

# Rancang Bangun Prototipe Sistem Pendeteksian Dan Pembuangan Asap Rokok Berbasis IoT Pada Smoking Room

Pande Gede Aditya Ananda Logiasa <sup>1\*</sup>, Ida Bagus Ketut Sugirianta <sup>2</sup>, I Gede Ketut Sri Budarsa <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>2</sup> Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>3</sup> Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

\*Corresponding Author: [adityaananda2000@gmail.com](mailto:adityaananda2000@gmail.com)

**Abstrak:** Asap rokok merupakan salah satu asap yang mengandung racun berbahaya bagi kesehatan manusia. Karena faktor buruk yang disebabkan oleh asap rokok maka diperlukannya ruangan khusus perokok (*smoking room*) dan membatasi masyarakat untuk menjadi perokok pasif. Dengan demikian *smoking room* perlu dikembangkan, pada penelitian ini akan dirancang sistem pendeteksian dan pembuangan asap rokok berbasis IoT pada *smoking room*. Penelitian ini akan dilakukan pada ruangan/kotak dengan dimensi panjang 40 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm. Komponen yang digunakan adalah module ESP32 Devkit V1, power supply DC 12 v, sensor MQ-2, sensor MQ-135, LCD I2C 20x4, dua buah fan DC, satu buah buzzer, dua buah module relay 4 channel dan lima buah lampu indikator. software yang akan digunakan terdiri dari Arduino IDE, Firebase yang terintegrasi lalu dapat ditampilkan melalui *smartphone* dengan menggunakan aplikasi/software Kodular. Cara kerja dari sistem pendeteksian dan pembuangan asap rokok berbasis IoT adalah pada saat sensor mendeteksi asap sebesar  $\leq 50$  ppm sistem akan menampilkan kondisi ruangan dalam keadaan aman yang ditandai dengan lampu indikator hijau menyala (ON). Jika sensor mendeteksi asap sebesar  $> 50$  ppm dan  $< 200$  ppm maka sistem akan menampilkan kondisi ruangan dalam keadaan tidak sehat yang ditandai dengan lampu indikator kuning menyala (ON), buzzer akan menyala dan satu buah fan akan menyala yang ditandai dengan menyala satu buah lampu indikator biru akan menyala (ON) sebagai indikator fan. Dan jika sensor mendeteksi asap sebesar  $> 200$  ppm maka sistem akan menampilkan kondisi ruangan dalam keadaan bahaya yang ditandai dengan lampu indikator merah menyala (ON), buzzer akan menyala cepat dan kedua fan akan menyala yang ditandai dengan kedua lampu indikator biru yang menyala (ON) sebagai indikator untuk fan 1 dan fan 2. Rata-rata error yang di dapat dari pengukuran sensor MQ-2 dengan alat ukur ppm adalah sebesar 3,7 %. Sedangkan rata-rata error yang di dapat dari pengukuran sensor MQ-135 dengan alat ukur ppm adalah sebesar 5,4 %.

**Kata Kunci:** Module ESP32, MQ-2, MQ-135, Asap rokok, IoT.

**Abstract:** Cigarette smoke is one of the smokes that contain toxins that are harmful to human health. Due to bad factors caused by cigarette smoke, a special smoking room and keeps people away from becoming passive smokers. Thus the smoking room needs to be developed, in this study a system for the detection and disposal of IoT-based cigarette smoke will be designed in the smoking room. This research will be conducted in a room/box with dimensions of 40 cm long, 30 cm wide, and 30 cm high. The components used are Module ESP32 Devkit V1, power supply, MQ-2 sensor, MQ-135 sensor, 20x4 I2C LCD, two fans, one buzzer, two 4 channel relays and five indicator lights. The software to be used consists of Arduino IDE, Firebase which can then be displayed via a *smartphone* using the Kodular application/software. The workings of the IoT-based cigarette smoke detection and disposal system is that when the sensor detects smoke of ppm the system will display the condition of the room in a safe condition which is indicated by a green indicator light (ON). If the sensor detects smoke of  $> 50$  ppm and  $< 200$  ppm, the system will display the condition of the room in an unhealthy condition which is indicated by the yellow indicator light on (ON), buzzer will light up and one fan will light up which is indicated by the light of one indicator light. blue will light up (ON) as a fan. And if the sensor detects smoke of  $> 200$  ppm then the system will display the condition of the room in a state of danger which is indicated by the red indicator light on (ON), the buzzer will turn on quickly and the two fans will turn on which is indicated by the two blue indicator lights that are lit (ON). as an indicator for fan 1 and fan 2. The average error obtained from the measurement of the MQ-2 sensor with the ppm measuring instrument is 3.7%. While the average error obtained from the measurement of the MQ-135 sensor with a ppm measuring instrument is 5.4%.

**Keywords:** Module ESP32, MQ-2, MQ-135, Cigarette smoke, IoT.

**Informasi Artikel:** Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

## Pendahuluan/ Introduction

Salah satu asap yang mengandung racun berbahaya bagi kesehatan manusia adalah asap rokok. Seperti yang diketahui, sangat banyak penyakit yang ditimbulkan oleh asap rokok seperti stroke, kanker paru-paru,

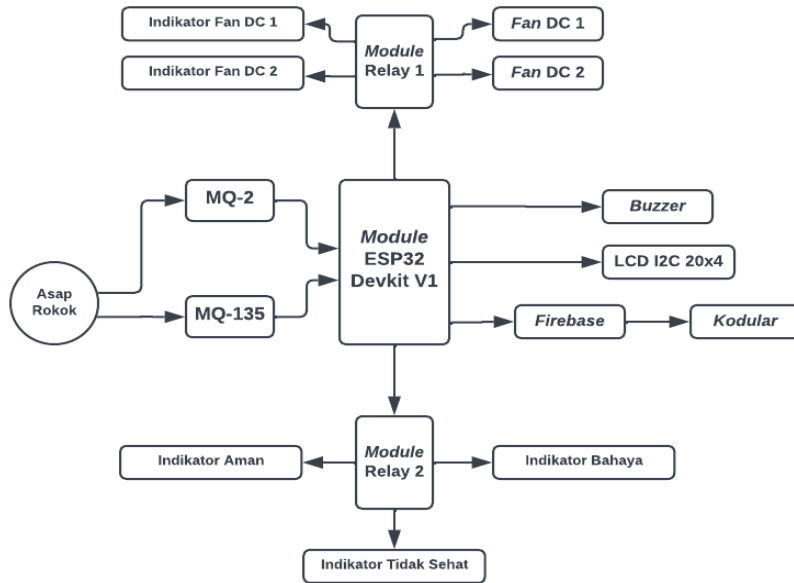
batuk kronis dan gangguan kesehatan lainnya. Rokok sudah menjadi hal yang lazim bagi masyarakat mulai dari anak-anak, remaja, orang dewasa, pria maupun wanita. Asap rokok yang dihirup akan lebih berbahaya jika dihirup oleh orang yang tidak merokok dan rokok juga dapat membuat orang kecanduan dalam merokok [1]. Banyak dampak negatif yang telah disebabkan oleh asap rokok termasuk bagi kesehatan anak-anak dan masadepannya yang telah lama disimpulkan oleh semua ahli termasuk *World Health Organization* (WHO) menurut KPAI (2013).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MEN-KES/PER/V/2011 [12]. Peraturan Kemenkes Republik Indonesia ini bertujuan dalam upaya melindungi kesehatan masyarakat dari pencemaran udara dalam ruang [12]. Konsentrasi yang terdiri dari zat, gas, dan uap dalam udara selama 40 jam perminggu dan 8 jam perharinya yang tidak terlalu menimbulkan gangguan kesehatan yang berarti disebut ambang batas pencemaran [14]. Perhitungan indeks untuk indikator kualitas udara dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia yaitu Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Parameter gas yang dideteksi oleh ISPU meliputi CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, HC, dan partikel debu (PM<sub>10</sub>) [15]. Karbon monoksida merupakan gas yang mudah terserap oleh tubuh dan berbahaya, karena bisa mengikat hemoglobin (butir merah darah) yang menyebabkan kadar oksigen yang masuk ke dalam jaringan tubuh akan berkurang dan bisa menyebabkan kematian. [18]. Oleh karena itu karbon monoksida racun yang masuk kedalam tubuh akan sangat cepat meyebar. Karena faktor buruk yang disebabkan oleh asap rokok maka diperlukannya ruangan khusus perokok (*smoking room*) dan membatasi masyarakat untuk menjadi perokok pasif [13]. *Smoking room* merupakan tempat yang digunakan oleh beberapa orang untuk melakukan kegiatan merokok. Pada *smoking room* sering terlihat sirkulasi udara yang ada dalam ruangan tidak maksimal yang menyebabkan udara yang terkandung didalamnya sangat tidak aman bagi kesehatan manusia. Maka dari pada itu *smoking room* masih perlu dikembangkan untuk menyediakan ruangan yang nyaman dan aman bagi para perokok dan membatasi masyarakat menjadi perokok pasif. Pada penelitian kali ini akan dirancang sistem pendeteksian dan pembuangan asap rokok berbasis IoT pada *smoking room*.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang Rancang Bangun Prototipe sistem Pendeteksian Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor MQ-2 dilengkapi *Exhaust Fan* [2]. Sensor MQ-2 merupakan sensor yang sensitif terhadap gas metana, butana, LPG, dan asap rokok.. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan waktu respon yang cepat. Keluaran yang dihasilkan sensor ini adalah sinyal analog, MQ 2 memerlukan tegangan 5 V DC, resistnsi sensor ini akan berubah bila ada gas, out put dari sensor ini dihubungkan ke pin Analog pada mikrokonntroler Arduino yang akan menampilkan dalam bentuk sinyal digital [10]. Sistem ini menggunakan aplikasi telegram dimana sistem akan mengirimkan data kategori asap yang ada dalam ruangan dan ketika kategori asap diruangan tidak sehat maka *buzzer* akan menyala [2]. Sebelumnya juga dilakukan penelitian tentang Rancang Bangun Sistem Multiple Warning Deteksi Asap Rokok Menggunakan Sensor MQ-135 Berbasis Arduino [3]. Sensor MQ-135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alkohol, benzol, asap (CO), CO<sub>2</sub>, dan lain-lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (analog) bila terkena gas [5]. Hasil dari pengujian keseluruhan pada sistem ini menunjukkan bahwa sistem sudah dapat berkerja dengan baik sesuai dengan *source code* yang dibuat dengan ambang batas yang telah ditentukan dalam program yaitu kondisi pertama sebesar 155 ppm dan 160 ppm untuk kondisi ke dua, dalam pengujian tersebut terhitung nilai dari kesalahan relatif sistem yang diperoleh sangat kecil yaitu sebesar 4,87% maka sistem dapat dikatakan berhasil. Ada pun pada pengujian ini terdapat beberapa *error*, hal ini disebabkan karena saat pengujian berada dalam area terbuka [3].

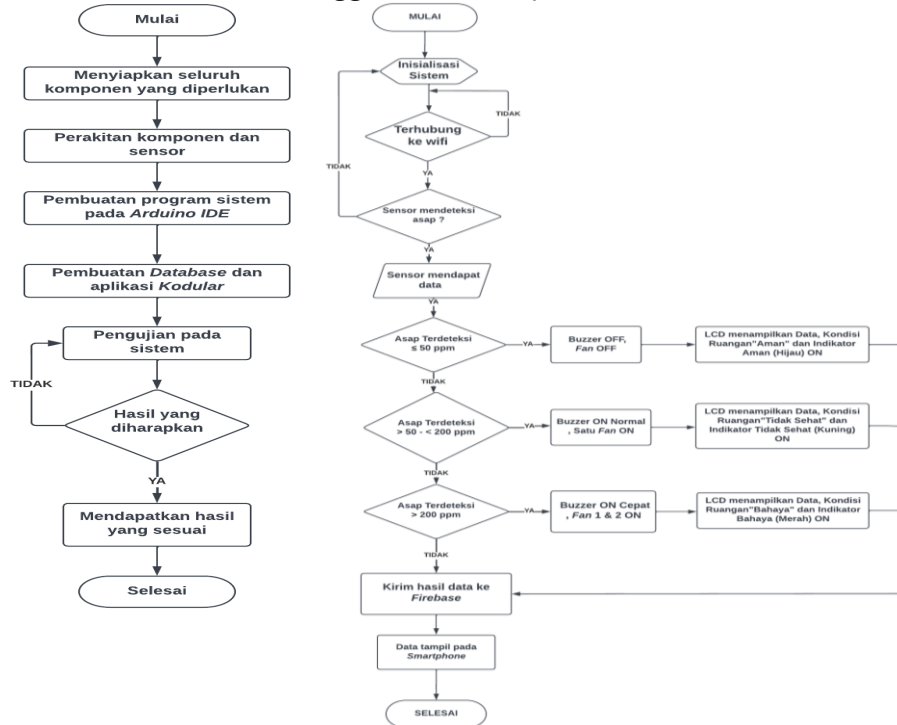
## Metode/ Method

Perencanaan blok diagram pada sistem merupakan tahapan perencanaan dan desain input, proses, dan output seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Perencanaan blok diagram pada sistem merupakan tahapan perencanaan dan desain input, proses, dan output yang akan dibuat. Pada gambar diatas menggambarkan bahwa pada bagian input terdiri dari dua sensor asap yaitu sensor MQ-2 dan sensor MQ-135. Pada bagian proses terdapat *Module* ESP32 Devkit V1 sebagai mikro-kontroler yang akan menjadi pusat pengolahan dan pengiriman data dari *input* ke *output*. Sedangkan pada bagian *output* terdapat dua buah *module* relay, *buzzer*, LCD I2C, *firebase* dan *kodular*. *Module* relay akan disambungkan pada beban berupa dua buah *fan* DC dan lima buah lampu indikator. *Module* relay 1 akan disambungkan pada beban berupa dua buah *fan* DC yang berfungsi sebagai pembuangan asap rokok pada ruangan dan 2 buah lampu indikator berfungsi sebagai tanda *fan* menyala. *Module* relay 2 akan disambungkan pada lampu tiga buah lampu indikator yang berfungsi sebagai indikator kondisi asap dalam ruangan. *Buzzer* berfungsi sebagai tandap peringatan berupa sinyal suara. LCD I2C berfungsi untuk menampilkan hasil data dari sensor. *Firestore* berfungsi sebagai pengirim data pembacaan sensor dari ESP32 Devkit V1 ke *kodular*. *Kodular* berfungsi untuk menampilkan hasil data dari sensor menggunakan *smartphone*



Gambar 2. Diagram Flowchart Sistem Deteksi

Diagram alir yang menggambarkan logika dari sistem dapat dilihat pada gambar 3. Kerja sistem dimulai menginisialisasi keseluruhan pin yang dibutuhkan. Setelah itu alat akan mencoba terhubung ke jaringan wifi. Alat akan terus mengulang tahap ini apabila gagal terhubung ke jaringan wifi. Alat akan menunggu apakah sensor mendeteksi asap rokok. Jika sensor mendeteksi asap, maka alat akan membaca data sensor dan akan mengecek kondisi.

Jika nilai data sensor asap yang terdeteksi  $\leq 50$  ppm, maka sistem akan menampilkan informasi di LCD data dari masing-masing sensor asap dan menampilkan bahwa kondisi di ruangan dalam keadaan aman yang ditandai dengan lampu indikator hijau menyala (ON). Jika nilai data sensor asap yang terdeteksi  $> 50$  dan  $< 200$  ppm, maka *buzzer* akan menyala normal dan satu buah *fan* akan menyala yang ditandai dengan lampu indikator biru menyala (ON), lalu *fan* akan membuang asap keluar ruangan. Kemudian sistem akan menampilkan data dari masing-masing sensor asap dan menampilkan bahwa kondisi di ruangan dalam keadaan tidak sehat yang ditandai dengan lampu indikator kuning dalam kondisi menyala (ON). Jika nilai data sensor asap yang terdeteksi  $> 200$  ppm, maka *buzzer* akan menyala cepat dan dua buah *fan* akan menyala yang ditandai dengan menyala kedua lampu indikator biru, lalu *fan* akan membuang asap keluar ruangan. Kemudian sistem akan menampilkan data dari masing-masing sensor asap dan menampilkan bahwa kondisi di ruangan dalam keadaan “Bahaya”. Semua data sensor akan dikirim ke *real-time database* yang ada pada *software firebase*. Dan data dari kedua sensor akan tampil pada *software* kodular yang ada di *smartphone*.

Pengujian ini nantinya akan dilakukan pada prototype ruangan. Pengambilan data pada Sensor MQ-2 dan Sensor MQ-135 akan dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan data sebanyak 30 kali. Adapun pengambilan data yang akan dilakukan sebagai berikut :

$$error(\%) = \frac{pengukuran\ MQ2 - pengukuran\ alat\ ukur}{pengukuran\ alat\ ukur} \times 100 \quad (1)$$

Pengambilan data pada sensor MQ-2 dan melakukan perbandingan antara sensor MQ-2 dengan alat ukur ppm. Pengambilan data ini dilakukan untuk mencari relatifitas kesalahan pada sensor.

$$error(\%) = \frac{pengukuran\ MQ2 - pengukuran\ alat\ ukur}{pengukuran\ alat\ ukur} \times 100 \quad (2)$$

Pengambilan data pada sensor MQ-135 dan melakukan perbandingan antara sensor MQ-135 dengan alat ukur ppm. Pengambilan data ini dilakukan untuk mencari relatifitas kesalahan pada sensor.

$$rata - rata\ eror\ sensor = \frac{\sum x}{n} \quad (3)$$

Data *error* dari sensor MQ-2 dan MQ-135 yang sudah didapat selanjutnya di rata-ratakan untuk mengetahui sensor mana yang lebih akurat dan sensitif.

Dalam implementasi sistem deteksi ini, alat dan bahan yang akan digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, diantaranya:

- a. Perangkat Keras: ESP32 Devkit V1, Sensor MQ-2, MQ-135, Module Relay, Fan DC, Lampu Indikator, Buzzer, Module stepdown DC 5v, Power Supply DC 12v 5A, LCD I2C 20x4, Smartphone
- b. Perangkat lunak: Arduino IDE, Firebase, Kodular.

## Hasil dan Pembahasan/ Result and Discussion

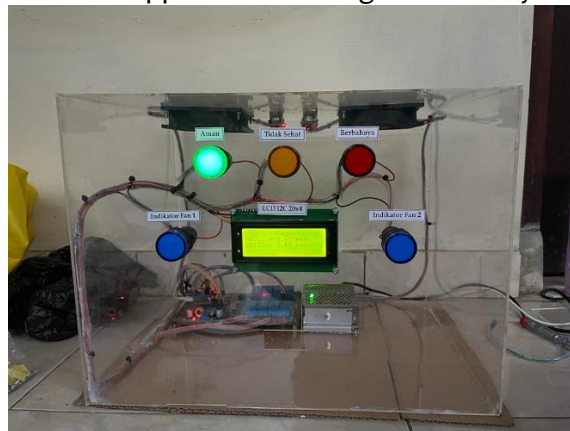
### Hasil Pengujian Hardware

Pengujian dilakukan dengan menyalakan alat pendeteksian dan pembuangan asap rokok berbasis IoT, kemudian melihat responnya terhadap nilai ppm yang terbaca. Pengujian diawali dengan melihat respon sensor terhadap asap dan membandingkannya dengan alat ukur. Proses ini ditunjukkan pada gambar 3.



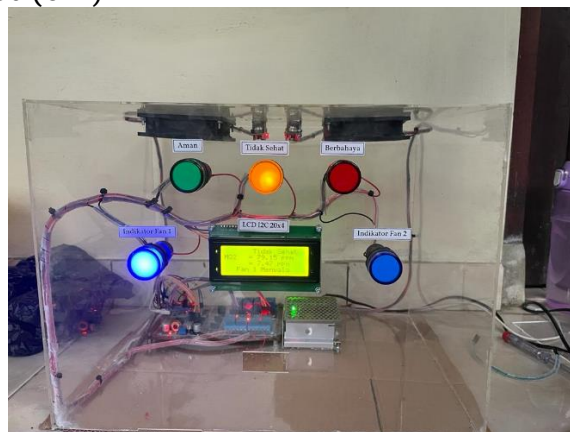
**Gambar 3.** Proses Pengukuran Kadar Asap dengan Alat Ukur (ppm)

Selanjutnya dilakukan pengujian respon kondisi ruangan. kondisi ruangan dibagi menjadi 3 yaitu aman apabila nilai ppm kurang dari 50 ppm, tidak sehat apabila nilai ppm lebih dari 50 ppm dan kurang dari 200 ppm, sedangkan apabila nilai ppm lebih dari 200 ppm maka dikategorikan berbahaya.



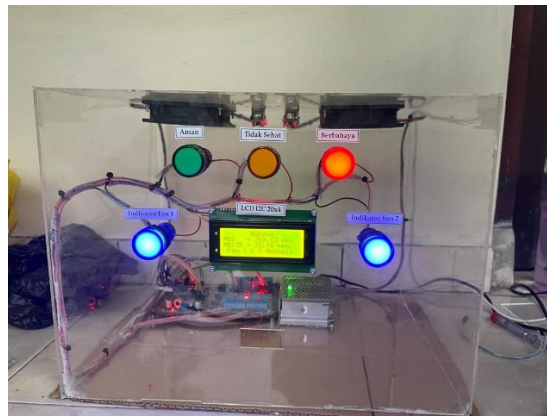
**Gambar 4.** Pengujian Kondisi Ruangan Aman

Dari gambar 4. terlihat lampu indikator hijau dalam kondisi menyala (ON) yang berarti ruangan dalam kondisi aman atau nilai ppm kurang dari 50 ppm. Selain itu fan dalam kondisi off terlihat dari lampu indikator fan (lampu biru) dalam keadaan mati (OFF).



**Gambar 5.** Pengujian Kondisi Ruangan Tidak Sehat

Dari gambar 5. terlihat lampu indikator kuning menyala (ON) yang berarti ruangan dalam kondisi tidak sehat atau nilai ppm lebih dari 50 ppm dan kurang dari 200 ppm. Selain itu terlihat 1 buah fan dalam kondisi menyala (ON) dan 1 buah fan dalam kondisi mati (OFF) terlihat dari lampu indikator fan (lampu biru) yang satu menyala dan yang satu mati.



**Gambar 6.** Pengujian Kondisi Ruang Bahaya

Dari gambar 6. terlihat lampu indikator merah menyala (ON) yang berarti ruangan dalam kondisi bahaya atau nilai ppm lebih dari 200 ppm. Selain itu 2 buah fan dalam kondisi menyala terlihat dari kedua indikator fan (lampu biru) dalam kondisi menyala (ON).

### Hasil Pengujian Software

Pada gambar 7. adalah tampilan pada layar smartphone yang menampilkan kondisi ruangan, data sensor dan kondisi fan.



**Gambar 7.** Pengujian Software

### Hasil Pengujian

Pengujian sensor MQ-2 dengan alat ukur (ppm). Adapun Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1. dibawah ini:

**Tabel 1.** Pengujian Sensor MQ-2

No	Sensor MQ-2 (ppm)	Alat Ukur (ppm)	Error (%)	Keterangan
1	18,9	19	0,5	Aman
2	36,72	39	5,8	Aman
3	65,76	68	3,3	Tidak Sehat
4	94,56	96	1,5	Tidak Sehat
5	284,78	288	1,1	Bahaya
6	308,11	304	1,4	Bahaya

Pengujian sensor MQ-2 dengan alat ukur (ppm). Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Pengujian Sensor MQ-135

No	Sensor MQ-135 (ppm)	Alat Ukur (ppm)	Error (%)	Keterangan
1	16,61	19	12,6	Aman
2	34,38	39	11,8	Aman
3	60,21	68	11,5	Tidak Sehat
4	86,16	96	10,3	Tidak Sehat
5	278,14	288	3,4	Bahaya
6	298,17	304	1,9	Bahaya

Data perbandingan error sensor MQ-2 dan sensor MQ-135. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel.3.

Tabel 3. Data Perbandingan Error Sensor MQ-2 dan MQ-135

No	Error Sensor MQ-2 (%)	Error Sensor MQ-135 (%)
1	0,5	12,6
2	5,8	11,8
3	3,3	11,5
4	1,5	10,3
5	1,1	3,4
6	1,4	1,9

## Simpulan/ Conclusion

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

Pada penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem pendeteksian dan pembuangan asap rokok berbasis IoT. Dimana dimensi dari alat ini adalah panjang 40 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm, berat keseluruhan dari alat ini adalah 400 gram. Menggunakan mikrokontroler ESP32 dan dua buah sensor MQ-2 dan MQ135. Mikrokontroler ESP32 berfungsi untuk mengolah data yang didapat dari pembacaan sensor MQ-2 dan MQ-135. Setelah itu data akan ditampilkan pada layar LCD dan dapat dilihat juga pada aplikasi kodular.

Cara kerja dari sistem pendeteksian dan pembuangan asap rokok berbasis IoT adalah pada saat sensor mendeteksi asap sebesar  $\leq 50$  ppm sistem akan menampilkan kondisi ruangan dalam keadaan aman yang ditandai dengan lampu indikator hijau menyala (ON). Jika sensor mendeteksi asap sebesar  $> 50$  ppm dan  $< 200$  ppm maka sistem akan menampilkan kondisi ruangan dalam keadaan tidak sehat yang ditandai dengan lampu indikator kuning menyala (ON), buzzer akan menyala dan satu buah fan akan menyala yang ditandai dengan menyala satu buah lampu indikator biru akan menyala (ON) sebagai indikator fan. Dan jika sensor mendeteksi asap sebesar  $> 200$  ppm maka sistem akan menampilkan kondisi ruangan dalam keadaan bahaya yang ditandai dengan lampu indikator merah menyala (ON), buzzer akan menyala cepat dan kedua fan akan menyala yang ditandai dengan kedua lampu indikator biru yang menyala (ON) sebagai indikator untuk fan 1 dan fan 2. Semua data tersebut akan dikirimkan ke kodular untuk bisa di lihat pada layar *smartphone*.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan didapat tingkat sensitivitas dari sensor MQ-2 dan sensor MQ-135 dengan alat ukur ppm. Rata-rata error yang di dapat dari pengukuran sensor MQ-2 dengan alat ukur ppm adalah sebesar 3,7 %. Sedangkan rata-rata error yang di dapat dari pengukuran sensor MQ-135 dengan alat ukur ppm adalah sebesar 5,4 %.

## Referensi/ Reference

- [1] D. Sinurat, "UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2018.
- [2] Kemenkes Republik Indonesia "Peraturan Menteri Kesehatan Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah", 2011
- [3] E. Maroni, "Prototype Sistem Kontrol Otomatis Kadar," no. 45, 2018.
- [4] Peraturan Pemerintah RI, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara," pp. 1–16, 2020.
- [5] S. Widodo, M. M. Amin, A. Sutrisman, and A. A. Putra, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara

- Bersih Dan Gas Berbahaya Co, Co<sub>2</sub>, Dan Ch<sub>4</sub> Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler,” *Pseudocode*, vol. 4, no. 2, pp. 105–119, 2017, doi: 10.33369/pseudocode.4.2.105-119.
- [6] P. E. Sukmana, B. M. Basuki, and O. Melfazen, “SMOKING ROOM BERBASIS IOT DENGAN,” vol. 13, 2021.
- [7] I. A. P. I. Paramitha, I. D. Djuni, and W. Setiawan, “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pendeteksi Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor MQ-2 Dilengkapi Exhaust Fan,” *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 3, pp. 69–75, 2020.
- [8] D. Hamdani, E. Handayani, and E. Risdianto, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Asap Rokok Dan Nyala Api Untuk Penanggulangan Kesehatan Dan Kebakaran Berbasis Arduino Uno Dan GSM SIM900A,” *J. Ilmu Fis. | Univ. Andalas*, vol. 11, no. 1, pp. 37–46, 2019, doi: 10.25077/jif.11.1.37-46.2019.
- [9] R. A. Gustavia and E. Nurraharjo, “Rancang Bangun Sistem Multiple Warning Deteksi Asap Rokok,” *Pros. SINTAK 2018*, pp. 278–282, 2018.
- [10] A. A. Rosa, B. A. Simon, and K. S. Lieanto, “Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135,” *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 23–28, 2020, doi: 10.31937/sk.v12i1.1611.