm, Alkohol 1.06 ppm, CO₂ 2.32 ppm, NH₄ 3.63 ppm, Smoke 0.7 ppm dan CO 1.1 ppm.

Kata Kunci—Deteksi Gas, Sistem Monitoring Realtime, Ruang Tertutup.

I. PENDAHULUAN

UDARA merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi (atmosfer), dimana komposisi dari udara tersebut tidak selalu konstan. Udara merupakan komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan, sehingga perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya [1].

Karbon monoksida sangatlah beracun dan tidak berbau maupun berwarna. Ia merupakan sebab utama keracunan yang paling umum terjadi di beberapa negara [2]. Deteksi dini pada gas seperti karbon monoksida maupun gas berbahaya lainnya merupakan cara pencegahan awal dalam mengurangi kejadian yang tidak diinginkan.

II. METODE PENYELESAIAN

A. Deskripsi Permasalahan

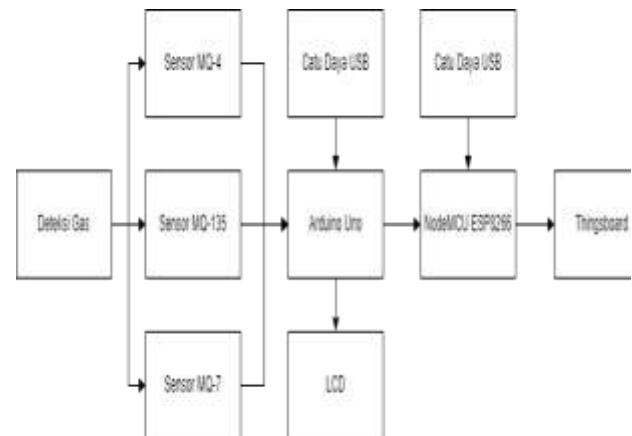
Pada permasalahan ini, bagaimana cara deteksi multi sensor serta value yang ada dapat ditampilkan secara realtime monitoring system.

B. Strategi Penyelesaian

Pada subbab ini akan dipaparkan mengenai strategi penyelesaian masalah yang dimulai dengan merencanakan alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

1) Kebutuhan Perangkat Keras

1. Arduino Uno x1
2. NodeMCU esp8266 x1
3. Sensor MQ-4 x1
4. Sensor MQ-135 x1
5. Sensor MQ-7 x1
6. Kabel USB
7. Kabel Jumper



Gambar 1. Block Diagram.

8. LCD dengan I2C Bus

2) Gas yang akan dideteksi

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) menetapkan *Air Quality Index* (AQI) untuk lima polutan udara utama yang diatur oleh Clean Air Act. [3] lima polutan utama yaitu:

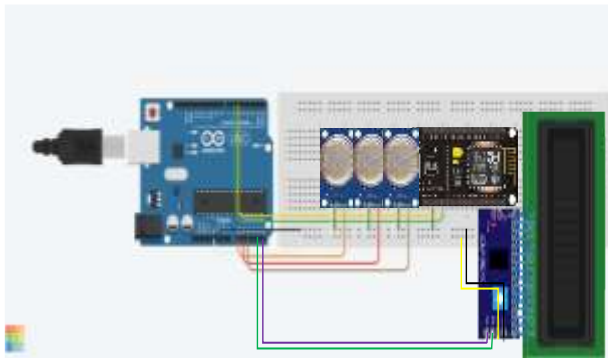
1. Ozon permukaan tanah
2. Polusi partikel (juga dikenal sebagai partikel, termasuk PM_{2.5} dan PM₁₀)
3. Karbon monoksida
4. Sulfur dioksida
5. Nitrogen dioksida

Salah satunya akan dideteksi yaitu karbon monoksida (CO), selain itu ada beberapa jenis gas lain yang akan dideteksi yaitu metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂), alkohol, NH₄, dan asap (Smoke).

Gambar 2 merupakan gambaran alat pada Thinkercad tanpa dilengkapi dengan catu daya usb di NodeMCU ESP8266, selain itu dikarenakan kurangnya contoh komponen pada thinkercad maka untuk gambar sensor gas dan nodemcu dari luar yang membuatnya kurang realistis. Tabel 1 dan Gambar 3 akan menjelaskan bagaimana cara penghubungan antar komponen:

3) Arduino Uno

Arduino Uno pada Gambar 4 adalah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328P (*datasheet*). Ini memiliki 14 pin *input/output* digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, resonator keramik 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai. Anda dapat mengotak-atik Uno tanpa terlalu khawatir melakukan kesalahan, skenario terburuk adalah perlu mengganti chipnya untuk beberapa dolar dan mulai dari awal lagi [4].



Gambar 2. Rangkaian alat.



Gambar 4. Arduino Uno.



Gambar 5. Interface demo.thingsboard.io.

Tabel 2.

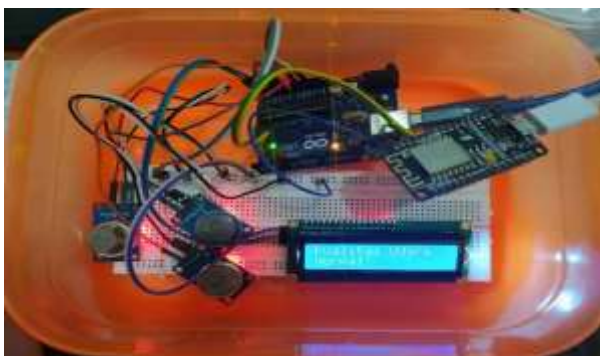
Pin yang terhubung

Arduino Uno	MQ-4	MQ-135	MQ-7	NodeMCU ESP8266	LCD dengan I2C Bus
GRD	GRD	GRD	GRD	GRD	GRD
5V	5V	5V	5V		5V
A0	A0				
A1		A0			
A2			A0		
A4					SDA
A5					SCL
D5				TX	
D6				RX	

Tabel 1.

Tabel Sensor Seri MQ

No.	Seri	Deteksi Gas
1	MQ-2	Methane, Butane, LPG, smoke
2	MQ-3	Alcohol, Ethanol, smoke
3	MQ-4	Methane, CNG Gas
4	MQ-5	Natural gas, LPG
5	MQ-6	LPG, butane gas
6	MQ-7	Carbon Monoxide
7	MQ-8	Hydrogen Gas
8	MQ-9	Carbon Monoxide, flammable gasses
9	MQ131	Ozone
10	MQ135	Air Quality (CO, Ammonia, Benzene, Alcohol, smoke)
11	MQ136	Hydrogen Sulfide gas
12	MQ137	Ammonia
13	MQ138	Benzene, Toluene, Alcohol, Acetone, Propane, Formaldehyde gas, Hydrogen



Gambar 3. Dokumentasi Rangkaian alat.

4) NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah platform open source berdasarkan ESP8266 yang dapat menghubungkan objek dan membiarkan transfer data menggunakan protocol Wi-Fi. Selain itu, dengan menyediakan beberapa fitur paling penting dari mikrokontroler seperti GPIO, PWM, ADC, dan lain-lain, dapat memecahkan banyak kebutuhan proyek saja [5]. Fitur umum dari papan ini adalah sebagai berikut:

1. Mudah digunakan
2. Programabilitas dengan bahasa Arduino IDE atau IUA
3. Tersedia sebagai titik akses atau stasiun
4. Praktis dalam aplikasi API berbasis acara
5. Memiliki antena internal
6. Berisi 13 pin GPIO, 10 saluran PWM, I2C, SPI, ADC, UART, dan 1-Wire

5) Sensor MQ Series

Sensor gas seri MQ menggunakan pemanas kecil di dalam dengan sensor elektro-kimia. Mereka sensitif untuk berbagai gas dan digunakan di dalam ruangan pada suhu kamar. Sensor MQ dapat dikalibrasi lebih atau kurang (lihat bagian tentang "Resistor beban" dan "Pembakaran") tetapi konsentrasi yang diketahui dari gas atau gas yang diukur diperlukan untuk itu.

hasilnya adalah sinyal analog dan dapat dibaca dengan input analog Arduino [6]. Tabel 2 ini merupakan list Sensor seri MQ untuk mendeteksi gas:

Dari Tabel 2, sensor seri MQ yang penulis gunakan adalah MQ-4, MQ-135 dan MQ-7 dimana masing-masing memiliki gas yang berbeda untuk dideteksi tiap sensornya, kesamaan dari ketiga sensor ini ada pada keperluan tegangan listrik atau "heater/pembakaran" pada sensor yaitu 5V.

6) ThingsBoard

ThingsBoard adalah platform Internet of Things (IoT) open-source yang memungkinkan pengembangan, pengelolaan, dan penskalaan proyek IoT dengan cepat. Tujuan kami adalah untuk menyediakan IoT cloud out-of-the-box atau solusi lokal yang akan memungkinkan infrastruktur sisi server untuk aplikasi IoT Anda [7]. Gambar 5 merupakan tampilan awal dari ThingsBoard.

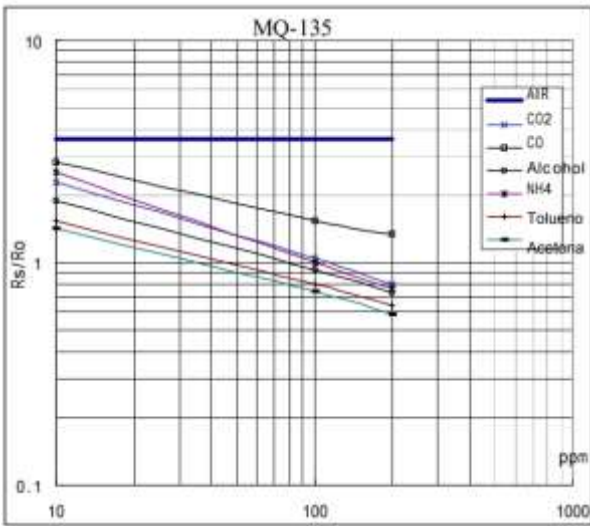
7) Serial Communication

Komunikasi serial adalah proses pengiriman data satu bit pada satu waktu, secara berurutan, melalui saluran komunikasi atau bus komputer. Hal ini berbeda dengan komunikasi paralel, di mana beberapa bit dikirim secara keseluruhan, pada link dengan beberapa saluran paralel [8].

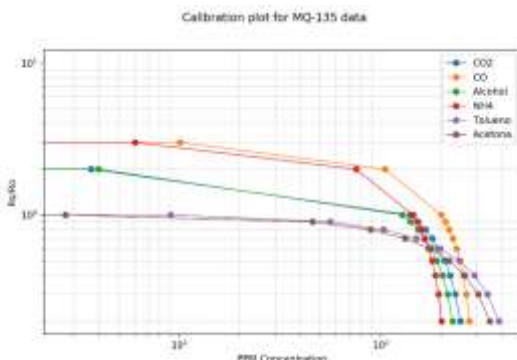
```

/*
Exponential regression:
GAS      | a      | b
CO       | 605.18 | -3.937
Alcohol  | 77.255 | -3.18
CO2      | 110.47 | -2.862
Toluena  | 44.947 | -3.445
NH4      | 102.2  | -2.473
Acetona  | 34.668 | -3.369
*/
    
```

Gambar 6. Regresi Eksponensial pada MQ-135-ALL.



Gambar 7. Sensitifitas gas MQ135.



Gambar 8. Hasil eksperimen Miguel Califa.

Penulis melakukan komunikasi serial dengan memakai library yaitu SoftwareSerial.h yang akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya, dimana Arduino melakukan serial print pada 2 baud yaitu pada 9600bps dan 115200bps yang akan diterima oleh NodeMCU pada serial beud 115200bps.

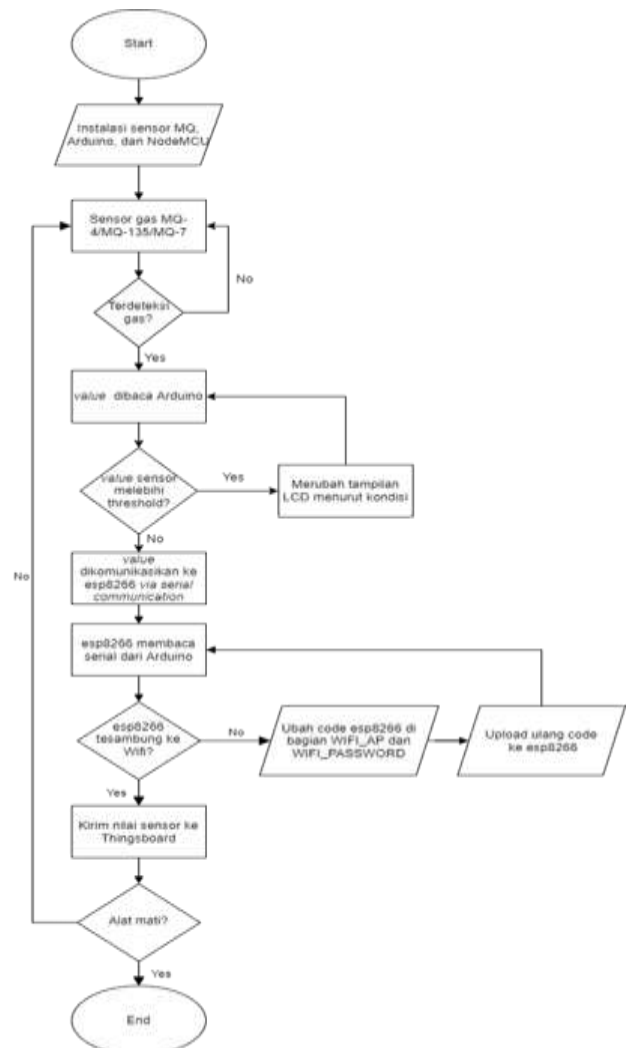
8) *Library*

Pustaka adalah kumpulan program atau fungsi yang telah ada pada compiler atau interpreter untuk memudahkan pemrogram membuat program dan tidak perlu mengakses langsung sistem komputer untuk memprogram [9].

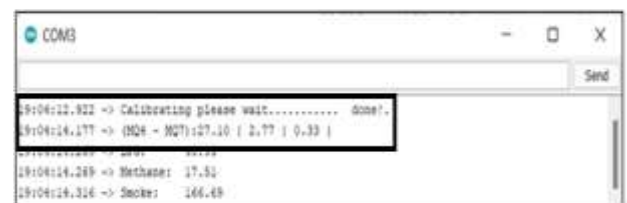
Pada pengkodean yang dilakukan diperlukan adanya pustaka penting yang harus ada, antara lain MQUnifiedsensor.h, SoftwareSerial.h dan ESP8266WiFi.h.

9) *MQUnifiedsensor.h*

Library yang dapat memudahkan pemakaian sensor seri MQ dimana diperlukannya kalibrasi dan sesi



Gambar 9. Diagram Alir.



Gambar 10. Uji coba sensor dan arduino dan kalibrasinya.

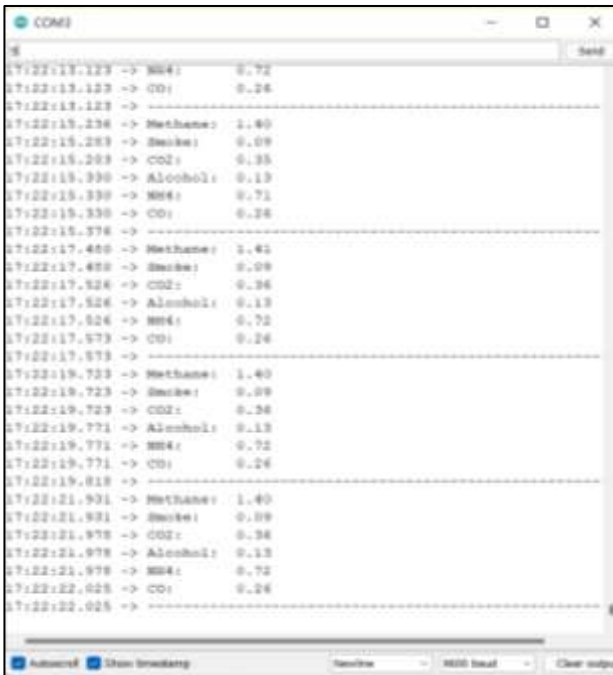
“heater/pembakaran” dimana sensor akan di aliri listrik selama ±24 jam [10].

Pada *library* ini dilakukan *Exponential regression* adalah proses menemukan persamaan fungsi eksponensial yang paling cocok untuk sekumpulan data. Sebagai contoh pada *example code* MQ-135-ALL terdapat tabel seperti Gambar 6.

10) *Regresi Eksponensial*

Rujukan [11] yang merupakan dokumentasi dari *library* MQUnifiedSensor.h dimana dijelaskan bahwa *library* ini menggunakan klasifikasi pohon keputusan dan linier model untuk membuat regresi eksponensial yang berbasis pada grafik *datasheet* dari tiap sensor gas seri MQ.

Pengaplikasian Regresi Eksponensial pada metode perhitungan untuk mencari PPM (*parts per million*) pada konsentrasi gas menggunakan satu rumus yang secara linier menghubungkan rasio dan konsentrasi. Dengan demikian,



Gambar 11. Hasil melalui serial monitor Arduino IDE.



Gambar 12. Uji coba sambungan NodeMCU dengan ThingsBoard.



Gambar 13. Uji coba kirim data dengan NodeMCU.

kita dapat menemukan konsentrasi gas pada nilai rasio berapa pun bahkan di luar batas grafik. Rumus untuk garis adalah:

$$y = mx + b \tag{II.1}$$

y : Ratio (Rs/Ro)

x : PPM

m : Slope of the line

b : Intersection point

Rumus II.1 dilakukan pada prediksi konsentrasi gas yang dilakukan oleh library MQUnifiedSensor.h dengan berbasis pada grafik *datasheet* pada masing-masing sensor gas seri MQ. Gambar 8 merupakan salah satu dari hasil klasifikasi



Gambar 14. Kondisi ruangan awal saat diberi Hit Spray.



Gambar 15. Kondisi ruangan setelah beberapa detik diberi Hit Spray.



Gambar 16. Simulasi pengujian Hit Spray pada ruang tertutup.

konsentrasi gas di MQ135 yang pada awalnya menurut *datasheet* adalah pada Gambar 7.

Rumus regresi eksponensial yang digunakan pada MQUnifiedSensor.h adalah sebagai berikut:

$$PPM = a * ratio^b \tag{II.2}$$

Dimana nilai A dan B sudah di tetapkan terlebih dahulu, kemudian untuk mencari rasio yang tepat digunakan rumus:

$$ratio = \frac{Rs}{Ro} \tag{II.3}$$

Time	Value	Unit	ID
2022-01-20 15:47:34	33.0899985	31.4799994	1.79000048
2022-01-20 15:47:35	31.9899985	49.8499987	1.75
2022-01-20 15:47:36			
2022-01-20 15:47:39	32.3899989	38.5	1.79000038
2022-01-20 15:47:39			

ID	Name	Unit	Scale
1.79000048	52/25.3/913	32.8300183	394299441028
1.75		31.3899928	
1.79000038	48981.39063	31.9999928	218420648908
	48981.39063		

Gambar 17. Pengiriman data ThingsBoard.

```

1. float sensorValue = analogRead(gas_sensor);
   //Read analog values of sensor
2. sensor_volt = sensorValue*(5.0/1023.0);
   //Convert analog values to voltage
3. RS_gas = ((5.0*10.0)/sensor_volt)-10.0; //Get
   value of RS in a gas
4. ratio = RS_gas/R0; // Get ratio
   RS_gas/RS_air
5. PPM = a*ratio^b
    
```

Gambar 18. Kode 1: kode mencari PPM.

Rasio atau dalam grafik di Gambar 7 dan 8 merupakan sumbu Y dan sumbu X adalah nilai PPM, R0 sendiri didapatkan dari hasil nilai kalibrasi.

11) ESP8266WiFi.h

ESP8266 adalah tentang Wi-Fi. menghubungkan modul ESP8266 baru ke jaringan Wi-Fi untuk mulai mengirim dan menerima data.

Perpustakaan Wi-Fi untuk ESP8266 telah dikembangkan berdasarkan ESP8266 SDK, menggunakan konvensi penamaan dan filosofi fungsionalitas keseluruhan dari perpustakaan WiFi Arduino. Seiring waktu, kekayaan fitur Wi-Fi porting dari ESP8266 SDK ke esp8266 / Arduino ke Arduino WiFi library dan menjadi jelas bahwa kita perlu memberikan dokumentasi terpisah tentang apa yang baru dan ekstra [12].

12) SoftwareSerial.h

Perangkat keras Arduino memiliki dukungan built-in untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1 (yang juga masuk ke komputer melalui koneksi USB). Dukungan serial asli terjadi melalui perangkat keras (dibangun ke dalam chip) yang disebut UART. Perangkat keras ini memungkinkan chip Atmega untuk menerima komunikasi serial bahkan saat mengerjakan tugas lain, selama ada ruang di buffer serial 64 byte.

Library SoftwareSerial telah dikembangkan untuk memungkinkan komunikasi serial pada pin digital Arduino lainnya, menggunakan perangkat lunak untuk mereplikasi fungsionalitas (karenanya disebut "SoftwareSerial"). Dimungkinkan untuk memiliki beberapa port serial perangkat lunak dengan kecepatan hingga 115200 bps.

Parameter memungkinkan pensinyalan terbalik untuk perangkat yang memerlukan protokol itu.

Versi SoftwareSerial yang disertakan dalam 1.0 dan yang lebih baru didasarkan pada perpustakaan NewSoftSerial oleh Mikal Hart [13].

13) Code mencari PPM

Kode 1: kode mencari PPM, dan dapat dilihat pada Gambar 18. Menurut referensi [14], Kode 1 merupakan cara perhitungan singkat untuk mencari konsentrasi gas yang ada. Penjelasan dari kode singkat diatas adalah, sebagai berikut:

- Line 1 merupakan deteksi gas sensor melalui analogRead()
- Line 2 merupakan cara merubah nilai sensor ke voltase dengan persamaan (1)

$$sensor_{volt} = sensorValue \left(\frac{Voltage_{Resolution}}{ADC_{BitResolution}} \right)$$

- Voltage_Resolution=voltase yang dipakai oleh board, contoh Arduino Uno 5V, sedangkan ESP8266 3,3V.
- ADC_Bit_Resolution= 2¹⁰=1024, mulai dari 0 jadi 1023
- Line 3 untuk mendapat nilai Rs dari gas, dengan rumus:

$$R_S = \left(\frac{Voltage_{Resolution} * R_L}{Sensor_{volt}} \right) - R_L$$

- Line 4 untuk menghitung rasio Rs_gas dibagi RS_air atau R0
- Line 5 penghitungan nilai PPM dengan rumus:

$$PPM = a * ratio^b$$

C. Cara Kerja Sistem

Alat monitoring udara dalam ruangan ini memiliki cara kerja yang cukup mudah, secara umum cara kerja alat yang dibuat ini dapat dilihat pada Gambar 9.

Alat akan memulai deteksi gas dengan sensor yang ada yaitu MQ-4, MQ-135, MQ-7, nilai dari ketiga sensor ini akan dibaca oleh Arduino uno dan akan dikomunikasikan dengan NodeMCU ESP8266 melalui serial communication dan akan dikirimkan ke ThingsBoard dimana nilai sensor ini akan divisualisasikan untuk mempermudah monitoring udara didalam ruangan.

III. UJI COBA DAN ANALISIS

A. Uji Coba

Uji coba awal dilakukan dengan testing alat tanpa memakai sambungan ke web server Thingsboard, jadi hanya analogRead() dari Arduino. Berikut merupakan gambaran Uji coba ada pada Gambar 10 yang merupakan hasil kalibrasi pada sensor gas, kemudian Gambar 11 merupakan hasil dari serial monitor Arduino IDE

B. Uji Coba data dengan NodeMCU ke Thingsboard

Gambar 12 dan 13 merupakan uji coba koneksi NodeMCU ke Thingsboard untuk melakukan kirim data sensor dari Arduino.

C. Uji Coba Kondisi Ruang Kamar Pakai Hit Spray

Kondisi ini dibuat dengan cara memasukan sensor ke dalam ruang tertutup dan mengisi ruang tersebut dengan menyemprotkan hit spray dapat disimulasikan dengan Gambar 16.

Pada Gambar 14 dapat dilihat bahwa saat pertama kali spray nilai sensor melonjak tinggi, sedangkan saat sudah sedikit lama akan menurun dengan sendirinya dan stabil seperti Gambar 15.

D. Uji Coba Performance

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan waktu pengiriman nilai sensor dengan *delay* pada kode Arduino yaitu *delay*(2000) dan *delay*(70) dalam mili detik artinya total *delay* adalah 2,07 detik.

Pada Gambar 17 dapat diketahui bahwa waktu atau *timestamp* setiap data yang masuk ke dalam ThingsBoard berselang 2 detik maka antara *delay* pada Arduino dan pengiriman data ke ThingsBoard tidak berbeda. Namun perlu di perhatikan bahwa pada Gambar 17 terdapat pengiriman yang terbagi menjadi 2 tapi tidak terlihat perbedaan pada waktu/*timestamp* yang ada. Pembagian ini terjadi dikarenakan paket data yang masuk terlebih dahulu mengikuti urutan dari program Arduino, dan pembagian ini tidak menjadi penghalang data untuk masuk secara *realtime* karena tidak ada perbedaan waktu yang mencolok.

IV. KESIMPULAN

Permasalahan pada makalah ini dapat diselesaikan dengan beberapa uji coba dimana uji coba tersebut berhasil

melakukan pengiriman data sensor secara *realtime* dan terdapat perubahan nilai yang terjadi.

Selain melalui website ThingsBoard, dalam percobaan diberikan kondisi ambang batas nilai sensor agar pemakai/*customer* dapat mengetahui nilai melalui LCD dengan kondisi tertentu. Gas sensor sangat sensitif terhadap perubahan tegangan dan bau/gas yang ada membuat nilai akan naik secara tiba-tiba dan stabil saat beberapa lama.

Dari beberapa percobaan yang dilakukan dapat dilihat bahwa 3 dari 3 percobaan berhasil membuat dapat penulis ketahui adalah alat telah berfungsi lancar dan mendapat hasil yang baik. Namun masih terdapat kekurangan dari alat yang diteliti oleh penulis ini yaitu ada pada bila alat dibawa keluar dari jaringan koneksi WiFi yang sudah di konfigurasi maka alat harus di konfigurasi ulang dengan WIFI_AP dan WIFI_PASSWORD jaringan baru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Y. P. Wardoyo, *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2016.
- [2] S. T. Omaye, "Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity," *Toxicology*, vol. 180, no. 2, pp. 139–150, 2002, doi: 10.1016/S0300-483X(02)00387-6.
- [3] AirNow, "Air Quality Index (AQI) Basics," *Office of Air Quality Planning and Standards (OAQPS)*, 2022. <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics>.