



Design and Implementation of a Real-Time Air Pollution Monitoring System Based on Android at SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng

Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Polusi Udara Berbasis Android Real-Time di SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng

**Muhammad Rizal^{1*}, Arham Arifin², Muhammad Furqan Rasyd³,
Andi Asvin Mahersatillah Suradi⁴, Akbar Bahtiar⁵**

^{1,2}Department of Informatics Engineering, Universitas Dipa Makassar

^{3,4}Department of Informatics Management, Universitas Dipa Makassar

⁵Department of Entrepreneurship, Universitas Dipa Makassar

E-Mail: ¹muhammad.rizal@undipa.ac.id, ²arham.arifin@undipa.ac.id,
³muhammad.furqan@undipa.ac.id, ⁴andiasvin@undipa.ac.id, ⁵akbarbahtiar@undipa.ac.id

Received Aug 02nd 2023; Revised Sept 10th 2023; Accepted Oct 15th 2023
Corresponding Author: Muhammad Rizal

Abstract

This study investigates the application of gas sensors in detecting hazardous gases in the vicinity of a developed device. Two primary sensors were employed, namely the MEMS Gas sensor and the BME680 sensor. The MEMS Gas sensor is capable of detecting five types of gases in the air, while the BME680 can detect various hazardous gases and measure temperature, atmospheric pressure, and humidity. From the experimental scenario, it was observed that, using only a single gas sample, the MEMS Gas sensor successfully detected methane (CH₄) levels of 25,000 ppm, carbon monoxide (CO) at 573 ppm, and H₂ at 331.12 ppm in the experimental setup. Data acquisition from the BME680 sensor showed a decrease in resistance when detecting harmful gases, which can subsequently be converted into an indoor air quality (IAQ) index. Further testing on the BME680 revealed its sensitivity to temperature and humidity changes when exposed to a flame source. The implementation and data collection took place at SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng, revealing good air quality in the area based on the IAQ generated by the BME680 sensor. This research provides valuable insights into the effectiveness and responsiveness of both sensors in detecting hazardous gases and environmental condition changes.

Keyword: Air Pollution, BME680, IoT, MEMS Gas, Real-Time

Abstrak

Penelitian ini mengkaji penerapan sensor gas dalam mendeteksi keberadaan gas berbahaya di sekitar area cakupan perangkat yang telah dikembangkan. Dua sensor utama digunakan dalam penelitian ini, yaitu sensor MEMS Gas dan sensor BME680. Sensor MEMS Gas dapat mendeteksi lima jenis gas di udara, sedangkan BME680 memiliki kemampuan mendeteksi berbagai gas berbahaya serta mengukur suhu, tekanan udara, dan kelembaban udara. Dari skenario data percobaan ditemukan bahwa meskipun hanya menggunakan satu sampel gas, sensor MEMS Gas berhasil mendeteksi kandungan gas metana (CH₄) sebesar 25.000 ppm, karbon monoksida (CO) sebesar 573 ppm, dan H₂ sebesar 331.12 ppm pada skenario eksperimen. Berdasarkan pengambilan data sensor BME680 menunjukkan penurunan resistansi ketika mendeteksi gas berbahaya, yang kemudian dapat dikonversi menjadi indeks kualitas udara dalam ruangan (IAQ). Uji lanjutan pada BME680 menunjukkan respons perubahan suhu dan kelembaban ketika sumber api didekatkan. Implementasi dan pengambilan data dilakukan di SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng yang menunjukkan kualitas udara pada wilayah tersebut bagus berdasarkan IAQ yang dihasilkan oleh Sensor BME680. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang efektivitas dan responsivitas kedua sensor dalam mendeteksi gas berbahaya dan perubahan kondisi lingkungan.

Kata Kunci: BME680, IoT, MEMS Gas, Polusi Udara, Real-Time

1. PENDAHULUAN

Polusi udara adalah suatu kondisi di mana udara di sekitar kita terkontaminasi oleh bahan kimia, partikel, dan zat lain yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan [1]. Penyebab polusi udara berasal dari berbagai sumber seperti kendaraan bermotor, industri, pembakaran bahan bakar fosil,

dan aktivitas manusia lainnya [2].

SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng terletak di kabupaten Bantaeng, berjarak kurang lebih 3 mil dari pabrik smelter nikel. Kehadiran pabrik semacam itu walaupun cukup jauh dari zona Pendidikan tapi hal tersebut bukanlah sesuatu yang umum, namun keberadaannya mengundang keprihatinan mengenai kualitas udara di sekitarnya. Penelitian telah menunjukkan bahwa industri smelter nikel dapat mengeluarkan berbagai polutan yang berdampak negatif bagi kesehatan manusia, mencakup masalah pernapasan, penyakit jantung, dan potensi kanker [3].

Selain itu, masalah polusi udara bukan hanya menjadi masalah lokal, tetapi juga menjadi masalah global yang semakin meningkat [4]. Peningkatan polusi udara disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industri, transportasi, dan pembakaran bahan bakar fosil. Menurut data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), polusi udara menyebabkan lebih dari 6,7 juta kematian setiap tahunnya di seluruh dunia [5].

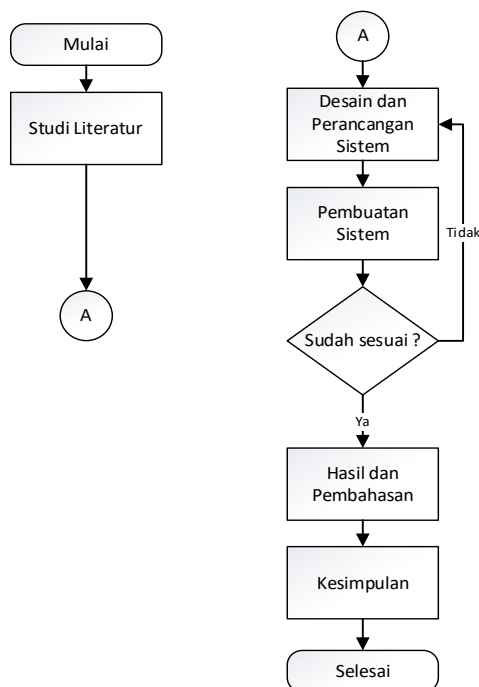
Ketika mempertimbangkan sejumlah sekolah di Indonesia, SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng menjadi titik perhatian khusus karena kurangnya data empiris mengenai dampak nyata dari polusi tersebut terhadap kualitas udara di sekitar sekolah. Maka dari itu, penting bagi kita untuk melakukan penelitian intensif di lokasi ini guna menggali informasi yang dapat membantu pihak sekolah dan masyarakat sekitar dalam memahami dan mengatasi potensi risiko kesehatan.

Beberapa penelitian terdahulu telah memperhatikan dampak polusi udara terhadap kesehatan dan lingkungan. Misalnya, studi yang dilakukan oleh Rosyidah [3] menunjukkan bahwa polusi udara dapat meningkatkan risiko penyakit pernafasan. Di sisi lain, dengan kemajuan teknologi informasi, banyak upaya dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan real-time. Beberapa penelitian terdahulu mengembangkan aplikasi berbasis Android untuk pemantauan kualitas air secara real-time[6][7][8][9][10][11]. Meski banyak penelitian telah berfokus pada pemantauan lingkungan dengan teknologi Android, penelitian ini membedakan dirinya dengan mengkhususkan pada polusi udara di sekitar zona pendidikan dan memanfaatkan teknologi real-time untuk memberikan respons yang lebih cepat terhadap perubahan kualitas udara.

Dalam menghadapi masalah polusi udara, teknologi dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah ini. Teknologi pemantauan lingkungan seperti sensor polusi udara dan sistem pemantauan real-time dapat membantu memantau kualitas udara secara akurat dan memberikan informasi yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan. Sistem pemantauan polusi udara berbasis Android dapat memberikan solusi yang efektif dalam memantau kualitas udara secara real-time, sehingga dapat membantu mengurangi dampak negatif dari polusi udara. Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini akan merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan polusi udara berbasis Android real-time di SMKS Darul Ulum Layoa Bantaeng untuk membantu memantau kualitas udara di sekitar sekolah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan, berikut diagram alir penelitian yang akan dibuat mulai dari awal sampai selesai.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berikut penjelasan diagram alir pada gambar 1 diatas:

1. Studi literatur
Studi literatur adalah proses memeriksa, menganalisis, dan meninjau literatur yang sudah ada pada suatu topik atau area penelitian tertentu. Kami mengumpulkan beberapa jurnal terkait tentang topik penelitian yang diangkat untuk mendukung penelitian yang dikerjakan. Berikut jurnal yang berhubungan dengan topik penelitian ini [2], [12]–[14].
2. Desain dan perancangan Sistem
Tahap ini menggambarkan model fisik dan alur data pada sistem.
3. Pembuatan Sistem
Tahap ini mengkonversi sebuah desain dan perancangan menjadi sistem yang utuh yang dapat digunakan.
4. Hasil dan pembahasan
Tahap ini melakukan pengujian dan memperlihatkan hasil dari sistem yang telah dibuat.
5. Kesimpulan
Tahap akhir dari penelitian ini adalah mengambil kesimpulan dari hasil implementasi dari sebuah penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Studi Literatur

Dalam dekade terakhir, meningkatnya kekhawatiran akan kualitas udara telah mendorong perkembangan teknologi monitoring polusi. Kota-kota di Indonesia, telah memanfaatkan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendeteksi kadar polusi udara [4]. Sementara itu, ada juga penekanan khusus pada deteksi polutan tertentu, seperti asap rokok, yang memiliki dampak langsung pada kesehatan manusia [2]. Alat ini tidak hanya mendeteksi tetapi juga membersihkan udara dengan sistem purifier.

Tidak hanya pada skala kota, pemantauan polusi udara juga dilakukan secara geografis dan *real-time* melalui platform web [1]. Hal ini memberikan kemampuan untuk melihat distribusi polusi secara luas dan membantu dalam pembuatan keputusan yang berinformasi. Selain itu, pentingnya pemantauan kualitas udara juga diterapkan pada skala yang lebih kecil, seperti di dalam mobil atau di lingkungan budidaya tanaman hidroponik [14].

Konsep *Internet of Things* (IoT) juga menjadi tema umum di antara beberapa judul, menandakan pentingnya konektivitas dan kemampuan untuk memonitor kualitas udara secara real-time dari jarak jauh.

Berikut adalah beberapa devais dan *network* yang digunakan dalam membuat sebuah sistem pada penelitian ini:

1. Sensor MEMS Gas
Sensor ini mendukung deteksi berbagai konsentrasi gas seperti CO, C₂H₅OH (Alkohol), H₂, NO₂, NH₃, dan mengintegrasikan berbagai rumus konversi konsentrasi gas dalam kode untuk memudahkan pengujian dan penggunaan sensor. Dengan keluaran I²C dan input tegangan lebar 3,3~5,5V, sensor ini kompatibel dengan Arduino, ESP32, Raspberry Pi, dan pengendali utama lainnya [15].
2. Sensor BME680
BME680 adalah sensor lingkungan MEMS multifungsi 4-dalam-1 yang mengintegrasikan sensor VOC (Senyawa Organik Volatil), sensor suhu, sensor kelembapan, dan barometer. Ini dirancang untuk monitor kualitas udara, dan berkat teknologi MEMS, BME680 memiliki ukuran yang kecil dan konsumsi daya yang rendah. Sensor ini dapat digunakan secara luas dalam pemantauan lingkungan, otomasi dan kontrol rumah, perangkat wearable *Internet of Things* (IoT), peningkatan GPS, dll. Sensor BME680 ini memiliki IC regulator tegangan onboard dan rangkaian penerjemah level I²C, yang membuat sensor ini lebih mudah diintegrasikan ke dalam berbagai aplikasi [16].
3. Mikrokontroler Wemos D1 mini
WeMos D1 mini merupakan *module development board* yang berbasis *WiFi* dari keluarga ESP8266 yang dimana dapat diprogram menggunakan software IDE Arduino seperti halnya dengan NodeMCU. Salah satu kelebihan dari WeMos D1 mini ini dibandingkan dengan module development board berbasis ESP8266 lainnya yaitu adanya module shield untuk pendukung hardware plug and play. Pada penelitian ini Wemos digunakan sebagai otak pengendali dan pengolah data data yang diberikan oleh beberapa sensor [17].
4. MQTT Protokol
MQTT adalah protokol pesan berbasis standar, atau seperangkat aturan, yang digunakan untuk komunikasi mesin-ke-mesin. Sensor pintar, perangkat yang dapat dikenakan, dan perangkat Internet untuk Segala (IoT) lainnya biasanya harus mengirim dan menerima data melalui jaringan dengan sumber daya dan bandwidth terbatas. Perangkat IoT ini menggunakan MQTT untuk transmisi data, karena mudah diterapkan dan dapat mengomunikasikan data IoT secara efisien. MQTT mendukung pengiriman pesan antara perangkat ke cloud dan cloud ke perangkat. Penelitian ini menggunakan

protokol MQTT karena memiliki performa yang ringan dan sederhana sehingga cocok untuk pengolahan data data sensor [18].

5. Google Spreadsheet

Google Spreadsheets adalah sebuah software atau perangkat lunak berbasis web yang dikembangkan oleh Google, untuk membuat tabel, perhitungan sederhana, atau pengolahan data. Fitur ini digunakan untuk menyimpan data data dari sensor untuk diolah lebih lanjut [19].

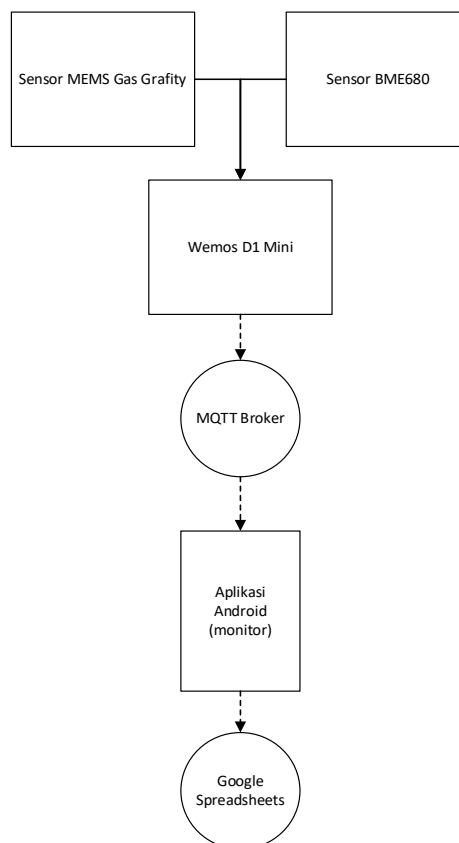
6. Kodular.io

Kodular merupakan laman situs pihak ketiga yang membantu developer dalam mengembangkan perangkat lunak berbasis android secara cepat dan mudah dengan mekanisme *drag & drop* dalam pembuatannya [20].

3.2 Desain dan Perancangan Sistem

3.2.1 Diagram Blok

Berikut keterhubungan antara devais dan network pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok

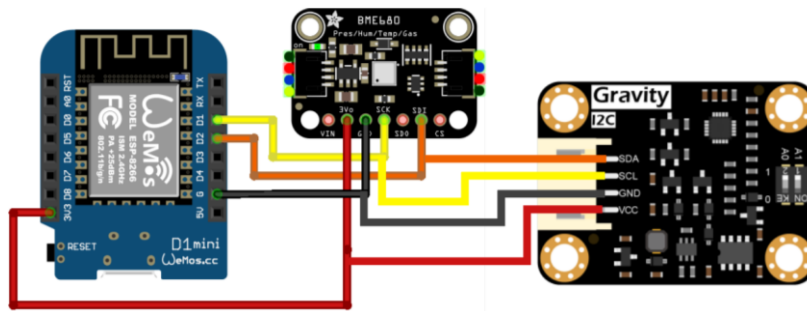
Pada gambar 2 kita bisa lihat bahwa Sensor MEMS gravity dan sensor BME680, yang merupakan sensor lingkungan canggih, terhubung dengan papan Wemos D1 Mini, sebuah platform berbasis mikrokontroler. Kedua sensor tersebut bertugas mengumpulkan data, seperti kualitas udara dan beberapa gas yang berbahaya diudara, lalu mengirimkannya ke Wemos D1 Mini.

Wemos D1 Mini sendiri telah diatur untuk mengirim data ini menggunakan protokol MQTT, sebuah protokol ringan yang dirancang khusus untuk perangkat dengan sumber daya terbatas dan lingkungan jaringan berbiaya tinggi. Protokol MQTT ini memastikan transmisi data secara efisien dan real-time.

Selanjutnya, aplikasi di perangkat Android menerima pesan dari MQTT, memungkinkan pengguna untuk memonitor data secara langsung melalui perangkat mobile mereka. Namun, tidak hanya berfungsi sebagai penerima pesan, Android ini juga terintegrasi dengan spreadsheet. Hal ini memungkinkan data yang diterima dari sensor untuk disimpan dan dikatalogkan dalam bentuk spreadsheet, memudahkan pengguna dalam analisis data jangka panjang atau pembuatan laporan.

Dengan demikian, seluruh sistem ini membentuk jaringan terpadu dari pengumpulan data oleh sensor hingga penyimpanannya dalam spreadsheet, memastikan bahwa informasi dapat dimonitor, dianalisis, dan disimpan dengan efisien dan akurat.

3.2.2 Sistem Arsitektur Alat

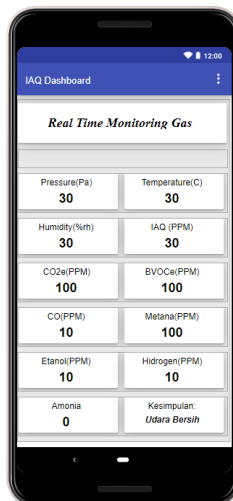


Gambar 3. Sistem Arsitektur deteksi gas polutan

Pada gambar 3 Menjelaskan tentang proses *wiring* setiap sensor dengan devais yang lain sehingga membentuk sebuah komunikasi data antara sensor dengan mikrokontroller , dimana sensor bertindak sebagai inputan dan Mikrokontroller bertindak sebagai *controller* untuk mengolah data data sensor yang akan di teruskan ke *cloud/broker*.

3.2.3 Desain UI/UX Aplikasi Android yang diusulkan

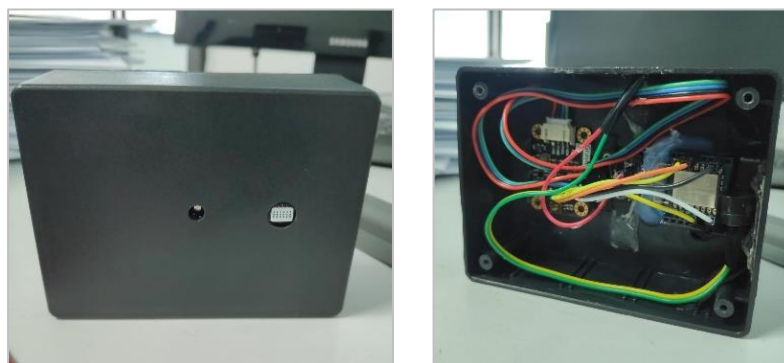
Adapun desain dari UI/UX aplikasi android yang diusulkan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan aplikasi Android

3.3 Pembuatan Sistem

Pembuatan sistem deteksi gas dilakukan dengan menghubungkan setiap komponen modul seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Alat secara keseluruhan

Pada gambar 5 Menjelaskan tampilan desain fisik dari alat secara keseluruhan. Seluruh perangkat keras dihubungkan dengan kabel degan masing masing konfigurasi sebagai berikut.

3.3.1 Sensor MEMS Gas

Berikut konfigurasi pin pada sensor *MEMS Gas* pada ESP8266 Wemos D1 mini.

Tabel 1. Konfigurasi pin Wemos D1 mini dan *Sensor MEMS Gas*

No.	Wemos d1 mini	Sensor <i>MEMS Gas</i>
1	D1	SDA
2	D2	SCL
3	G	GND
4	3V3	VCC

3.3.2 Sensor BME680

Berikut konfigurasi pin pada sensor *BME680* pada ESP8266 Wemos D1 mini.

Tabel 2. Konfigurasi pin Wemos D1 mini dan *Sensor BME680*

No.	Wemos d1 mini	Sensor <i>BME680</i>
1	D1	SDA
2	D2	SCL
3	G	GND
4	3V3	VCC

Pada umumnya untuk komunikasi *I2c* memiliki konfigurasi pin yang sama , yang mana komunikasi *I2C* memiliki 2 pin penting yakni *SDA* dan *SCL* yang dapat diparalel dengan sensor lain yang memiliki komunikasi *I2c* yang sama seperti contoh pada tabel 1 dan 2.

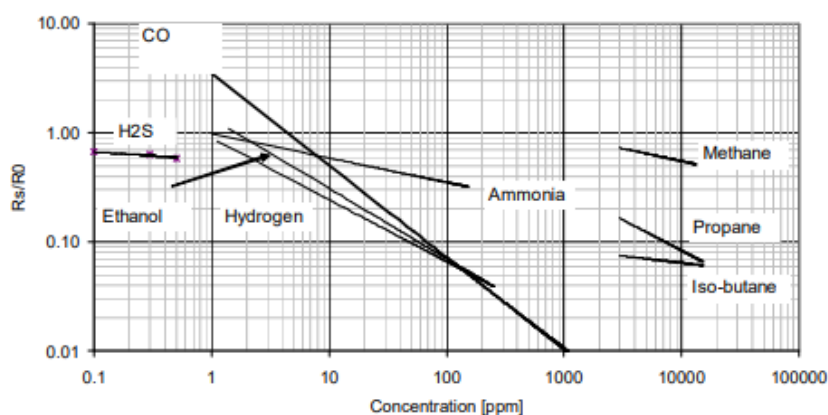
Selanjutnya, kami melakukan pengembangan perangkat lunak android mobile menggunakan website pihak ketiga yakni Kodular.io, dengan komunikasi data sensor menggunakan protokol MQTT dengan broker MQTT Dashboard. Sedangkan penyimpanan data data sensor akan di *push* ke dalam *google spreadsheet* secara *real time*.

3.4 Pengujian Sistem

Metode pengujian pada penelitian ini akan terfokus pada metode pengujian perangkat keras dan *blackbox* yang mana metode *blackbox* akan mengamati fungsionalitas setiap perangkat yang digunakan dan proses komunikasi data yang terjadi secara keseluruhan.

3.4.1 Sensor MEMS Gas

Dari datasheet *sensor MEMS Gas MiCS-4514* menunjukkan bahwa sensor tersebut mampu mendeteksi variasi gas yang diudara seperti yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Variasi gas deteksi *MEMS Gas* [21]

Proses pengujian sensor *MEMS Gas* dilakukan dengan mendekatkan salah satu sampel gas dari korek gas pada mulut sensor untuk menguji fungsionalitas dari sensor *MEMS Gas*.



Gambar 7. Pengujian sensor *MEMS Gas*

Tabel 3. Nilai hasil pengujian sensor MEMS Gas CH4

No.	Kondisi	CH4 (ppm)
1	Sebelum diberi gas	0.0
2	Sesudah diberi Gas	25000.0

Tabel 4. Nilai hasil pengujian sensor MEMS Gas CO

No.	Kondisi	CO (ppm)
1	Sebelum diberi gas	0.0
2	Sesudah diberi Gas	573.0

Tabel 5. Nilai hasil pengujian sensor MEMS Gas H2

No.	Kondisi	H2 (ppm)
1	Sebelum diberi gas	0.0
2	Sesudah diberi Gas	331.12

3.4.2 Sensor BME680

Dari datasheet sensor *BME680* menunjukkan bahwa sensor tersebut dapat mendeteksi suhu, kelembaban udara dan tekanan udara serta index *IAQ* atau *Indoor Air Quality* bersama dengan *Resistance Gas*.

IAQ Index	Air Quality
0 – 50	good
51 – 100	average
101 – 150	little bad
151 – 200	bad
201 – 300	worse
301 – 500	very bad

Gambar 7. IAQ pada BME680 [22]

Sejalan dengan percobaan Sensor *MEMS Gas*, sensor *BME680* juga akan mendeteksi *Resistance Gas* dari suatu ruangan apakah kondisi udara pada ruangan tersebut baik, sedang atau buruk, kita akan melihat hubungan antara pengujian sensor *MEMS* dengan *BME680* dengan percobaan menggunakan korek gas. Semakin rendah resistansi gas yang dibaca oleh sensor *BME680* maka semakin buruk kualitas udara pada ruangan tersebut. Skenario pengujian yang dilakukan untuk sensor *BME680* sama seperti gambar 7.

Tabel 6. Nilai hasil pengujian sensor *BME680* Res gas

No.	Kondisi	Resistance Gas (ohm)
1	Sebelum diberi gas	199845.00
2	Sesudah diberi gas	9707.00

Pada tabel 6 sensor merespon gas disekitar dengan memberikan nilai resistansi gas yang semakin menurun dari nilai resistansi normalnya sehingga respon tersebut mengindikasikan bahwa ruangan disekitar

memiliki kualitas udara yang buruk pada scenario pengujian sensor. selanjutnya kita akan melakukan proses pengujian Suhu dan kelembaban pada sensor *BME680* yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Suhu dan Kelembaban *BME680*

Tabel 7. Nilai hasil pengujian sensor *BME680* Suhu dan Kelembaban udara

No	Kondisi	Suhu (C)	Kelembaban (% Rh)
1	Sebelum diberi api	30.46	51.81
2	Sesudah diberi api	54.53	19.09

Pada tabel 7 Menjelaskan bahwa peningkatan signifikan suhu disekitar alat mengakibatkan penurunan kelembaban udara yang ada disekitar sensor *BME680*.

Table 8. Cuplikan data sensor gas.

Timestamp	Pressure (Pa)	Temperatur (°C)	Humidity (%h)	IAQ	BVe (ppm)	CO (ppm)
27/05/2023 14:50:17	100748.09	36.70	53.58	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:50:30	100749.30	36.74	53.54	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:50:44	100749.72	36.77	53.49	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:50:58	100750.29	36.81	53.41	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:51:12	100746.10	36.83	53.22	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:51:26	100745.26	36.86	53.33	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:51:39	100747.09	36.90	53.28	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:51:53	100744.67	36.89	53.25	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:52:07	100747.21	36.91	52.86	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:52:20	100743.81	36.91	52.38	50.00	0.50	0.00
27/05/2023 14:52:33	100743.55	36.91	52.90	50.00	0.50	0.00

Pada bagian ini, semua data sensor disimpan pada *platform cloud google* yakni *google sheet spreadsheet* secara *realtime* berbasis IoT yang mana rentan waktu yang dibutuhkan untuk menyimpan data dari devais samapi ke spreadsheet membutuhkan waktu 5-10 detik dalam hasil eksperimen dengan penempatan devais yang diletakkan pada lokasi penelitian. Tabel 8 merupakan cuplikan data sensor dari ribuan data yang telah dihasilkan oleh alat dan disimpan pada *platform spreadsheet*.

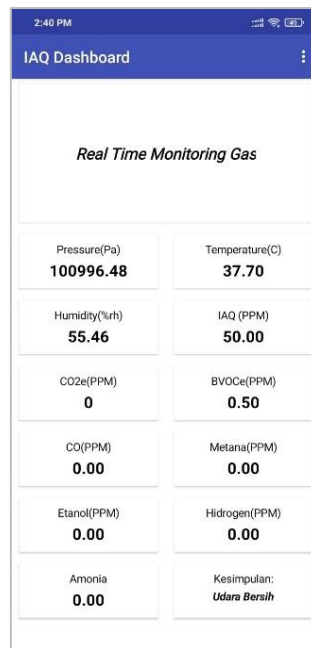
3.4.3 Aplikasi Monitor Berbasis Android

Gambar 10 menjelaskan tentang tampilan yang dapat dilihat secara realtime oleh pengguna Ketika ada perubahan data atau ada gas yang terdeteksi dalam wilayah cakupan devais, sehingga sedini mungkin dapat tampil perubahan yang ada dan menjadi pemberitahuan bagi pengguna.

4. DISKUSI

Penelitian ini berfokus pada penguasaan sensor gas untuk mendeteksi adanya gas berbahaya disekitar daerah cakupan devais yang telah dibangun. Penelitian ini menggunakan 2 sensor yakni sensor *MEMS Gas* yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi 5 macam gas yang ada diudara dan sensor kedua adalah *BME680* yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi kumpulan gas berbahaya, suhu, tekanan udara dan kelembaban udara.

Pada Tabel 3, 4 dan 5, kami menemukan karakteristik sensor yang diujikan yang mana penelitian ini menggunakan 1 sampel gas namun oleh sensor *MEMS Gas* dapat mendeteksi variasi gas yang terkandung didalamnya dengan presentasi PPM (*part per million*) yakni gas metana atau CH₄ sebesar 25000 ppm, karbo monooksida atau CO sebesar 573 ppm dan H₂ sebesar 331.12 ppm.



Gambar 10. Aplikasi Monitor gas Android

Pada tabel 6. menjelaskan bahwa karakteristik sensor ketika mendeteksi kumpulan gas yang berbahaya maka nilai respon dari sensor *BME680* mengalami penurunan nilai resistansi terhadap gas tersebut. Nilai tersebut dapat di konversi kedalam bentuk *IAQ* atau *indoor air quality* yang berfungsi untuk mengklasifikasikan kondisi udara dalam suatu ruangan berdasar Gambar 7.

Penelitian ini juga mencoba menguji sensor suhu dan kelembaban yang ada pada *BME680* dengan data yang ditunjukkan pada tabel 7 dimana data didapat menunjukkan perubahan suhu ketika sebuah api didekatkan pada sensor dan sebaliknya penurunan tingkat kelembaban pada saat api didekatkan pada sensor *BME680*.

Penerapan alat tersebut dan pengambilan data dilakukan pada sekolah SMKS darul ulum layoa Bantaeng. Cuplikan data yang telah diambil dapat dilihat pada Gambar 9.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan devais pendeteksi gas untuk melakukan *monitoring* dalam mendeteksi gas secara dini dapat berjalan dengan baik melalui aplikasi android dengan menggunakan *prokol MQTT* dan penyimpanan *Spreadsheet*. Sensor gas berhasil mendeteksi gas dengan perubahan resistance gas dan juga perubahan suhu dan kelembaban Ketika diberi sampel gas pada sensor. Data data sensor yang telah terkumpul langsung diteruskan ke penyimpanan cloud yaitu google spreadsheet secara langsung dan juga diteruskan ke aplikasi android secara real time.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Dipa makassar yang telah mendanai penelitian ini sehingga bisa selesai dengan baik dan juga P3M UNDIPA yang telah mendukung penelitian ini beserta teman teman penulis sekalian.

REFERENSI

- [1] S. V. Sirsikar and P. Karemore, "Design and implementation of real time web based geographic pollution monitoring system," *4th IEEE Spons. Int. Conf. Comput. Power, Energy, Inf. Commun. ICCPEIC 2015*, pp. 447–450, 2015.
- [2] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, and G. Dewantoro, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 1, pp. 131–144, 2022.
- [3] M. Rosyidah, "Polusi Udara dan Kesehatan," *J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 11, pp. 5–8, 2016.
- [4] A. surya Gumelar, "Sistem Monitoring Deteksi Kadar Polusi Udara Di Kota Mojokerto Berbasis Iot," pp. 1–11, 2018.
- [5] "Ambient (outdoor) air pollution." [Online]. Available: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). [Accessed: 01-Sep-2023].
- [6] Rasha AbdulWahhab, K. J. Jetly, and S. Shakir, "Indoor Air Quality Monitoring Systems," *Int. J. Knowledge-Based Organ.*, vol. 11, no. 3, pp. 1–14, 2021.

-
- [7] A. Miranto and E. Reynaldi, "Perancangan Dan Implementasi Antarmuka Pengguna Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Aplikasi Android," *Cybersp. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 1, p. 46, 2023.
- [8] M. Hasanuddin, "Sistem Monitoring dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis Internet of Things (IOT)," *J. Comput. Syst. Informatics* (, vol. 4, no. 4, pp. 976–984, 2023.
- [9] G. Melani, "Perancangan dan Implementasi Aplikasi Mobile Berbasis Android untuk Monitoring Kualitas Udara di Daerah Pemukiman," vol. 3, no. 3, pp. 1–20, 2023.
- [10] Turmudi, "prosiding Seminar Nasional Etnomatematika," *Kaji. Etnomatematika Belajar Mat. dengan Melibatkan Unsur Budaya*, vol. 1225, p. 4, 2018.
- [11] A. D. Prakoso and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1246–1254, 2022.
- [12] M. Zidni, M. Hannats, H. Ichsan, and S. R. Akbar, "Sistem Monitoring Kesehatan Udara menggunakan Sensor MQ7 dan MQ135 terhadap Berbagai Gas Berbahaya pada Mobil," vol. 6, no. 9, 2022.
- [13] A. Faroqi, E. P. Hadisantoso, D. K. Halim, and M. S. WS, "Perancangan alat pendeteksi kadar polusi udara menggunakan sensor gas MQ-7 dengan teknologi wireless HC-05," *J. ISTEK*, vol. 10, no. 2, pp. 33–47, 2016.
- [14] N. Halizah, H. Zulfia Zahro', and D. Rudhistiar, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Polusi Udara Pada Budidaya Tanaman Sayur Hidroponik," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 308–314, 2021.
- [15] M. I. A. Asri, M. N. Hasan, M. R. A. Fuaad, Y. M. Yunos, and M. S. M. Ali, "MEMS Gas Sensors: A Review," *IEEE Sens. J.*, vol. 21, no. 17, pp. 18381–18397, 2021.
- [16] A. Lakatos, "Air Quality Measurement in Buildings," *Hidraulica*, no. 4, pp. 64–69, 2021.
- [17] S. Chaudhary, V. Bhargave, S. Kulkarni, P. Puranik, and A. Shinde, "Home Automation System Using WeMos D1 Mini," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 5, pp. 4238–4241, 2018.
- [18] Z. B. Abilovani, W. Yahya, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 12, pp. 7521–7527, 2018.
- [19] P. H. Kulkarni, P. D. Kute, and V. N. More, "IoT based data processing for automated industrial meter reader using Raspberry Pi," *2016 Int. Conf. Internet Things Appl. IOTA 2016*, pp. 107–111, 2016.
- [20] V. A. Kusuma, M. I. A. Putra, and S. S. Suprpto, "Sistem Monitoring Stok dan Penjualan Minuman pada Vending Machine berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Google Sheets dan Kodular," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 4, no. 3, pp. 94–98, 2022.
- [21] SENSORTECH SGX, "The MiCS-6814 is a compact MOS sensor with three fully independent sensing elements on one package," p. 5, 2015.
- [22] Bosch Sensortec, "BME680 Low power gas , pressure , temperature & humidity sensor [Datasheet]," pp. 1–50, 2017.