
IMPLEMENTASI METODE *FUZZY* PADA SISTEM SIRKULASI UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Agum Anantama¹, Agus Wantoro², Imam Ahmad³, Ajeng Savitri Puspaningrum⁴, Lyla Putri Deviana⁵, Mutiara Bulan Maharani⁶

^{1,2,3,4,5} Universitas Teknokrat Indonesia

Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Lampung

⁵lylaputri2019@gmail.com, ⁶mutiarabulan906@gmail.com

Abstract

Air has an important role in everyday life by both humans and other living things, so that air has natural resources that must always be protected for the survival of living things, therefore air quality must be maintained. Several factors affect air quality, including carbon monoxide (CO) and cigarette smoke. On the problems that arise from air pollution by CO gas and cigarette smoke, an air circulation system is created that can detect CO gas and smoke in a room to clean the air in that room. The system is created by applying the Fuzzy Mamdani method which is a logic with a value of fuzziness or ambiguity between right and wrong. The tools used in this system are using the MQ-7 sensor for CO gas detection sensors, the MQ-2 sensor for smoke detection, the microcontroller using Arduino robotdyn, the fan for cleaning the air then the buzzer for notifications and display using the LCD screen. The MQ-7 sensor and MQ-2 sensor will read the value of carbon monoxide gas and cigarette smoke, then the value will be sent to the Arduino robotdyn for processing using the Fuzzy Mamdani control algorithm, after which the resulting output will be used to drive the fan. If the levels of CO gas and cigarette smoke in the room are detected a little, the fan rotation is moderate to clean the gas levels detected in the air around the room, while when the levels of CO gas or cigarette smoke are detected a lot, the fan rotation will be faster.

Keywords: Air Circulation, Fuzzy Mamdani, MQ7 sensor, MQ2 sensor, IoT.

Abstrak

Udara mempunyai peranan penting bagi kehidupan sehari-hari baik oleh manusia dan makhluk hidup lainnya, Sehingga udara memiliki sumber daya alam yang harus selalu di lindungi untuk kelangsungan makhluk hidup maka dari itu kualitas udara harus di jaga. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas udara diantaranya gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok. Pada permasalahan yang didapat dari pencemaran udara oleh gas CO dan asap rokok, maka dibuat sebuah sistem sirkulasi udara yang dapat mendeteksi gas CO dan asap pada sebuah ruangan untuk membersihkan udara pada ruangan tersebut. Sistem dibuat dengan menerapkan metode Fuzzy mamdani yang merupakan sebuah logika dengan nilai kekaburan atau kesamaran antara benar dan salah. Alat yang digunakan pada sistem ini yaitu menggunakan sensor MQ-7 untuk sensor pendeteksi gas CO, sensor MQ-2 untuk pendeteksi asap, mikrokontroler menggunakan Arduino robotdyn, kipas untuk membersihkan udara lalu buzzer untuk notifikasi serta tampilan menggunakan layar LCD. Sensor MQ-7 dan sensor MQ-2 akan membaca nilai dari gas karbon monoksida dan asap rokok, nilai akan dikirimkan ke Arduino robotdyn untuk pengolahan data menggunakan algoritma kendali Fuzzy Mamdani. Ouput yang dihasilkan akan digunakan untuk menggerakkan kipas. Jika kadar gas CO dan asap rokok pada ruangan terdeteksi sedikit maka putaran kipas sedang untuk membersihkan kadar gas yang terdeteksi pada udara di sekitar ruangan tersebut sedangkan ketika kadar gas CO atau asap rokok terdeteksi banyak maka putaran kipas akan semakin kencang.

Kata kunci: Sirkulasi Udara, Fuzzy Mamdani, sensor MQ7, Sensor MQ2, IoT.

1. PENDAHULUAN

Udara mempunyai peranan penting bagi kehidupan sehari-hari baik itu untuk manusia dan makhluk hidup lainnya. Udara dibutuhkan oleh manusia dan hewan untuk proses bernafas dan juga dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis [1]. Sehingga udara memiliki sumber daya alam yang harus selalu di lindungi untuk kelangsungan makhluk hidup. Banyak faktor yang mempengaruhi kualitas yang ada pada udara salah satunya yaitu gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok. Dimana karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna oleh bahan yang berbasis karbon seperti kayu, batu bara, bahan bakar minyak dan zat organik lainnya. Karbon monoksida (CO) ini merupakan salah satu penyebab yang paling umum bagi Kesehatan manusia yaitu tekanan fisiogikal, terutama pada penderita penyakit jantung dan keracunan darah serta dapat memberikan pengaruh pada sistem pernapasan manusia [2]. Selain memberikan efek negatif terhadap sistem pernapasan, karbon monoksida yang terhirup terlalu banyak juga dapat mempengaruhi sistem saraf, sistem peredaran darah, sistem reproduksi, pencernaan, hati dan ginjal. Tidak hanya buruk untuk kesehatan manusia, konsentrasi gas karbon monoksida yang tinggi juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Adanya jumlah karbon monoksida yang berlebihan di lapisan troposfer merupakan salah satu penyebab terjadinya efek rumah kaca yang dapat memicu fenomena pemanasan global [3]. Sedangkan bahaya pada Asap rokok tidak cukup hanya merugikan diri sendiri tetapi juga untuk orang lain karena dapat menimbulkan efek buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia yang menghirupnya.

Asap rokok sendiri dikeluarkan dari seseorang yang merokok dan menimbulkan efek buruk bagi kesehatan orang yang menghirup asap rokok tersebut [4]. Rokok juga merupakan salah satu penyumbang terbesar penyebab kematian yang tidak mudah untuk dicegah di kalangan masyarakat. Kandungan senyawa pada rokok dan asap rokok dapat mempengaruhi efek buruk bagi penggunaannya antara lain yaitu menyebabkan penyakit jantung, penyakit arteri koroner, thrombosis koroner, kanker, bronkitis atau radang tenggorokan, dan kematian pada janin [5]. Selain itu, ketika seorang perokok membakar satu batang rokok dan menghisapnya, maka asap yang dihirup oleh perokok disebut asap utama dan asap yang keluar dari ujung rokok (bagian yang terbakar) disebut asap sampingan. asap sampingan ini terbukti mengandung lebih banyak pembakaran tembakau dibandingkan dengan asap utama. berdasarkan badan pengawas obat dan makanan (Food and Drug Administration), asap ini Mengandung 5 kali Karbon Monoksida lebih besar, Tar dan Nikotin 3 kali lipat, Amonia 46 kali lipat, 3 kali lipat Nikel, dan Nitrosamin (zat penyebab kanker) yang kadarnya mencapai hingga 50 kali lebih besar pada asap sampingan dibandingkan dengan kadar pada asap utama. Dan efek lain yang disebabkan oleh asap rokok yaitu dapat menyebabkan lingkungan menjadi tidak sehat dan bau. Maka dari itu udara yang telah tercemar oleh berlebuhnya gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok dapat memberikan dampak buruk bagi seseorang yang menghirupnya [4].

Pada penelitian ini, permasalahan yang didapat adalah pencemaran udara oleh gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok, maka peneliti membuat sebuah sistem sirkulasi udara yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok pada sebuah ruangan dan membersihkan udara pada ruangan tersebut. Dimana sistem yang dibuat menerapkan metode Fuzzy. Metode Fuzzy yang digunakan adalah metode Fuzzy mamdani. Metode Fuzzy mamdani adalah sebuah logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran antara benar dan salah. Alat yang digunakan pada sistem ini yaitu menggunakan sensor MQ-7 untuk sensor pendeteksi gas karbon monoksida (CO), sensor MQ-2 untuk pendeteksi asap rokok, mikrokontroler menggunakan Arduino robotdyn, kipas untuk membersihkan udara lalu buzzer untuk notifikasi serta tampilan menggunakan layar LCD

dan tampilan aplikasi android ThingsView. Dimana alur sistem yang bekerja adalah sensor MQ-7 dan MQ-2 yang akan membaca nilai dari gas karbon monoksida dan asap rokok, selanjutnya nilai akan di kirimkan ke Arduino robotdyn untuk diproses setelah itu output yang dihasilkan akan digunakan untuk menggerakkan kipas. Jika kadar gas karbon monoksida dan asap rokok pada ruangan terdeteksi sedikit maka putaran kipas sedang untuk membersihkan kadar gas yang terdeteksi pada udara di sekitar ruangan tersebut, sedangkan ketika kadar gas karbon monoksida atau asap rokok terdeteksi banyak maka putaran kipas akan semakin kencang, kemudian led indikator akan hidup dan buzzer akan berbunyi karena ruangan tersebut berbahaya untuk pernafasan, untuk tampilan kadar gas karbon monoksida dan asap rokok pada ruangan dapat dilihat pada layer LCD dan aplikasi android ThingsView.

Penelitian terkait juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, seperti pada penelitian [6-10]. Kelima penelitian terkait tentang udara yang kotor karena gas karbon monoksida dan asap dan dapat menyebabkan penyakit bagi manusia yang menghirupnya sehingga tidak dapat disepelekan. Perbedaan penelitian yang dibuat penulis dengan penelitian sebelumnya yaitu pembuatan system sirkulasi udara yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok dalam ruangan, apabila gas karbon monoksida dan asap rokok terlalu banyak pada ruangan sistem akan memberitahu melalui led indikator akan hidup dan Buzzer akan berbunyi dan kipas akan hidup untuk menetralsir gas karbon monoksida dan asap rokok tersebut, kadar gas dan asap rokok pada ruangan tersebut juga dapat dipantau melalui layar LCD dan aplikasi android thingsview. Proses dari sistem yang dibuat menerapkan ataupun mengimplementasikan metode Fuzzy Mamdani untuk tingkatan putaran kipas. Berdasarkan permasalahan yang didapatkan maka penulis melakukan penelitian pada system sirkulasi udara untuk pendeteksian gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok pada sebuah ruangan. Dengan judul penelitian "Implementasi Metode Fuzzy pada sistem Sirkulasi Udara Berbasis Internet of Things". Sehingga dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengurangi tingkat terhirupnya gas ataupun asap yang terlalu berlebihan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan seperti pada gambar 1. Pengumpulan data juga dilakukan sebagai proses pencarian data yang bertujuan mendukung penelitian. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai acuan penelitian. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Observasi. Pada proses ini dilakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian yaitu gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok, dengan tujuan mengumpulkan data lapangan yang tidak diperoleh dari studi literatur.
2. Studi Literatur. Pada proses ini, data yang berkaitan dengan objek penelitian dikumpulkan dari jurnal, buku, prosiding dan laporan ilmiah lainnya dan dijadikan bahan acuan penelitian.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem ini tampak pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat dan Bahan

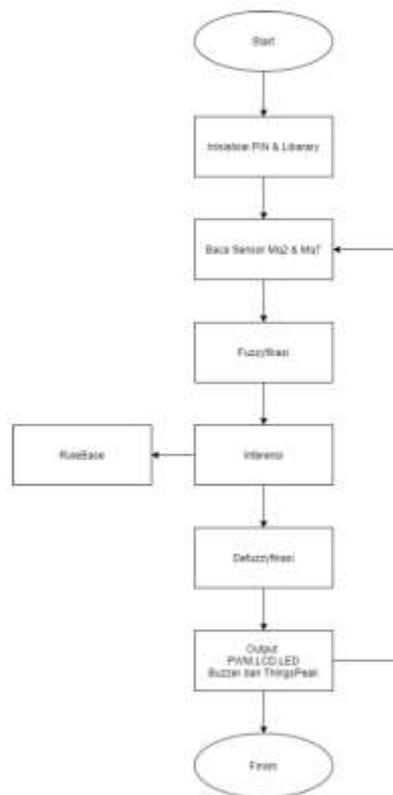
Nama	Jumlah	Keterangan
Arduino Uno Robotdyn	1	Mikrokontroler
Sensor MQ-2	1	Pembaca Asap Rokok
Sensor MQ-7	1	Pembaca karbon Monoksia
Buzzer	1	Indikator dalam bentuk Suara
LCD	1	Indikator dalam bentuk Tulisan
LED	3	Indikator dalam bentuk Cahaya
Kipas DC 12V	2	Aktuator yang berfungsi guna mengeluarkan & memasukan udara
Power suplay 5V	1	Sumber tegangan
Whiteboard	1	Penghubung Kabel
Kabel jumper	25	Penghubung antar perangkat keras

2.1. Analisis dan Rancangan Sistem

Secara umum sistem sirkulasi udara ini dibuat untuk mengetahui kadar gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok yang ada pada sebuah ruangan. Dimana pada setiap

ruangan pasti adanya udara yang masuk dan bahkan ada juga seseorang yang merokok, karena itulah pasti udara di ruangan tersebut akan tercemar oleh gas dari asap yang ada. Maka dari itu sistem yang dibuat akan membaca gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok yang ada pada ruangan tersebut. Kerja sistem pendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan asap rokok yakni menggunakan sensor MQ-7 untuk mendeteksi gas karbon monoksida dan sensor MQ-2 untuk deteksi asap rokok. Nilai dari sensor tersebut akan diproses oleh Arduino Robotdyn. Selanjutnya nilai tersebut akan ditampilkan pada layar LCD dan aplikasi Thingsview. Penerapan metode fuzzy ada pada perputaran kipas, jika sensor mendeteksi adanya karbon monoksida (CO) dan Asap Rokok maka kipas akan menyala secara otomatis, dan kecepatan putaran kipas tersebut akan di sesuaikan dengan banyak atau sedikitnya kandungan gas karbon monoksida dan asap rokok yang terdeteksi pada ruangan, semakin banyak kandungan gas karbon monoksida dan asap rokok yang pada ruangan maka semakin kencang pula putaran kipas tersebut. kemudian buzzer dan led akan hidup dan berbunyi untuk memberi peringatan bahwa didalam ruangan terdeteksi gas karbon monoksida dan asap rokok terlalu banyak.

Selanjutnya dilakukannya perancangan sistem yang akan dikembangkan. Perancangan sistem ini terdiri dari *flowchart* dan rancangan alat. Flowchart sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 2.



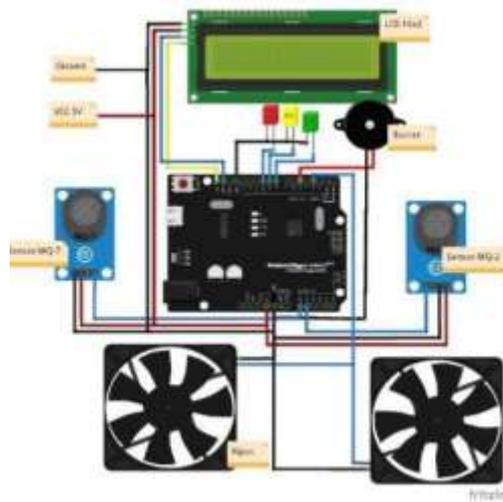
Gambar 2 Flowchart Sistem

Rancangan flowchart yang menunjukkan alur dari sistem yang dibuat, dimana alur flowchart adalah sebagai berikut:

- Inisialisasi pin dan library yang akan digunakan
- Sistem akan membaca nilai dari sensor MQ-2 dan sensor MQ-7.

- c. Nilai tegas yang dibaca akan dirubah ke nilai crisp pada tahap Fuzzyfikasi
- d. Inferensi pada Fuzzy mamdani menggunakan metode min max
- e. Rulebase merupakan aturan yang dibuat untuk menggambarkan kemungkinan yang akan terjadi.
- f. Defuzzyfikasi merupakan nilai yang dihasilkan dari inferensi yang dipengaruhi oleh rule base. Nilai defuzzyfikasi akan menentukan kecepatan putaran kipas.
- g. Nilai pembacaan sensor MQ-2, sensor MQ-7, dan PWM kipas akan ditampilkan pada LCD dan akan di upload ke thingspeak.
- h. Tahap diatas akan dilakukan terus menerus sampai system tidak mendapat sumber tegangan.

Selanjutnya, rancangan alat untuk sistem sirkulasi udara yang dapat mendeteksi gas CO dan asap rokok dimana alat yang digunakan sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi CO, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap rokok, peringatan menggunakan led, buzzer dan tampilan meggunakan LCD serta kipas guna penetralisir ruangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rancangan Alat

Selanjutnya sebagai rancangan inputan Fuzzy dapat dilihat pada table 1.

Tabel 2 Rancangan Inputan Fuzzy

Himpunan	Variabel Input	Variabel Anggota	Domain
Input	Gas Karbon Monoksida (CO)	Aman	0, 0, 100, 150
		Waspada	100, 150, 200, 250
		Bahaya	200, 250, 300, 1000
Input	Asap Rokok	Aman	0, 0, 100, 150
		Waspada	100, 150, 200, 250
		Bahaya	200, 250, 300, 1000
Hasil	Putaran Kipas	Pelan	50, 100
		Sedang	100 - 250
		Cepat	150 - 255

Pada penelitian [9] digunakan nilai kurang dari atau sama dengan 160 ppm sebagai kondisi aman, sedangkan nilai 160 ppm atau lebih digunakan sebagai kondisi yang bahaya. Sedangkan penelitian [11] menggunakan nilai kurang dari atau sama dengan 80 ppm sebagai kondisi aman sedangkan nilai diatas 200 ppm sebagai kondisi bahaya. Pada penelitian ini, digunakan nilai antara 0-150 ppm sebagai kondisi aman, nilai antara 100-250 ppm sebagai kondisi waspada dan nilai antara 200-1000 ppm sebagai kondisi bahaya. Penentuan nilai tersebut mengacu pada 2 penelitian diatas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Prototype

Adapun prototype yang telah dibuat untuk simulasi sistem dari sisi depan dapat dilihat pada Gambar 4. Sedangkan dari sisi belakang dapat dilihat pada Gambar 5 dan dari atas tampak pada Gambar 6.



Gambar 4 Prototype dari Sisi Depan



Gambar 5 Prototype dari Sisi Belakang



Gambar 4 Prototype dari Sisi Atas

3.2. Pengujian Sistem

Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui fungsi-fungsi alat yang telah direncanakan bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian alat ini juga untuk mengetahui tingkat kinerja dari fungsi-fungsi tersebut. Pengujian ini dilakukan di setiap blok rangkaian agar dapat mengetahui apabila terjadi suatu kesalahan secara pasti [12].

3.2.1. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional merupakan pengujian dengan tujuan uji coba apakah alat berhasil berjalan sesuai fungsinya masing-masing. Apabila fungsi dari masing-masing bagian dapat berjalan, maka dapat disimpulkan bahwa pengujian fungsional berhasil dilakukan. Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan yaitu Pengujian Fungsional Pada Sensor MQ2 (Tabel 2), Pengujian Fungsional Pada Sensor MQ-7 (Tabel 3), Pengujian Fungsional Pada LCD (Tabel 4), Pengujian Fungsional Pada Buzzer (Tabel 5), Pengujian Fungsional Pada LED (Tabel 6), Pengujian Fungsional Pada Kipas (Tabel 7), Pengujian Fungsional Pada Thingspeak (Tabel 8), dan Pengujian Perhitungan Fuzzy Menggunakan MATLAB R2013 (Tabel 9).

Tabel 3 Hasil Pengujian Fungsional Sensor MQ2

Skema Pengujian	Nilai Terbaca	Keterangan
Udara ruangan normal	163	Berhasil
Ruangan diberi asap pembakaran kertas	178	Berhasil
Ruangan diberi asap rokok	191	Berhasil

Tabel 4 Hasil Pengujian Fungsional Sensor MQ-7

Skema Pengujian	Nilai Terbaca	Keterangan
Udara ruangan normal	147	Berhasil
Ruangan diberi asap pembakaran kertas	92	Berhasil
Ruangan diberi asap rokok	120	Berhasil

Tabel 5 Hasil Pengujian Fungsional LCD

Skema Pengujian	Keterangan
Mengirimkan teks "Hello World"	Berhasil
Menampilkan nilai MQ2	Berhasil
Menampilkan nilai MQ7	Berhasil
Menampilkan nilai defuzzifikasi	Berhasil

Tabel 6 Hasil Pengujian Fungsional Buzzer

Skema Pengujian	Hasil	Keterangan
Status Defuzzifikasi Aman	Buzzer Mati	Berhasil
Status Defuzzifikasi Waspada	Buzzer Hidup sedang	Berhasil
Status Defuzzifikasi Bahaya	Buzzer Hidup Kencang	Berhasil

Tabel 7 Hasil Pengujian Fungsional LED

Skema Pengujian	Hasil	Keterangan
Status Defuzzifikasi Aman	Lampu Hijau On	Berhasil
Status Defuzzifikasi Waspada	Lampu Kuning On	Berhasil
Status Defuzzifikasi Bahaya	Lampu Merah On	Berhasil

Tabel 8 Hasil Pengujian Fungsional Kipas

Skema Pengujian	Hasil	Keterangan
Status Defuzzifikasi Aman	Kipas Mati	Berhasil
Status Defuzzifikasi Waspada	Putaran Kipas Sedang	Berhasil
Status Defuzzifikasi Bahaya	Putaran Kipas Kencang	Berhasil

Tabel 9 Hasil Pengujian Fungsional Thingspeak

Skema Pengujian	Hasil	Keterangan
Mengirim Nilai MQ-2/ Asap Rokok	235	Berhasil
Mengirim Nilai MQ-7/ Karbon Monoksida	68	Berhasil
Mengirim Nilai Output Kipas	177	Berhasil

Tabel 10 Hasil Pengujian Perhitungan Fuzzy

MQ2/Asap Rokok	MQ7/ Karbon Monoksida	Output PWM	Output Matlab
63	163	125	125
92	254	214	214
227	153	162	163
178	255	214	214

3.3. Analisis Hasil

Berdasarkan implementasi dan pengujian yang telah dilakukan sistem terdapat beberapa analisa yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Faktor yang berpengaruh terhadap pembacaan asap yaitu letak sumber asap apakah dekat atau jauh dari sensor, semakin dekat sumber asap maka pembacaan semakin cepat.
2. Jenis asap yang dapat terbaca yaitu asap rokok dan karbon monoksida. Sensitivitas sensor dapat dikategorikan sangat baik terbukti alat mampu mendeteksi adanya asap dalam waktu yang singkat.
3. Algoritma Fuzzy mamdani berhasil dibuat dan ditanam ke dalam sistem dan berjalan dengan baik terbukti sistem mampu merespon pembacaan asap dengan menghidupkan kipas sesuai dengan banyaknya asap yang terdeteksi. Semakin banyak asap maka putaran kipas semakin kencang, semakin sedikit asap maka putaran kipas semakin pelan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan implementasi system dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat dihasilkan, yaitu:

1. Telah dirancang sistem pendeteksi gas karbon monoksida dan asap rokok pada ruangan menggunakan sesor MQ-2 dan MQ-7. Pengolahan sinyal dari sensor dilakukan menggunakan mikrokontroller arduino robodyn. data pembacaan sensor disimpan pada platform thingspeak yang dapat diakses pada alamat url <https://thingspeak.com/>.
2. Rancangan sistem pendeteksi gas karbon modoksida dan asap rokok pada ruangan menggunakan algoritma kendali Fuzzy mamdani telah berhasil diterapkan dengan menggunakan 3 himpunan anggota untuk masing masing input dan output. Sehingga pada penelitian ini terdapat 3 himpunan input sensor MQ-2, 3 himpunan input sensor MQ-7 dan 3 himpunan output putaran kipas (PWM).

4.2. Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu:

1. Menambahkan sensor lain yang dapat mendeteksi gangguan pada udara seperti sensor pembaca karbon dioksida, sensor pembaca kadar oksigen dan sebagainya. Dengan adanya sensor tersebut, maka system dapat lebih kompleks dalam menangani gangguan pada udara.

2. Menggunakan metode kendali lain seperti PID untuk membandingkan nilai PWM yang dihasilkan, sehingga system dapat berjalan dengan sangat efektif.
3. Menggunakan sensor lain yang bisa lebih spesifik dalam pembacaan gas karbon monoksida dan asap rokok.
4. Menggunakan tools lain untuk penyimpanan database seperti firebase dan lain sebagai nya agar dapat mengetahui data secara real time.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mukhammad, Z., 2020. Perancangan Sistem Pembersih Udara Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Kontrol Kipas Berbasis IOT (Internet Of Things) (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [2] Suryaningsih, S., Mindara, J.Y., Hidayat, S. And Chaerunnisa, I., 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gas CO Berbasis Nirkabel RF Untuk Pemantauan Kondisi Pencemaran Udara. JIIF (Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika), 1(1), Pp.45-50.
- [3] Indriyaningtyas, S., Hasandy, L.R. And Dewantoro, B.E.B., 2021. Dinamika Konsentrasi Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Selama Periode PSBB Menggunakan Komputasi Berbasis Cloud Pada Google Earth Engine. Majalah Ilmiah Globe, Pp.35-42.
- [4] Zulianza, N.D. And Deviana, H., 2018. Prototype Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Asap Rokok Di Dalam Smoking Room Menggunakan Logika Fuzzy. TEKNIKA, 12(2), Pp.85-94.
- [5] Hammado, N., 2014. Pengaruh Rokok Terhadap Kesehatan Dan Pembentukan Karakter Manusia. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Karakter, 1(1), Pp.77-84.
- [6] Samsinar, R., Fikri, I. And Fadliandi, F., 2021. Perancangan Dan Implementasi Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Karbon Monoksida Dan Debu Berbasis Website Menggunakan Raspberry Pi. RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), 4(1), Pp.69-76.
- [7] Zagita, M.F.A.B., 2021. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Pengendali Kualitas Udara Diruang MI (Manual Insert) PT. Smart Meter. Jurnal Teknologi Elektro, 12(1), Pp.16-21.
- [8] Parlaungan, S., Faritcan, T. And Sudiby, N.U., 2019. Rancang Bangun Sistem Pembersihan Dan Sirkulasi Udara Ruangan Terhadap Asap Menggunakan Mikrokontroler. Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 14(1), Pp.41-53.
- [9] Ilhami, F.A. And Hendrawati, T.D., 2020. Alat Penetralisir Kadar Senyawa Kimia Pada Asap Rokok Berbasis Iot. SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi Dan Riset Terapan), Vol. 2, Pp. 58-63.
- [10] Waworundeng, J.M. And Lengkong, O., 2018. Sistem Monitoring Dan Notifikasi Kualitas Udara Dalam Ruangan Dengan Platform Iot. Cogito Smart Journal, 4(1), Pp.94-103.
- [11] Pasaribu, M.L., 2019. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Asap Rokok Berbasis Arduino Nano dengan Menggunakan Smartphone Android.
- [12] Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S. And Riskiono, S.D., 2020. Sistem Monitoring Ph Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam, 1(1), Pp.23-28.