

Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan: *Measuring Device for Indoor Air Quality (Media-Q)*

Mochamad Farid Rifai^{1*)}; Hendra Jatnika¹; Yudhi S. Purwanto¹; Aditya Bayu Pratama¹

1. Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi PLN, DKI Jakarta 11750, Indonesia

^{*)}Email: m.farid@itpln.ac.id

Received: 21 September 2021 | Accepted: 22 Agustus 2022 | Published: 28 November 2022

ABSTRACT

The impact of air pollution is causing a decrease in air quality, which has a negative impact on human health. Based on it, we intend to research and create a prototype of an indoor air detector that is not only portable, but also compact, wearable (can be attached to the body/carried), applicable (easy to use), accessible, and connected to smart phones and websites. The device will monitor the indoor air quality and the results will be sent directly to the connected smart phone and will be stored in the cloud media and can also be accessed via the website. In general, this research will involve 3 connected and integrated devices, namely: air quality measurement device, application on a smart phone and a website and its storage media. This device can be used by everyone and in a system, can work automatically and independently. The result is a device that is not only affordable but can also be connected to a mobile phone and the internet is an urgent need. It is called *Measuring Device for Indoor Air Quality* or *MEDIA-Q*.

Keywords: measuring instrument, indoor air quality, mobile phone, website, *MEDIA-Q*

ABSTRAK

Dampak dari pencemaran udara menyebabkan penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap Kesehatan manusia. Berdasarkan penjelasan di atas, maka kami bermaksud untuk meneliti dan membuat sebuah prototipe alat pendeteksi udara dalam ruangan yang tidak hanya portable, tetapi compact (ringkas), wearable (dapat disematkan di badan/dibawa-bawa), applicable (mudah digunakan), accessible (mudah diakses), dan terhubung dengan smart phone dan website. Alat tersebut akan memonitor kualitas udara dalam ruangan dan hasilnya langsung dikirimkan ke smart phone yang terhubung dan akan disimpan di media cloud dan dapat pula di akses melalui website. Secara umum, penelitian ini akan melibatkan 3 perangkat yang saling terhubung dan terintegrasi, yaitu: alat ukur kualitas udara, aplikasi pada smart phone dan website beserta media penyimpanannya. Alat ini dapat dipakai oleh semua orang dan secara system, dapat bekerja secara otomatis dan mandiri. luaran riset ini ialah perangkat yang tidak hanya terjangkau, tetapi juga dapat terhubung dengan mobile phone dan internet menjadi suatu kebutuhan yang mendesak. Alat ini disebut *Measuring Device for Indoor Air Quality* atau *MEDIA-Q*.

Kata Kunci: alat ukur, kualitas udara dalam ruangan, mobile phone, website, *MEDIA-Q*

1. PENDAHULUAN

Perwujudan kualitas lingkungan yang sehat merupakan bagian pokok di bidang kesehatan. Udara sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memberikan daya dukungan bagi mahluk hidup untuk hidup secara optimal. Pencemaran udara dewasa ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut merupakan kontribusi terbesar dari pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kejadian alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, gas alam beracun, dll. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah menyebabkan penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap Kesehatan manusia [1].

Kualitas udara dalam ruangan juga merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian karena akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Timbulnya kualitas udara dalam ruangan umumnya disebabkan oleh beberapa hal, yaitu kurangnya ventilasi udara (52%) adanya sumber kontaminasi di dalam ruangan (16%) kontaminasi dari luar ruangan (10%), mikroba (5%), bahan material bangunan (4%), lain-lain (13%) [2] [3].

Kualitas udara dalam ruangan yang buruk dapat menyebabkan efek kesehatan jangka pendek langsung seperti iritasi pada mata, hidung dan tenggorokan yang dapat berdampak sangat besar pada orang dengan kondisi Kesehatan yang kurang baik, seperti asma dan alergi. Kualitas udara yang buruk juga dapat menyebabkan sakit kepala dan kelelahan. Dalam jangka panjang, kualitas udara dalam ruangan yang buruk dikaitkan dengan penyakit pernapasan, penyakit jantung, dan kanker [4].

Udara di dalam ruangan dapat terganggu oleh berbagai kontaminan termasuk polutan kimia, jamur, debu, senyawa organik yang mudah menguap (VOC), bulu hewan peliharaan, dan bau. Ventilasi yang tidak memadai menambah buruk permasalahan ini, meningkatkan tingkat polutan dalam ruangan dengan tidak membawa cukup udara luar ruangan untuk mengencerkan polutan.

Di pasaran sendiri, telah beredar kurang lebih 10 alat *portable* pendeteksi kualitas udara dalam ruangan [5] yang memiliki fitur berbeda-beda (dari mulai yang paling sederhana sampai pada yang kompleks), dengan harga yang berbeda-beda (ratusan ribu sampai jutaan rupiah), tetapi kesemuanya, tidak terhubung ke perangkat telepon pintar (*smart phone*) sehingga tidak dapat diakses oleh orang banyak.

Karena kondisi udara adalah permasalahan semua orang, maka sudah seharusnya setiap orang mempunyai tanggung jawab dan kewaspadaan terhadap hal ini, terlebih lagi terhadap lingkungan/ruang, baik itu tempat kerja, maupun di rumah. Hal ini menjadi permasalahan tersendiri bagi tiap orang untuk memiliki alat tersebut, karena selain faktor harga dan penggunaan operasionalnya, data yang didapatkan oleh alat tersebut tidak dapat diakses oleh publik, baik secara langsung (*real time*) maupun yang tersimpan (*database*).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka kami bermaksud untuk meneliti dan membuat sebuah prototipe alat pendeteksi udara dalam ruangan yang akan memonitor kualitas udara dalam ruangan dan hasilnya langsung dikirimkan ke *smart phone* yang terhubung dan akan disimpan di media *cloud* dan dapat pula di akses melalui website. Secara umum, penelitian ini akan melibatkan setidaknya 3 perangkat yang saling terhubung dan terintegrasi, yaitu: alat ukur kualitas udara, aplikasi *mobile* pada *smart phone* dan website beserta media penyimpanannya. Satu hal lagi, alat ini dapat dipakai oleh semua orang, dimana data yang didapatkan oleh perangkatnya pada lokasi tertentu, dapat menjadi kontribusi dan informasi yang berguna bagi orang lain (*person-to-person/P2P*), dan secara system, dapat bekerja secara otomatis dan mandiri (*machine-to-machine/M2M*).

Dengan latar belakang di atas, dibutuhkan akan adanya suatu perangkat yang tidak hanya terjangkau, tetapi juga dapat terhubung dengan *mobile phone* dan internet menjadi suatu kebutuhan yang mendesak. Tim bermaksud akan membuat sebuah penelitian tentang alat tersebut dan menyebutnya sebagai *Measuring Device for Indoor Air Quality* atau MEDIA-Q.

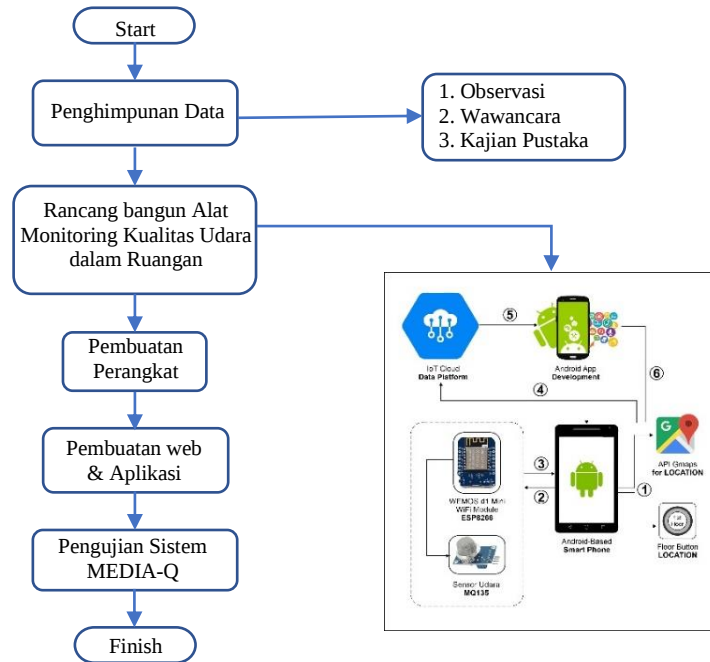
Penelitian ini didasarkan pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, seperti yang telah kami ringkas berikut ini. Kondisi udara di sekitar tempat tinggal diukur menggunakan sensor-sensor yang berkaitan dengan pengukuran kadar udara seperti, DSM501, PM10, MQ7, dan MQ135 yang terhubung dengan Arduino [6][7][8]. Beberapa mengupgrade alatnya dengan menambahkan LCD monitor, sementara ada juga yang menyertakan lampu LED dan buzzer yang cukup compact sehingga masih dapat memenuhi syarat untuk disebut portable [9][10]. Pendeteksi kualitas udara yang lebih besar juga dibuat dalam bentuk stasiun pemantau yang juga masih menggunakan mikrokontroller dan memanfaatkan webserver dan database sebagai penyimpanan datanya [11] [12] [13][14]. Penelitian lain mengukur besaran partikel debu GP2Y dan MQ 131 digunakan untuk memantau kadar Co dan Co3 dan ditampilkan pada layar monokromatik mini berbasis labview [15].

Pada penelitian-penelitian di atas, kualitas udara diukur menggunakan sebuah perangkat berbasis Arduino dan sensor-sensor. Beberapa menggunakan sensor gas, sensor udara, dan teknologi *wireless*. Kelemahan dari penelitian-penelitian di atas adalah bahwa: 1) alat cenderung besar dan kurang nyaman untuk dapat dibawa-bawa; 2) hampir semua penelitian menggunakan lcd yang artinya hanya menampilkan data *realtime* saja; 3) hanya satu penelitian yang membuat konektivitas dengan internet; dan 4) tidak melibatkan banyak orang sehingga komunikasi data hanya berlangsung satu arah saja.

Kelebihan dan keterbaruan dari perangkat MEDIA-Q yang kami buat adalah sebuah prototipe alat pendeteksi udara dalam ruangan yang: 1) *Portable* (mudah dibawa-bawa), 2) *Compact* (ringkas), 3) *Wearable* (dapat disematkan di badan), 4) *Applicable* (mudah digunakan), 5) *Accessible* (mudah diakses) dan 6) *Connectible* (terhubung dengan *smart phone* dan *website*). Perangkat tersebut akan memonitor kualitas udara dalam ruangan dan hasilnya langsung dikirimkan ke *smart phone* yang terhubung dan akan disimpan di media *cloud* dan dapat pula di akses melalui website. Data-data yang tersimpan kemudian dapat digunakan sebagai data utama untuk sebuah system prediksi kualitas udara pada lokasi tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dimaksudkan sebagai sebuah teknik keilmuan berupa Langkah-langkah dalam memperoleh data yang akan dipakai untuk kepentingan riset. Arah dari suatu penelitian harus ditetapkan karena hal ini dianggap sebagai gambaran dari aspirasi tiap insan yang secara alami senantiasa berupaya untuk dapat memahami segala hal. Berikut metodologi penelitian yang dilakukan oleh tim peneliti untuk *Smart System* untuk monitoring kualitas udara dalam ruangan.



Gambar 1. Metodologi Penelitian MEDIA-Q2

Uraian dari metode yang dilakukan di atas adalah seperti di bawah ini:

1. Tahap-tahap dalam proses penghimpunan data
 - a. Penghimpunan data mengenai keadaan kualitas udara melalui studi Pustaka melalui studi pustaka dan media yang bertujuan untuk memahami keadaan kualitas udara dan berbagai efek yang ada dari sudut pandang lokasi;
 - b. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah
 - c. Membuat preferensi solusi
2. Tahap-tahap dalam *prototyping* perangkat pengukur kualitas udara dalam ruangan.
 - a. Penyusunan Sistem

Sistem ini disusun dalam dua tahap yaitu *hardware* dan *software design*. Tahap awal dari proses ini yaitu menyusun blok diagram *hardware*, yang lalu diteruskan pada pembuatan sistem minimal untuk Nodemcu ESP32 dan *serial sensors*. Tahap selanjutnya adalah pembuatan *software*/perintah bagi pengoperasian Nodemcu ESP32.
 - b. Pembuatan rancangan *hardware*

Pembuatan rancangan ini disusun dari Nodemcu ESP32 yang bekerja untuk mengontrol sensor-sensor dan menjalankan olah data. Pembuatan sistem digambarkan dalam diagram blok yang menjadi acuan dalam membuat Perangkat *Measuring Device for Indoor Air Quality (MEDIA-Q)* dengan menggunakan Nodemcu ESP32 sebagai pengolah data dan pemancar WiFi, sensor udara MQ-135 dan MQ-7.
 - c. Pembuatan rancangan *software*

Sesudah rancangan *hardware* rampung, tahap berikutnya ialah pembuatan desain *software*. Desain *software* memakai Arduino IDE yang lalu di upload ke Nodemcu ESP32. Lalu aplikasi android dibuat dengan MIT inventor dan disambungkan pada Nodemcu ESP32.
 - d. Nodemcu ESP32 *Programming*

Proses *programming* alat ini diselesaikan memakai Arduino IDE 1.8.1 berbasis Java yang diselaraskan supaya mampu mendukung performa perangkat secara utuh.

e. Perakitan sensor-sensor Kualitas Udara MQ-135 dan MQ-7

Sensor MQ-135 dan MQ-7 adalah sensor gas (sensitif terhadap gas-gas: NH₃, NO_x, alcohol, Benzene, smoke, CO₂, dll.) yang prinsip kerjanya mendeteksi Kualitas udara (*air quality*) yang berada di dalam ruangan sehingga karakteristik sensor tersebut sebagai resistor akan berubah menjadi semikonduktor atau penghantar tegangan.

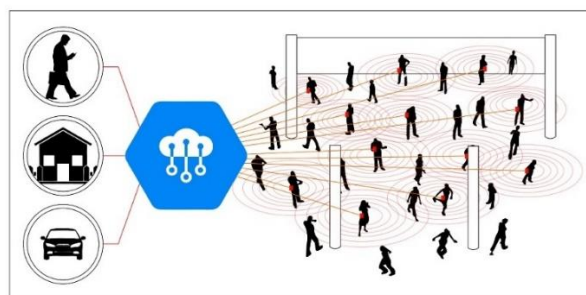
f. Pengujian Perangkat *Measuring Device for Indoor Air Quality (MEDIA-Q)*.

Perangkat *Measuring Device for Indoor Air Quality (MEDIA-Q)* adalah perangkat yang terintegrasi dengan *smart phone* berbasis Android dan website. Perangkat ini terhubung (*paired*) dengan aplikasi yang ada di *smart phone* melalui WiFi module Nodemcu ESP32. Aplikasi membaca lokasi (menggunakan Google API) dan menentukan lokasi lantai (ketinggian). Pada Wemos, juga terhubung module sensor MQ-135 yang memeriksa kualitas udara dalam ruangan. Data yang didapatkan akan dikirimkan Kembali ke *smart phone* dan barulah dikirim ke internet. Dari internet (website) yang telah disediakan, pengguna lain dapat mengakses data realtime, *database*, ataupun perkiraan. Selanjutnya dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Perancangan Perangkat MEDIA-Q

Perangkat ini memungkinkan publik untuk dapat memilih untuk memiliki alatnya (MEDIA-Q), yang berarti juga harus mengunduh aplikasinya, atau hanya memiliki aplikasinya saja pada *smart phone*. Kelebihannya adalah pada proses berbagi informasi dan menjadi bagian dari suatu komunitas yang siap dalam menghadapi era revolusi industri 4.0. Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini:

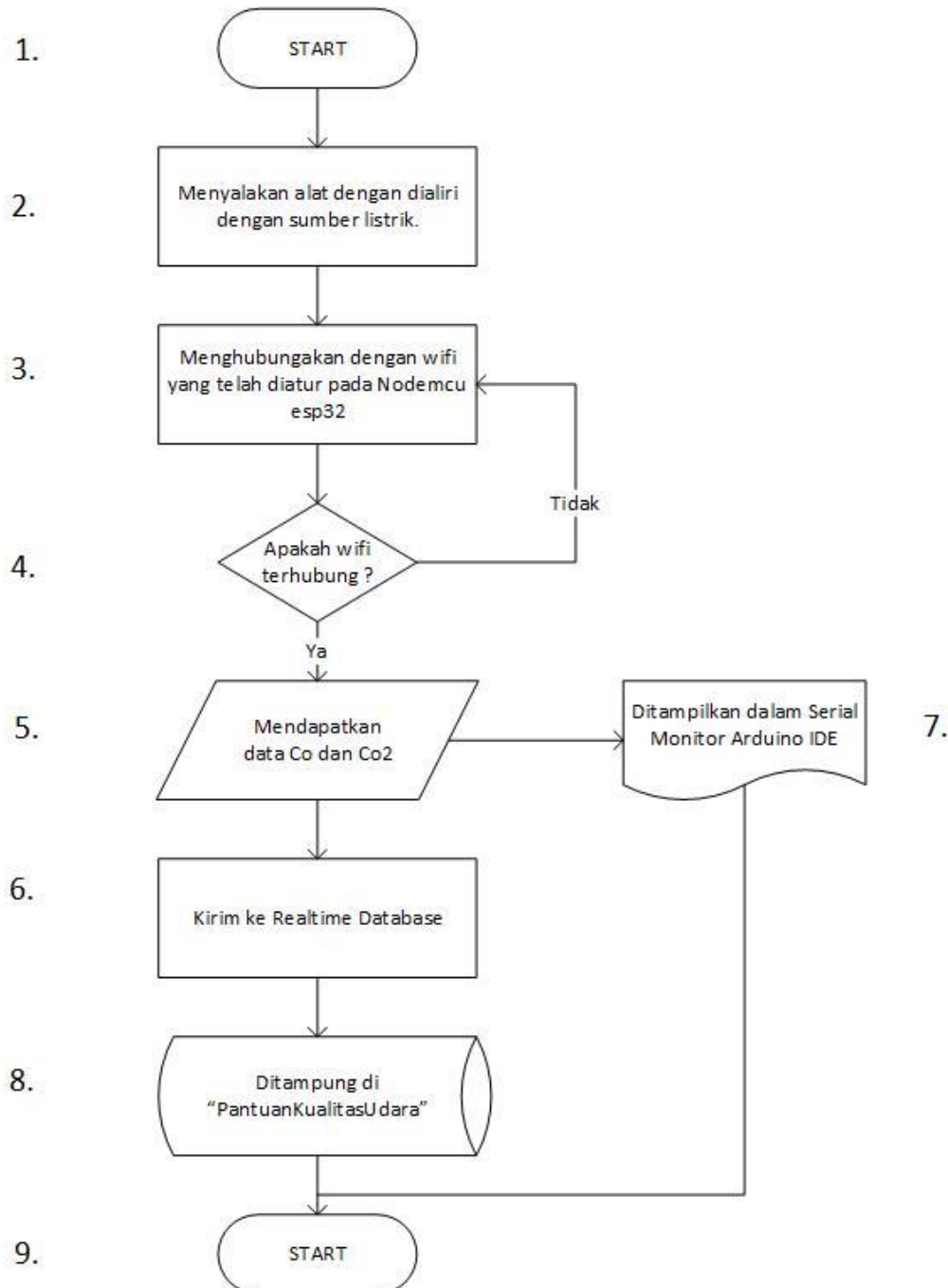


Gambar 3. Ilustrasi Pengaksesan dan Penyebaran Data Kualitas Udara

3. HASIL

Hasil perancangan alat dan aplikasi bangun sistem pendeteksi kualitas udara dalam ruangan berbasis android menggunakan metode *geolocation tagging* menggunakan Nodemcu ESP32 dan dalam pembuatan aplikasi menggunakan Bahasa java.

Untuk Algoritma alat sistem pendeteksi kualitas udara dalam ruangan berbasis android menggunakan metode *geolocation tagging*, penulis akan menjabarkan pada gambar berikut:

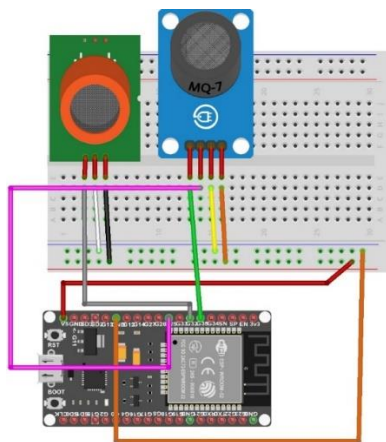


Gambar 4. Flowchart Algoritma Alat

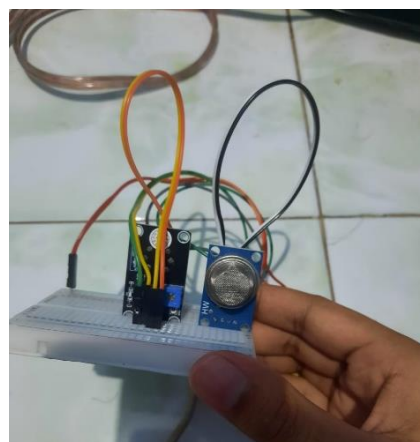
Berdasarkan dari gambar 4 berikut merupakan penjelasan dari setiap langkah – langkah yang tertera pada gambar:

1. Start
2. Menyalakan alat dengan dialiri dengan sumber listrik, alat yang telah disiapkan dapat dialiri listrik dari Laptop, Powerbank atau dari sumber listrik secara langsung, dimana Nodemcu esp32 disini hanya membutuhkan tenaga listrik sebesar 5volt agar alat bekerja secara maksimal.
3. Menghubungkan dengan wifi yang telah diatur pada Nodemcu esp32, pada Nodemcu esp32 sebelumnya telah diatur agar dapat menerima wifi dari *handphone* pengguna. Dengan menyalakan *hotspot portable* pada *handphone* pengguna maka alat sudah dapat mendapatkan data dari sensor.
4. Alat akan memeriksa apakah wifi telah terhubung dengan alat, jika tidak maka akan kembali ke proses no 3. Tetapi jika alat telah dapat terhubung dengan wifi maka akan berlanjut ke proses no 5.
5. Mendapatkan data Co dan Co2, disini mendapatkan data Co dan Co2 didapat dari sensor MQ-135 untuk mendapatkan data Co2 dan MQ-7 untuk mendapatkan data Co.
6. Kirim ke Realtime Database, setelah sebelumnya telah mendapatkan data dari Sensor MQ-135 dan MQ-7 maka data telah siap dikirim ke *Realtime Database* yang berada pada aplikasi bernama Firebase.
7. Ditampilkan dalam serial monitor pada Arduino IDE, disini data yang telah didapat pada proses 5 ditampilkan pada serial monitor yang berada pada aplikasi Arduino IDE.
8. Ditampung di “PantuanKualitasUdara”, setelah proses 6 yaitu mengirim data maka data akan ditampung di *Realtime Database* yang bernama “PantuanKualitasUdara”.
9. Proses telah selesai pada alat.
10. Hasil Perancangan Aplikasi.

Pada rancangan ini penulis menggunakan mikrokontroler Nodemcu ESP32 sebagai pusat pengendalian sensor MQ-135 dan MQ-7 yang dimana fungsi dari kedua sensor tersebut yaitu mendeteksi gas berupa karbon dioksida dan juga karbon monoksida. Cara kerja kedua sensor tersebut yaitu dengan mendapatkan gas yang ada di udara lalu di kalibrasikan lagi dengan perhitungan yang telah di butuhkan oleh masing-masing sensor, setiap sensor mempunyai perhitungan yang berbeda sesuai tipe dan kebutuhan.

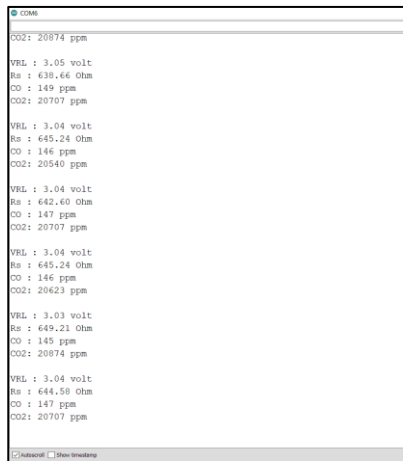


Gambar 5. Rancang Bangun Alat



Gambar 6. Alat Pendeteksi Kualitas Udara

Setelah melakukan perancangan alat, maka penulis memulai dengan memeriksa apakah sensor dapat membaca data dengan akurat, data yang ditampilkan oleh sensor MQ – 135 dan MQ – 7 dapat dilihat pada serial monitor pada Arduino IDE. Berikut merupakan hasil dari percobaan mendapatkan data dari sensor:



Gambar 7. Hasil Sensor



Gambar 8. Hasil Sensor

Gambar 7 menampilkan data berupa VRL, Rs, Co dan Co2, pada VRL dapat diartikan sebagai sebuah output tegangan sensor dengan tahanan beban pada rangkaian sensor, Rs sendiri merupakan *Resistance Sensor* sedangkan untuk Co dan Co2 merupakan kadar Co dan Co2 dalam suatu ruangan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembuatan alat beserta aplikasinya, dapat disimpulkan bahwa: 1) Alat dan aplikasi dapat bekerja secara simultan dan sesuai ekspektasi pada pengujian dalam ruangan; 2) Alat dan aplikasi dapat digunakan dengan baik dan membantu pengguna untuk dapat mengenali kondisi udara dalam ruangan; dan 3) Alat dapat dibuat dengan biaya yang cukup rendah sehingga dapat menjangkau seluruh kalangan. Pengembangan alat ini dapat berupa: 1) Penambahan jenis sensor pada alat seperti, sensor suhu dan sensor debu; 2) Data kondisi udara dalam ruangan yang telah diambil oleh alat dapat digunakan sebagai data primer untuk prediksi kondisi ruangan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan; dan 3) desain alat dapat dibuat seminimal mungkin sehingga mudah dibawa dan cukup fashionable untuk dipakai sebagai asesoris busana.

5. APRESIASI

Tim penulis memberikan apresiasi, penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi PLN (LPPM ITPLN) atas segala bantuan baik berupa moril maupun materiil sehingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Cincinelli and T. Martellini, "Indoor air quality and health," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 14, no. 11, 2017, doi: 10.3390/ijerph14111286.
- [2] D. N. (Devi) Vidyautami, H. S. (Haryono) Huboyo, and M. (Mochtar) Hadiwidodo, "Pengaruh Penggunaan Ventilasi (Ac Dan Non Ac) Dalam Ruangan Terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara (Studi Kasus: Ruang Kuliah Jurusan Teknik Sipil Universitas

- Diponegoro),” *J. Tek. Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2015, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/143280/>.
- [3] F. Rahim and Y. R. Camin, “KONDISI KUALITAS UDARA (SO₂, NO₂, PM₁₀ DAN PM_{2.5}) DI DALAM RUMAH DI SEKITAR CILEGON DAN GANGGUAN PERNAPASAN YANG DIAKIBATKANNYA,” *AL-KAUNIYAH J. Biol.*, vol. 11, no. 2, pp. 82–90, 2018.
- [4] M. Kesehatan and R. Indonesia, “Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011,” 2011.
- [5] S. Lamsukses, “Portable Air Quality,” *Sitoho*, 2021. http://www.sitoho.com/eshop/index.php?id_category=52&controller=category.
- [6] M. Perera and C. Jayasinghe, “Indoor Air quality and human activities in buildings Civil Engineering Research Exchange Symposium 2012 Faculty of Engineering University of Ruhuna,” no. January 2016, pp. 1–8, 2012, doi: 10.13140/RG.2.1.2124.2961.
- [7] Nur Arminarahmah, Muhammad Rasyidan, and Zaenuddin, “Desain Dan Implementasi Pengukur Kualitas Udara Pm₁₀ Berbasis Mikrokontroler,” *J. Teknol. Inf. Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 2, no. 1, pp. 21–28, 2017, doi: 10.20527/jtiulm.v2i1.15.
- [8] 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 Wirelles HC-05,” *J. ISTEK*, vol. X, no. 2, pp. 33–47, 2016, [Online]. Available: <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/istek/article/view/1476>.
- [9] M. Zikri and R. Khair, “Rancang Bangun Monitoring Polusi Udara Berbasis Arduino,” *J. Teknovasi*, vol. 05, no. 01, pp. 27–38, 2018, [Online]. Available: <http://ejurnal.plm.ac.id/index.php/Teknovasi/article/view/205/pdf>.
- [10] J. M. S. Waworundeng, “Implementasi Sensor dan Mikrokontroler sebagai Detektor Kualitas Udara,” *Semin. Nas. Multi Disiplin Ilmu*, vol. 1, no. November 2017, pp. 232–240, 2017.
- [11] M. A. Sebayang, “Journal of Informatics and Telecommunication Engineering Stasiun Pemantau Kualitas Udara Berbasis Web Web Based Quality Air Monitor Station melakukan perancangan alat , perancangan melakukan MQ-7 Sensor MQ-7 tersusun oleh tabung,” *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–33, 2017, [Online]. Available: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>.
- [12] A. Fuadi, “Sistem Monitoring Tingkat Pencemaran Udara Pada Ruangan Berbasis Android Menggunakan Mikrokontroler,” *Univ. Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [13] M. S. Novelan, “Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 4, no. 2, pp. 50–54, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v5i1.2758>.
- [14] J. Waworundeng and O. Lengkong, “Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT Indoor Air Quality Monitoring and Notification System with IoT Platform,” *Cogito Smart J.*, vol. 4, no. 1, pp. 94–102, 2018.
- [15] R. N. Lesmana and Y. Rahayu, “Membangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruangan Dengan Mengaplikasikan Sensor CO Berbasis LabVIEW,” *Jom FTEKNIK*, vol. 3, pp. 1–6, 2016.