

Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Penutup Ventilasi dan Pembersih Udara Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Monica Indah Tiara, Nini Firmawati*

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 03 Oktober 2022
Direvisi: 12 Desember 2022
Diterima: 29 Desember 2022

Kata kunci:

Kontrol penutup ventilasi
Pembersih udara
Sensor MQ-135
Sensor MQ-7

Keywords:

Ventilation flap control
Air purifier
MQ-135 sensor
MQ-7 sensor

Penulis Korespondensi:

Nini Firmawati
Email:
ninifirmawati@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dibuat prototipe sistem kontrol ventilasi dan pembersih udara otomatis berbasis mikrokontroler menggunakan sensor MQ-135 untuk mengukur konsentrasi gas CO₂ dan sensor MQ-7 untuk gas CO. Alat ini dikontrol oleh mikrokontroler untuk mengontrol ventilasi dan melakukan pembersihan udara saat konsentrasi gas CO₂ dan gas CO dalam ruangan melebihi 1000 ppm dan 9 ppm. Sistem kontrol ventilasi terdiri dari motor servo yang akan menggerakkan penutup ventilasi udara. Sistem pembersih udara terdiri dari kipas DC yang dihidupkan oleh relay yang akan berputar untuk mengeluarkan udara kotor. Alat ini dilengkapi buzzer sebagai alarm, LCD untuk menampilkan konsentrasi masing-masing gas serta LED hijau dan merah yang akan hidup saat kondisi udara bersih dan kotor. Sensor MQ-135 dan sensor MQ-7 yang telah dikarakterisasi dapat mengukur konsentrasi CO₂ dan CO dengan persentase kesalahan masing-masing sebesar 1,48% dan 3,53%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe sistem mampu mengukur kadar CO₂ dan CO pada kondisi udara kotor dengan konsentrasi yang terukur paling tinggi adalah 1544 ppm dan 9 ppm, motor servo mampu menutup ventilasi dan kipas DC mengeluarkan udara kotor.

A microcontroller-based automated ventilation and air purifier control system prototype has been created using the MQ-135 sensor to measure CO₂ gas concentrations and the MQ-7 sensor for CO gas. A microcontroller controls this tool to control ventilation and perform air cleaning when the concentration of CO₂ gas and indoor CO gas exceeds 1000 ppm and 9 ppm. The ventilation control system has a servo motor to drive the air vent cover. The air purifier system consists of a DC fan turned on by a relay that will rotate to expel dirty air. This tool is equipped with a buzzer as an alarm, an LCD to display the concentration of each gas, and green and red LEDs that will turn on when the air conditions are clean and dirty. The characterized MQ-135 sensor and MQ-7 sensor can measure CO₂ and CO concentrations with error percentages of 1.48% and 3.53%, respectively. The results showed that the prototype of the system was able to measure CO₂ and CO levels in dirty air conditions with the highest measured concentrations of 1544 ppm and 9 ppm, the servo motor was able to close the vents, and the DC fan expelled dirty air.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Udara merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup terutama manusia untuk mempertahankan kehidupannya. Namun berbagai macam kegiatan manusia baik disengaja maupun tidak disengaja dapat menyebabkan polusi udara. Polusi udara memperburuk kualitas udara yang mempengaruhi kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan. Udara dapat dikelompokkan menjadi udara luar ruangan dan dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan sangat mempengaruhi kesehatan manusia karena 90% hidup manusia berada dalam ruangan (Kemenkes RI, 2018).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan adalah kualitas udara luar ruangan (*ambient air quality*) (Kesehatan & Indonesia, 2011). Terdapatnya sistem ventilasi pada ruangan akan memudahkan pertukaran udara dari luar ruangan ke dalam ruangan sehingga adanya pergantian udara (Gayuh & Dewi, 2012). Saat adanya polusi udara dari luar ruangan, udara kotor bisa masuk ke dalam ruangan melalui ventilasi maka sistem kontrol ventilasi sangat diperlukan untuk mengatur keluar masuknya udara sehingga meminimalisir masuknya udara kotor dari luar ruangan ke dalam ruangan.

Udara kotor atau polutan yang terdapat pada udara terdiri dari bermacam-macam zat beracun. Seperti pada asap pembakaran sampah terdapat gas Karbon Dioksida (CO₂). Gas ini memiliki ciri-ciri tidak mudah terbakar, tidak memiliki bau, tidak berwarna, rasanya sedikit asam dan tidak menyala pada suhu ruangan. Jika terhirup dalam jumlah yang banyak akan mengakibatkan terjadinya perubahan tekanan darah, mual, sesak nafas, telinga berdenging, mengantuk, pusing, jantung berdetak tidak teratur, sakit kepala, tremor, sensasi tingling, lemah, gangguan penglihatan, konvulsi, hilang kesadaran dan bahkan koma (Badan POM RI, 2010).

Pada asap kendaraan bermotor terdapat gas Karbon Monoksida (CO) yang memiliki ciri-ciri tidak berbau dan tidak berwarna. Karbon monoksida terdiri dari senyawa molekul kembar berupa gas yang tidak berbau dan tidak berwarna, mudah terbakar serta dipakai dalam pembuatan berbagai senyawa organik dan anorganik. Gas ini sangat beracun pada manusia (Arty, 2005).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memberikan solusi dalam upaya mengurangi polusi udara pada ruangan. Widodo dkk. (2017) membuat sistem monitoring kadar udara bersih dan gas berbahaya CO, CO₂ dan CH₄ dalam ruangan tertutup berbasis mikrokontroler Atmega 8535. Alat ini menggunakan sensor MQ-135 dengan tipe berbeda berdasarkan sensitivitas dari ketiga gas tersebut. Hasil monitoring ditampilkan pada LCD. LED digunakan sebagai indikator dan *blower* sebagai netralisir udara dari gas berbahaya. Penelitian ini hanya dikhususkan untuk mengeluarkan gas berbahaya dari ruangan sehingga perlu adanya pengembangan yang lebih lanjut dari penelitian ini.

Muchtar dan Budiyanto (2014) membuat sistem *monitoring* dan kontrol terhadap kualitas udara, suhu dan kelembaban udara ruangan kelas pada daerah rawan bencana. Sensor untuk *monitoring* kualitas udara adalah sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂ dan sensor DHT-22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan. Kipas digunakan untuk mengontrol suhu dan membuang udara kotor. Untuk memasukkan udara yang telah difilter menggunakan karbon aktif. Kontrol untuk kelembaban digunakan *air humidifier*. Serta Remot XY digunakan untuk *monitoring* parameter yang terukur dan keaktifan aktuator. Namun pada penelitian ini belum ada kontrol ventilasi udara dan gas yang dideteksi hanya gas CO₂ saja sehingga perlu penambahan sensor untuk mendeteksi gas yang lainnya.

Asmazori (2021) merancang alat pendeteksi NOx dan CO di luar ruangan menggunakan sensor MQ-135 dan MQ-7 berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan notifikasi via Telegram dan suara. Modul ISD1820 digunakan sebagai modul suara. Penelitian ini dirancang menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan menggunakan Telegram bot yang akan memberitahukan nilai konsentrasi gas NOx dan CO. Penelitian ini hanya mampu mendeteksi gas berbahaya NOx dan CO di luar ruangan sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk gas berbahaya yang ada dalam ruangan.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dibuat sistem kontrol ventilasi dan pembersih udara otomatis menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂ dan MQ-7 untuk mendeteksi gas CO. Sistem ini dikontrol dengan mikrokontroler Arduino Uno R3, motor servo sebagai kontrol buka dan tutup ventilasi, LED hijau dan LED merah serta *buzzer* sebagai indikator udara bersih dan udara kotor, LCD sebagai penampil nilai konsentrasi gas CO₂ dan gas CO serta kipas DC untuk mengeluarkan udara kotor. *Prototype* ini memiliki sistem kontrol ventilasi yang akan menutup saat konsentrasi gas CO₂ melebihi batas 1000 ppm dan konsentrasi gas CO melebihi 9 ppm.

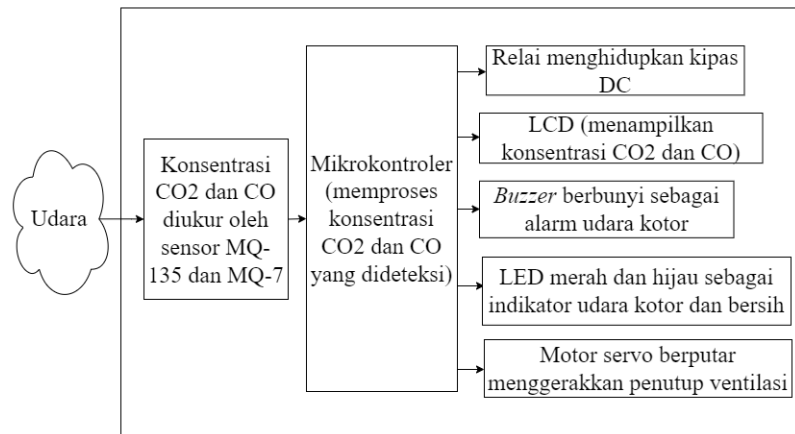
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah laptop, multimeter digital, Lutron MCH-838SD, *gas analyzer*, Arduino Uno R3, sensor MQ-135, sensor MQ-7, jumper, relai 2 chanel, kipas DC, motor servo, LED merah, LED hijau, LCD, *buzzer*, papan rangkaian, tang pemotong, resistor, solder dan timah.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok sistem dibuat untuk memberikan gambaran mengenai komponen sistem. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

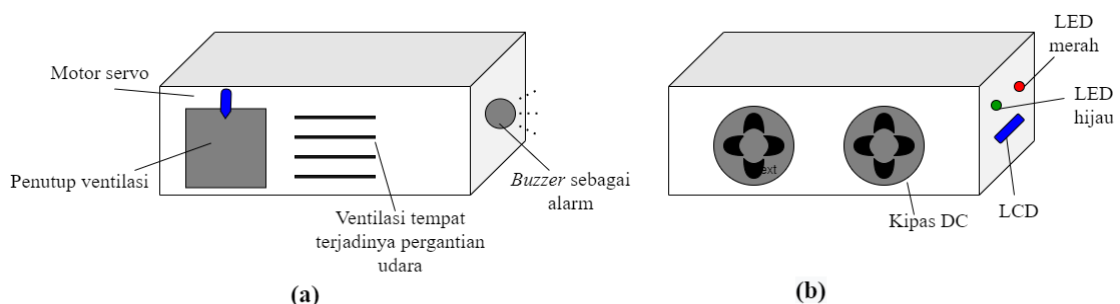


Gambar 1 Skema rangkaian sistem

Pertama-tama sensor MQ-135 dan MQ-7 akan mengukur konsentrasi CO₂ dan CO. Saat konsentrasi gas CO₂ yang terdeteksi melebihi 1000 ppm dan CO melebihi 9 ppm maka motor servo akan menutup ventilasi untuk menghentikan masuknya udara kotor, LED merah dan *buzzer* akan hidup serta kipas DC akan bekerja untuk mengeluarkan udara kotor. Saat udara kotor telah dikeluarkan, LED hijau akan hidup sebagai indikator udara bersih.

2.3 Perancangan Bentuk Fisik Alat

Bentuk fisik alat yang dirancang berupa prototipe ruangan yang berukuran 25 cm x 15 cm x 20 cm. Pada prototipe ini dipasang sistem kontrol ventilasi dan sistem pembersih udara yang telah dirancang. Alat kemudian diletakkan pada ruangan tertutup yang telah dialirkan asap hasil pembakaran untuk mengukur konsentrasi CO₂ dan CO. Bentuk rancangan prototipe diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Rancangan bentuk fisik alat (a) tampak depan dan (b) tampak belakang

2.4 Pengujian dan Analisis Data

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari sistem yang telah dirancang. Pengujian yang dilakukan adalah karakterisasi sensor MQ-135, karakterisasi sensor MQ-7, pengujian motor servo, pengujian relai dan kipas DC serta rangkaian keseluruhan. Pengujian alat dilakukan pada ruangan tertutup yang dialirkan asap hasil pembakaran kain dan kertas. Besar persentase kesalahan pada pengujian skala suatu alat dapat ditentukan dengan Persamaan (1).

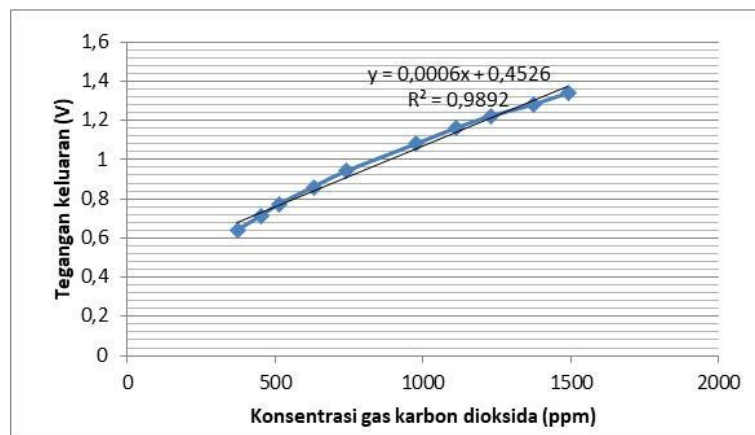
$$Error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Dengan Y_n adalah nilai sebenarnya pada alat pembanding (ppm) dan X_n adalah nilai yang terbaca pada sensor (ppm).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakterisasi dan Pengujian Sensor MQ-135 Sebagai Pendeteksi CO₂

Pengujian sensor MQ-135 bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gas CO₂ dengan memberikan variasi gas karbon dioksida (CO₂). Gas CO₂ yang digunakan berasal dari asap hasil pembakaran sampah. Gambar 3 menunjukkan hasil karakterisasi sensor MQ-135.



Gambar 3 Hasil karakterisasi sensor MQ-135

Karakterisasi sensor MQ-135 dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi CO₂ untuk melihat perubahan tegangan keluaran sensor MQ-135. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar nilai konsentrasi gas CO₂ maka tegangan keluaran yang terbaca semakin tinggi. Nilai sensitivitas sensor MQ-135 didapatkan sebesar 0,0006 V/ppm yang berarti setiap kenaikan konsentrasi CO₂ sebesar 1 ppm maka tegangan keluaran sensor MQ-135 naik sebesar 0,0006 V dan didapatkan tegangan *offset* sebesar 0,4526 V dengan nilai koefisien determinasi 0,9892.

Data pengujian konsentrasi gas CO₂ yang terdeteksi sensor MQ-135 dengan hasil dari alat pembanding dapat dilihat pada Tabel 1.

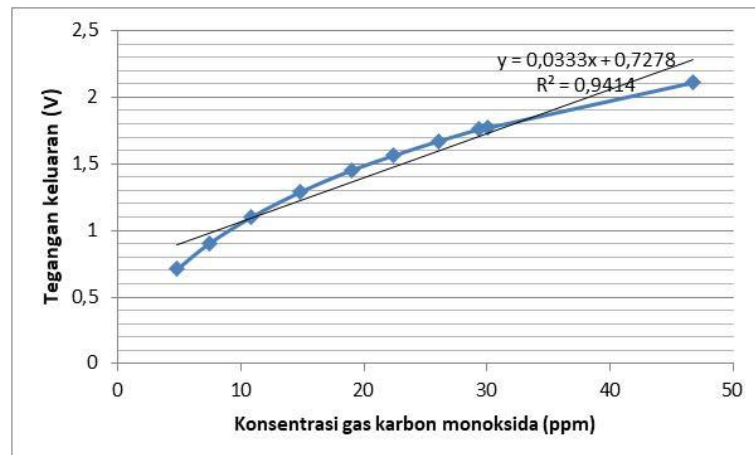
Tabel 1 Hasil pengujian sensor MQ-135 dengan Lutron MCH-838SD

No.	Konsentrasi CO ₂ dari Lutron MCH-838SD (ppm)	Konsentrasi CO ₂ dari Sensor MQ-135 (ppm)	Persentase Kesalahan (%)
1.	448	447	0,223
2.	556	553	0,542
3.	676	646	4,643
4.	760	774	1,808
5.	813	834	2,517
6.	957	975	1,846
7.	1059	1057	0,189
8.	1455	1460	0,342
9.	1654	1632	1,348
10.	2060	2088	1,340
Rata-rata			1,480

Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 1,48% sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-135 yang digunakan dapat berfungsi dengan baik untuk mengukur konsentrasi CO₂ dan layak untuk digunakan.

3.2 Karakterisasi dan Pengujian Sensor Sensor MQ-7 Sebagai Pendeteksi CO

Pengujian sensor MQ-7 dilakukan untuk mengetahui konsentrasi gas CO dengan memberikan variasi gas CO. Gas CO didapatkan dari asap pembakaran sampah. Gambar 4 menunjukkan hasil karakterisasi sensor MQ-7.



Gambar 4 Hasil karakterisasi sensor MQ-7

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai konsentrasi gas CO yang terukur berbanding lurus dengan tegangan keluaran dengan nilai sensitivitas sensor MQ-7 yaitu sebesar 0,0333 V/ppm yang artinya tegangan keluaran sensor MQ-7 akan naik sebesar 0,0333 V apabila konsentrasi CO naik sebesar 1 ppm dan nilai koefisien determinasi 0,9414.

Data pengujian konsentrasi gas CO yang terdeteksi sensor MQ-7 dengan hasil dari alat perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian sensor MQ-7 dengan Gas Analyzer

No.	Konsentrasi CO dari Gas Analyzer (ppm)	Konsentrasi CO dari Sensor MQ-7 (ppm)	Persentase Kesalahan (%)
1.	1	0,96	4,16
2.	10	10,28	2,72
3.	12	12,51	4,07
4.	13	13,58	4,27
5.	21	19,21	9,32
6.	49	47,64	2,85
7.	89	84,51	5,31
8.	110	109,45	0,50
9.	143	145,56	1,76
10.	196	195,28	0,37
Rata-rata			3,53

Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 3,53% sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-7 yang digunakan dapat berfungsi dengan baik untuk mengukur konsentrasi CO dan layak untuk digunakan.

3.3 Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan dengan cara menghubungkan motor servo dengan Arduino uno. Pada program Arduino uno dimasukkan perintah untuk memutar motor servo ke beberapa variasi sudut yaitu sudut 0°, 90° dan 180°. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa motor servo dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengujian motor servo dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil pengujian motor servo

No.	Sudut putaran motor servo	Keterangan (berputar/ tidak berputar)
1.	0°	Berputar
2.	90°	Berputar
3.	180°	Berputar

3.4 Pengujian Relai dan Kipas DC

Pengujian relai dan kipas DC dilakukan untuk mengetahui bahwa relai dan kipas DC sudah bekerja dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan Arduino uno dengan relai dan kemudian dihubungkan ke kipas DC. Hasil pengujian relai dan kipas DC dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil pengujian relai dan kipas DC.

No.	Kondisi relai (<i>on / off</i>)	Kipas DC (berputar/ tidak berputar)
1.	<i>On</i>	Berputar
2.	<i>Off</i>	Tidak berputar

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada saat kondisi relai hidup (*on*) kipas dapat berputar dan saat kondisi relai (*off*) kipas berhenti berputar. Hal tersebut menunjukkan bahwa relai dan kipas DC dapat berfungsi dengan baik.

3.5 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan meliputi penggabungan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem kontrol ventilasi dan pembersih udara otomatis. Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui bahwa alat yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik. Data alat keseluruhan dengan variasi konsentrasi gas CO₂ dan gas CO dari asap pembakaran kain dan kertas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian sistem

No.	Konsentrasi gas CO ₂ (ppm)	Konsentras i gas CO (ppm)	Kondisi ventilasi (terbuka/ tertutup)	LED (merah/ hijau)	Buzzer (berbunyi/ tidak berbunyi)	Kipas DC (berputar/ tidak berputar)
1.	124	2	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
2.	134	3	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
3.	248	3	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
4.	353	4	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
5.	776	5	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
6.	941	6	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
7.	1133	8	Tertutup	Merah	Berbunyi	Berputar
8.	941	7	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
9.	1544	8	Tertutup	Merah	Berbunyi	Berputar
10.	797	7	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
11.	955	9	Tertutup	Merah	Berbunyi	Berputar
12.	765	8	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
13.	1477	8	Tertutup	Merah	Berbunyi	Berputar
14.	915	8	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar
15.	819	6	Terbuka	Hijau	Tidak berbunyi	Tidak berputar

Tabel 5 menunjukkan bahwa saat konsentrasi CO₂ dan CO yang terukur melebihi 1000 ppm dan 9 ppm maka motor servo mampu berputar untuk menutup ventilasi dan kipas DC mengeluarkan udara kotor. Waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk membersihkan udara kotor dalam ruangan adalah (2-4) detik.

IV. KESIMPULAN

Dari rancangan alat yang telah di buat didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya sensor MQ-135 memiliki sensitivitas sensor sebesar 0,0006 V/ppm dan sensor MQ-7 memiliki sensitivitas sensor sebesar 0,0333 V/ppm. Hasil pengujian sensor MQ-135 dengan Lutron MCH-383SD memiliki persentase kesalahan rata-rata sebesar 1,48% dan hasil pengujian sensor MQ-7 dengan *gas analyzer*

memiliki persentase kesalahan rata-rata 3,53%. Indikator dapat bekerja dengan baik saat mendeteksi udara kotor seperti LED merah akan hidup dan relai akan hidup sebagai saklar kipas DC untuk mengeluarkan udara kotor. LCD, LED dan *buzzer* dapat memberi informasi kondisi udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) Republik Indonesia yang telah menghibahkan bantuan dana penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Arty, I.S, 2005, Pendidikan Lingkungan Hidup tentang Bahaya Polutan Udara, *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, Hal. 385-404.
- Asmazori, M., 2021, Rancang Bangun Alat Pendeteksi NOx dan CO Berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan Notifikasi Via Telegram dan Suara, *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, Vol. 5, No. 2, hal. 57-62.
- Badan POM RI, 2010, *Karbon Dioksida*, Sentra Informasi Keracunan Nasional (SiKerNas), Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI, 2011, *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Gayuh, F. dan Dewi, U., 2012, Pengaruh Kecepatan dan Arah Aliran Udara Terhadap Kondisi Udara Dalam Ruangan pada Sistem Ventilasi Alami, *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 3, No. 2, hal. 299-304.
- Muchtar, M.I. dan Budiyanto, A., 2020, Purwarupa Sistem Pembersih Udara Ruang Kelas Pada Daerah Rawan Bencana, *Skripsi*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kemenkes RI, 2018, *Penyehatan Udara*, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Widodo, S., Amin, M.M., Sutrisman, A. dan Putra, A.A., 2017, Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO₂, dan CH₄ di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler, *Jurnal Pseudocode*, Vol.4, Hal. 105-119.