PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN SIRKULASI UDARA PADA AREA WORKSHOP BERBASIS MIKROKONTROLER

Supriyanto[1], Rummi Santi Rama Sirait[2]
[1,2] Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
[1] pionk.supriyanto@gmail.com, [2] rummi.sirait@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menyajikan implementasi sistem kendali logika fuzzy yang digunakan untuk mengatur sirkulasi udara pada area workshop. Pengaturan sirkulasi udara dilakukan dengan mengalirkan udara kedalam area workshop dan mengeluarkan udara keluar area workshop. Sistem terdiri dari prototype workshop dan sistem kendali fuzzy logic. Sistem kendali terdiri dari mikrokontroler, 2 sensor asap MQ2, 2 sensor gas CO MQ7, 2 driver motor, 4 motor kipas, LCD dan buzzer. Sistem fuzzy mendapat inputan berupa asap dan gas CO. Dimana inputan tersebut dibaca oleh sensor MQ2 dan MQ7 diubah dalam bentuk sinyal ADC. Pada proses fuzzifikasi masing-masing variable input dan output akan di fuzzifikasi menjadi 5 membership function. Dimana metode defuzzifikasi yang digunakan adalah Center of Area. Output yang dihasilkan oleh sistem kendali fuzzy logic adalah berupa sinyal Pulse Width Modulation (PWM) yang digunakan oleh driver motor untuk mengatur kecepatan putaran dari motor kipas untuk mengatur sirkulasi udara. Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukan bahwa sistem sirkulasi udara menggunakan sistem fuzzy logic dapat menghemat daya listrik sebesar 15,69 % lebih baik dibandingkan dengan sistem tanpa menggunakan fuzzy logic.

Kata kunci: Polusi; PWM; Gas CO; Fuzzy logic; fuzzifikasi; defuzzifikasi

ABSTRACT

This research presents the implementation of a fuzzy logic control system that is used to regulate air circulation in the workshop area. Arrangement of air circulation is carried out by flowing air into the workshop area and removing air from the workshop area. The system consists of workshop prototype and fuzzy logic control system. The control system consists of a microcontroller, 2 MQ2 smoke sensors, 2 MQ7 CO gas sensors, 2 motor drivers, 4 fan motors, LCD and buzzer. The fuzzy system gets input in the form of smoke and CO gas. Where the input is read by the MQ2 sensor and MQ7 is changed in the form of an ADC signal. In the fuzzyfication process each input and output variable will be fuzzyfied into 5 membership functions. Where the defuzzyfication method used is the Center of Area. The output produced by the fuzzy logic control system is a Pulse Width Modulation (PWM) signal used by motor drivers to regulate the rotation speed of the fan motor to regulate air circulation. The overall test results show that the air circulation system using fuzzy logic systems can save electricity by 15,69 % better than the system without using fuzzy logic.

Keywords: Pollution; PWM; Gas CO; Fuzzy logic; fuzzyfication; defuzzyfication

I. PENDAHULUAN

Saat ini makin banyaknya kendaraan yang menggunakan bahan bakar minyak, hasil pembakaran tersebut menghasilkan polusi udara yang sangat merugikan kesehatan manusia. Adapun zat-zat tersebut adalah karbon dioksida (CO2), karbon monoksida (CO), Hidro Carbon (HC), Nitrogen Oksida (NOx) dan Sulfur Oksida (SOx). Dari kelima gas tersebut gas CO adalah yang paling beracun bagi tubuh manusia, gas tersebut sulit untuk dideteksi oleh indera penglihatan dan penciuman. Hal tersebut membuat keberadaan gas CO sulit dideteksi secara langsung tanpa alat bantu pendeteksi gas.

Gas CO dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan juga dapat menyebabkan kematian. Gas CO apabila terhisap ke dalam paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen (O2) yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolis, ikut bereaksi secara metabolis dengan

darah menjadi karboksi hemoglobin (COHb). Ikatan karboksi hemoglobin jauh lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah atau disebut oksi hemoglobin. Ini menyebabkan kadar oksigen dalam darah akan berkurang. Selain itu gas CO dapat berikatan secara langsung dengan sel otot jantung dan tulang. Efek paling serius adalah terjadi keracunan secara langsung terhadap sel-sel tersebut, juga menyebabkan gangguan pada sistem saraf yang dapat menyebabkan kematian [1].

Pada penelitian [2],yang berjudul Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (*Short message Service*) Dan Alarm berbasis Arduino. Dalam penelitian ini membahas tentang suatu sistem yang dirancang untuk mengetahui polusi udara berupa asap rokok pada suatu ruangan menggunakan sensor asap berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem monitoringnya menggunakan SMS keponsel pengguna.

Pada peneltian [3] yang berjudul Rancang bangun sistem pengukur gas karbon monoksida (CO) menggunakan sensor MQ-7 berbasis mikrokontroler Atmega 16A. Dalam penelitian ini membahas tentang merancang sebuah alat berbasis Atmega 16A menggunakan jalur komunikasi mengunakan komunikasi serial USART dan sensor MQ-7 sebagai sensor pendeteksi keberadaan dan konsentrasi dari gas karbon monoksida (CO).

Pada penelitian [4] yang berjudul Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok pada Smooking Room Menggunakan Kontroler PID. Dimana dalam penelitian ini membahas mengenai pembuatan alat pengurai asap rokok pada area merokok menggunakan mikrokontroler dengan sistem kontrolernya menggunakan sistem PID.

Pada penelitian [5] yang berjudul Perancangan Simulasi Otomatisasi Perubahan Kecepatan Kipas yang Dipengaruhi Gas CO dan Suhu Area Parkir Basment, dimana dalam penelitiannya membahas mengenai pengendalian kipas dalam area parker basement, dimana inputannya dari gas CO dan suhu pada basement. Sistem ini menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali otomatis dan sensor MQ7 sebagai pembaca keberadaan gas karbonmonoksida.

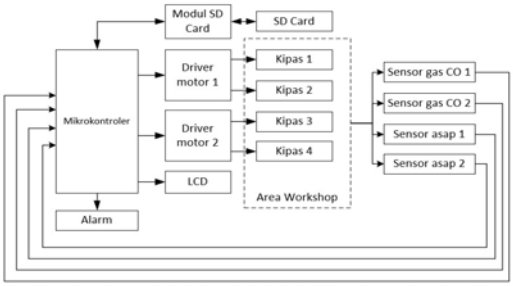
Pada penelitian [6] yang berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gas CO Berbasis Nirkabel RF Untuk Pemantauan Kondisi Pencemaran Udara. Dimana dalam penelitian tersebut menciptakan sebuah alat pengukur kadar gas CO menggunakan sensor MQ 9. Alat ini menggunakan teknologi nirkabel sehingga dapat dioperasikan dari jarak jauh.

Sistem logika *fuzzy* berbeda dengan logika digital. Dimana logika *fuzzy* memiliki kelebihan yaitu dapat meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep kesamaran dari suatu nilai. Sehingga logika *fuzzy* dapat memberikan suatu nilai dari 0 sampai dengan 1. Dari keunggulannya tersebut, logika *fuzzy* banyak digunakan dan dikembangkan oleh industry saat ini.

Dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan suatu sistem sirkulasi udara pada area wokshop berbasis mikrokontroler. Sistem kendali yang digunakan adalah logika *fuzzy* Mamdani. Logika *fuzzy* berfungsi untuk menentukan keputusan kecepatan motor kipas yang digunakan untuk memasukan dan mengeluarkan udara pada area workshop, sehingga udara pada area workshop terbebas dari asap dan gas karbon monoksida (CO). Hal tersebut akan meningkatkan tingkat keselamatan dalam bekerja.

II. PERENCANAAN SISTEM

Diagram blok sistem pengaturan sirkulasi udara pada area workshop ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem.

Bagian-bagian diagram blok diatas dapat dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1 Fungsi Komponen Pada Sistem.

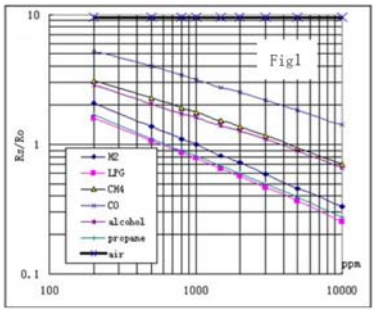
Komponen	**Keterangan**
Sensor gas CO 1	Digunakan untuk mendeteksi gas CO
Sensor gas CO 2	Digunakan untuk mendeteksi gas CO
Sensor asap 1	Digunakan untuk mendeteksi asap
Sensor asap 2	Digunakan untuk mendeteksi asap
Mikrokontroler	Digunakan sebagai pengendali utama dalam sistem
Modul *SD card*	Digunakan untuk membaca *microSD card*
microSD card	Digunakan untuk menyimpan data-data pengujian
Driver motor 1	Digunakan untuk mengendalikan kipas 1 dan kipas 2
Driver motor 2	Digunakan untuk mengendalikan kipas 3 dan kipas 4
Kipas 1	Kipas untuk menyedot udara segar
Kipas 2	Kipas untuk membuang asap dan gas
Kipas 3	Kipas untuk menyedot udara segar
Kipas 4	Kipas untuk membuang asap dan gas
LCD	Digunakan untuk menampilkan parameter-parameter dari prototipe
Alarm	Digunakan untuk memberikan peringatan apabila kadar CO terlalu tinggi

A. Sensor MQ2

Prinsip kerja dari sensor MQ2 adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap gas kendaraan yang outputnya berupa tegangan analog. Gas yang dapat dideteksi oleh sensor MQ2 adalah LPG, i-butane, propane, methane, alcohol, hydrogen dan asap. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut diudara dengan konsentrasi tertentu, maka resistansi elektrik sensor akan turun yang menyebakan tegangan yang dihasilkan oleh *output* sensor semakin besar. Sensor MQ2 ditunjukan pada Gambar 2.

Gambar 3. Sensor MQ2.

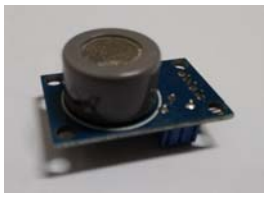
Sensor MQ2 dapat mendeteksi gas yang mudah terbakar diudara dan asap. Sensor dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar dari 300 sampai 10.000 ppm. Sensor ini dapat beroperasi pada suhu -20˚C sampai 50˚C. Karakteristik sensitivitas sensor MQ2 ditunjukan pada Gambar 3.



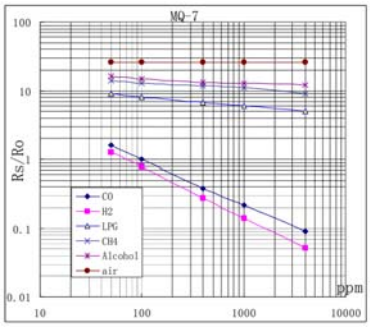
Gambar 3. Datasheet Sensitivitas Sensor MQ2.

B. Sensor MQ7

Sensor MQ7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ7 mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO). Sensor ini menggunakan catu daya heater 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian 5VDC, jarak pengukuran 20-2000 ppm dalam mengukur gas karbon monoksida. Bentuk fisik dari sensor MQ7 ditunjukan pada Gambar 4 dan *datasheet* mengenai sensitivitas dari sensor MQ7 ditunjukkan pada Gambar 5.



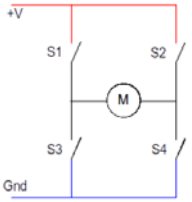
Gambar 4. Sensor MQ7.



Gambar 5. Datasheet Sensitivitas Sensor MQ7.

C. Motor Driver L298N

L298 adalah IC driver motor berbasis H-Bridge yang memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 4 Ampere dan tegangan 6 - 46 VoltDC. H-Bridge adalah sebuah rangkaian yang digunakan untuk mengendalikan sebuah motor DC sehingga dapat berputar searah ataupun melawan jarum jam. Prinsip kerja H-Bridge adalah mengatur aliran arus pada motor DC. Apabila aliran arus dibalik maka motor DC akan berputar ke arah sebaliknya. Jembatan H-Bridge terdiri dari terdiri dari empat saklar yang terhubung secara topologi membentuk huruf H dan terminal motor terletak pada garis horizontal huruf H, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Jembatan H-Bridge.

Jika pada saklar S1 dan S4 ditutup sedangkan saklar S2 dan S3 dibuka, arus akan mengalir dari kiri ke kanan didalam motor. Ketika saklar S2 dan S3 ditutup dan saklar S1 dan S4 dibuka maka arus akan mengalir dari kanan ke kiri, membalikkan kutub tegangan. Jika terminal dihubung buka maka motor akan terjadi *freewheel* dan jika terminal dihubung singkat maka motor akan mengerem. Dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan IC L298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah terpackage dengan rapi dan mudah digunakan. Bentuk dari motor driver L298N ditunjukan pada Gambar 7.

Gambar 7. Motor Driver L298N.

D. Motor Kipas DC

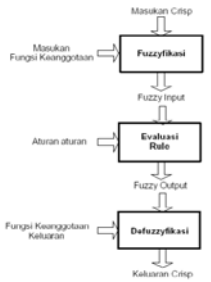
Motor kipas DC berfungsi untuk menghisap udara yang ada didalam ruang untuk dibuang keluar, pada saat bersamaan menarik udara bersih kedalam ruangan. Selain itu juga mengatur volume udara yang disirkulasikan kedalam ruangan. Bentuk motor kipas DC ditunjukan pada Gambar 8.

Gambar 8. Motor Kipas DC.

E. Fuzzy Logic Controller

Definisi dari kendali logika *fuzzy (Fuzzy Logic Controller)* adalah pengendali yang dalam proses kerjanya menggunakan pendekatan cara berpikir, pengalaman, dan pengetahuan manusia, tanpa harus memodelkan plant dalam persamaan matematika yang kompleks.

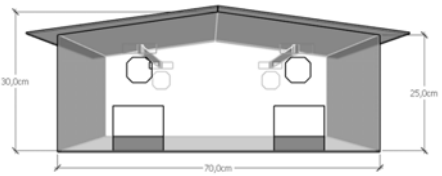
Tahapan kendali logika *fuzzy* memiliki tiga elemen utama diantaranya adalah fuzzifikasi (*fuzzification*), evaluasi rule (*rule evaluation*) sebagai basis pengetahuan untuk pengambilan keputusan dan defuzzyfikasi (*defuzzification*). Dimana masing-masing elemen mempunyai parameter-parameter yang menggambarkan keadaan sistem yang akan diproses untuk menghasilkan sinyal *output*. Gambar 9 menunjukkan tahapan dalam pembuatan kendali logika *fuzzy*.



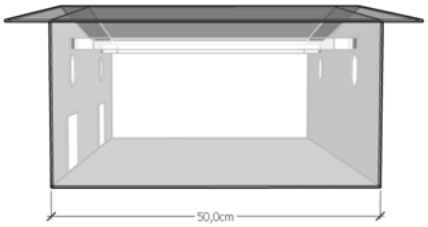
Gambar 9. Tahapan Logika Kendali Fuzzy.

F. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dari *prototype* dibuat dengan menggunakan bahan utama berupa akrilik dengan ketebalan 3 mm. Prototipe ini memiliki ukuran panjang 50 cm, lebar 70 cm, dan tinggi 30 cm. Pada bagian depan *prototype* dibuat dua buah pintu dengan lebar 11 cm dan tinggi 10 cm. Jarak kedua pintu adalah sebesar 24 cm. Rancangan dari *prototype* ditunjukkan pada Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12.

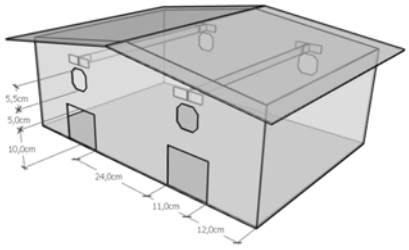


(a)

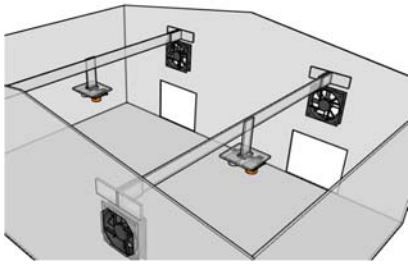


(b)

Gambar 10. Desain Rancangan Prototipe (a) Tampak Depan (b) Tampak Samping



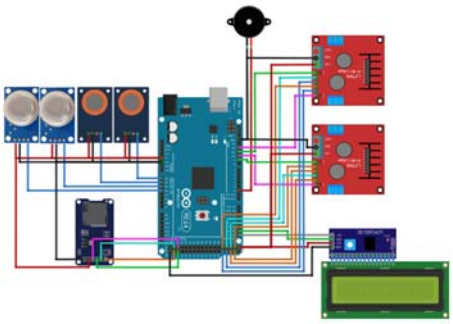
Gambar 11. Desain Rancangan Prototipe Tampak Perspektif.



Gambar 12. Rancangan Prototipe Tampak Dalam

G. Rancangan elektronik

Rangkaian mikrokontroler merupakan rangkaian kendali utama pada sistem pengaturan sirkulasi udara pada area *workshop*. Mikrokontroler yang digunakan pada tugas akhir ini adalah ATmega2560 yang dikemas dalam *board* Arduino Mega dengan frekuensi *clock* sebesar 16 MHz. *Wiring diagram* pada sistem mikrokontroler Arduino Mega 2560 ditunjukkan pada Gambar 13 disertai dengan daftar pin *Input/Output* yang dapat dilihat pada Tabel 2.



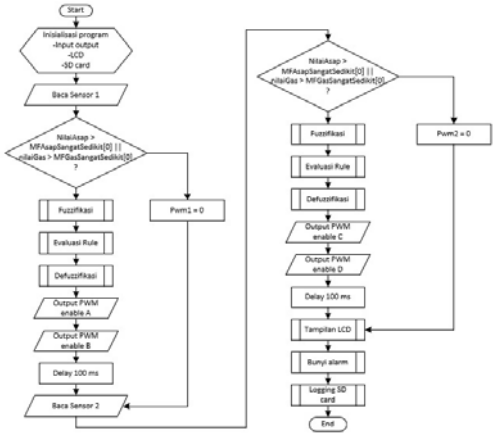
Gambar 13. Wiring Diagram Sistem Mikrokontroler.

Tabel 2. Daftar Input/Output Pada Arduino Mega 2560 Dan Fungsinya.

Pin	**Fungsi**
A0	*Input analog* dari sensor gas CO 1
A1	*Input analog* dari sensor gas CO 2
A2	*Input analog* dari sensor asap 1
A3	*Input analog* dari sensor asap 2
2	Output alarm
9	*Enable A* untuk kipas 1
10	*Enable B* untuk kipas 2
11	*Enable C* untuk kipas 3
12	*Enable D* untuk kipas 4
22	Pin output untuk input 1 driver motor 1
23	Pin *output* untuk *input* 2 *driver* motor 1
24	Pin *output* untuk *input* 3 *driver* motor 1
25	Pin *output* untuk *input* 4 *driver* motor 1
26	Pin *output* untuk *input* 1 *driver* motor 2
27	Pin *output* untuk *input* 2 *driver* motor 2
28	Pin *output* untuk *input* 3 *driver* motor 2
29	Pin *output* untuk *input* 4 *driver* motor 2
SDA	*Serial data* komunikasi I2C
SCL	*Serial clock* komunikasi I2C
MISO	*Master In Slave Out* untuk modul *microSD card*
MOSI	*Master Out Slave In* untuk modul *microSD card*
SCK	*Serial clock* untuk modul *microSD card*
SS	*Chip select* untuk modul *microSD card*

H. Algoritma Program

Algoritma program utama pada sistem pengaturan sirkulasi udara ditunjukkan pada Gambar 14.

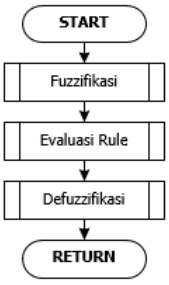


Gambar 14. Diagam Alir Program Utama.

Dari Gambar 14 dijelaskan mengenai prinsip kerja sistem. Adapun keterangan dari tiap-tiap tahapan adalah sebagai berikut:

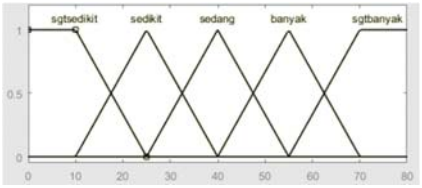
1. Program diawali dengan *start*, selanjutnya program akan melakukan proses inisialisasi.
2. Program akan membaca *input* dari sensor-sensor.
3. Proses selanjutnya adalah mengolah *input* dari sensor-sensor yang masuk dan kemudian diolah dengan menggunakan kendali *fuzzy logic* yang dirancang.
4. Proses *fuzzy logic* meliputi proses fuzzifikasi, evaluasi rule, defuzzifikasi.
5. Ketika syarat terpenuhi pada *rule fuzzy logic* yang telah dibuat, maka mikrokontroler akan mengaktifkan kipas melalui *driver* motor. Sinyal yang keluar berupa sinyal PWM.
6. Kipas akan bekerja untuk menetralisir udara yang berpolusi sampai kondisi udara menjadi normal kembali.

Algoritma *fuzzy logic* yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini menggunakan metode mamdani untuk mengendalikan kecepatan putar kipas. Tahapan pada *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 15.

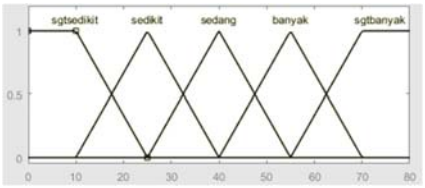


Gambar 15. Diagram Alir Program Fuzzy Logic.

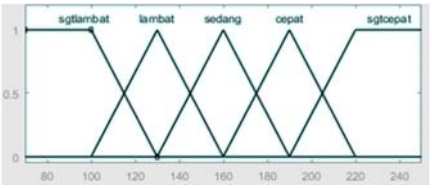
Pemetaan *input* dan *output fuzzy* masing-masing dibagi menjadi 5 fungsi keanggotaan yang ditunjukkan pada Gambar 16.



(a)



(b)



(c)

Gambar 16. (a) Fungsi Keanggotaan Gas CO (b) Fungsi Keanggotaan Asap (c) Fungsi keanggotaan output PWM.

Dikarenakan adanya 2 buah *input fuzzy* yang menggunakan 5 fungsi keanggotaan, maka terdapat *rule* sebanyak 25 *rule*. Berikut adalah tabel evaluasi *rule* yang ditunjukkan pada Tabel 3.

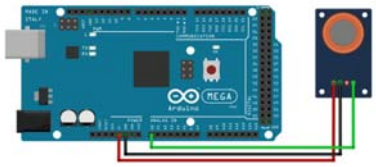
Tabel 3. Tabel Evaluasi Rule.

Gas \ Asap	SangatSedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	SangatBanyak
SangatSedikit	SangatLambat	SangatLambat	SangatLambat	Lambat	Sedang
Sedikit	SangatLambat	SangatLambat	Lambat	Sedang	Cepat
Sedang	SangatLambat	Lambat	Sedang	Cepat	SangatCepat
Banyak	Lambat	Sedang	Cepat	SangatCepat	SangatCepat
SangatBanyak	Sedang	Cepat	SangatCepat	SangatCepat	SangatCepat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Pengujian Sensor Gas CO*

Pengujian sensor gas CO dilakukan dengan memberikan asap kendaraan bermotor untuk mendapatkan nilai pembacaan kadar CO dari sensor MQ7 dengan menggunakan arduino mega 2560. Pengambilan datanya dengan cara sensor yang diuji diletakan berdekatan dengan alat ukur CO, kemudian diletakan pada suatu ruangan yang tertutup. Setelah itu ruangan dimasukan gas buang kendaraan secara bertahap. Hasil pembacaan sensor yang merupakan nilai ADC kemudian dicatat dan dibandingkan dengan alat ukur kadar CO untuk mendapatkan persamaan yang nantinya digunakan untuk mengonversikan nilai ADC menjadi nilai kadar gas CO dalam satuan PPM. Cara pengujian sensor MQ7 adalah dengan menghubungkan sensor MQ7 ke Arduino Mega 2560 seperti yang terlihat pada Gambar 17 dan hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

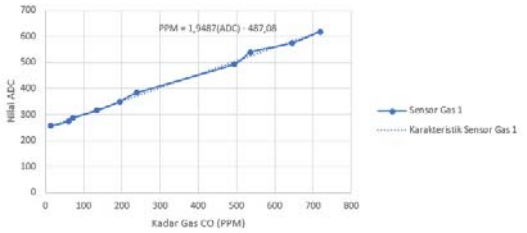


Gambar 17. Rangkaian Pengujian Sensor CO.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor MQ7.

No.	ADC dari sensor yang terbaca mikrokontroler	Kadar gas CO terbaca alat ukur (PPM)	Perhitungan kadar gas sensor	Error (%)
1	257	14	13,74	1,89
2	275	60	48,81	18,65
3	288	71	74,15	4,43
4	317	135	130,66	3,22
5	350	194	194,97	0,50
6	384	240	261,22	8,84
7	493	493	473,63	3,93
8	538	536	561,32	4,72
9	574	645	631,47	2,10
10	618	719	717,22	0,25
Rata-rata error				4,85

Dari Tabel 4 hasil pengukuran yang telah dilakukan, maka dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara nilai ADC dengan nilai kadar CO (PPM) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18.



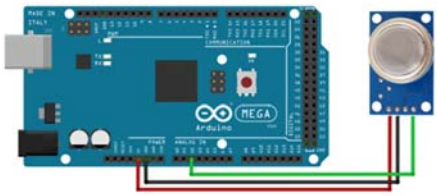
Gambar 18. Grafik Hubungan Nilai ADC Dengan Nilai PPM

Melalui pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa persamaan Kadar CO (PPM) = 1,9487(ADC) – 487,08 dapat digunakan oleh mikrokontroler untuk mengkonversikan nilai ADC menjadi nilai kadar gas CO dengan rata-rata *error* 4,85%.

B. *Pengujian Sensor Asap*

Pengujian sensor MQ2 dilakukan untuk mengetahui nilai ADC yang terbaca oleh mikrokontroler arduino mega 2560. Pengambilan datanya dengan cara sensor yang diuji diletakan berdekatan dengan alat ukur CO, kemudian diletakan pada suatu ruangan yang tertutup. Setelah itu ruangan dimasukan gas buang kendaraan secara bertahap. Nilai ADC yang didapatkan pada pengujian ini dibandingkan dengan alat ukur gas

CO, dikarenakan asap merupakan campuran dari beberapa macam gas, termasuk gas CO. Sensor MQ2 dapat membaca gas CO tetapi kurang sensitif. Rangkaian pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 18 sedangkan tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

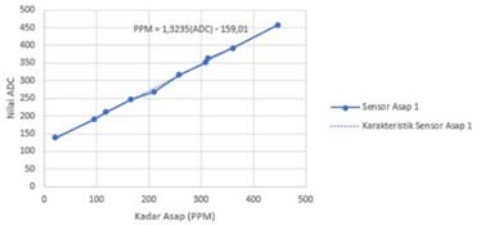


Gambar 18. Rangkaian Pengujian Sensor Asap.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor MQ2.

No.	ADC sensor yang terbaca mikrokontroler	Kadar asap terbaca alat ukur (PPM)	Perhitungan kadar asap sensor	Error (%)
1	139	21	24,96	18,84
2	190	95	92,46	2,68
3	211	118	120,25	1,91
4	247	165	167,89	1,75
5	269	210	197,01	6,19
6	317	258	260,54	0,83
7	352	309	306,86	0,69
8	363	314	321,42	2,36
9	392	361	359,80	0,33
10	458	447	447,15	0,03
Rata-rata error				3,56

Dari data tabel tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara nilai ADC dengan nilai kadar asap (PPM) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 19.

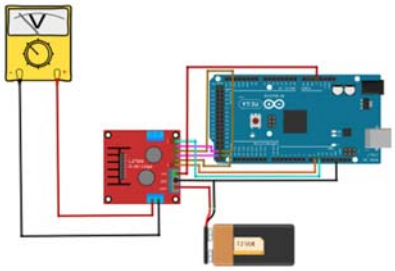


Gambar 19. Grafik Hubungan Nilai ADC Dengan Nilai PPM.

Pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa persamaan PPM = 1,3235(ADC) – 159,01 dapat digunakan oleh mikrokontroler untuk mengkonversikan nilai ADC menjadi nilai kadar asap dengan rata-rata error 3,56%.

C. Pengujian Driver Motor

Pengujian driver motor dilakukan untuk mengetahui hubungan nilai PWM dan tegangan keluaran *driver* motor. Pengukuran dilakukan pada *output driver* motor dengan menggunakan multimeter. Rangkaian pengujian *driver* motor ditunjukkan pada Gambar 20 dan tabel hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6.

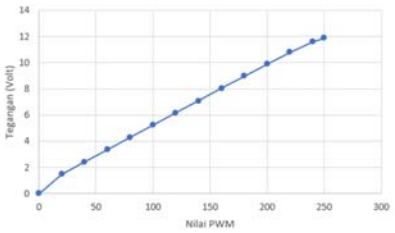


Gambar 20. Rangkaian Pengujian Driver Motor

Tabel 6. Hasil Pengujian Driver Motor

No.	Nilai PWM	Tegangan keluaran (V)
1	0	0
2	20	1,48
3	40	2,43
4	60	3,35
5	80	4,3
6	100	5,25
7	120	6,18
8	140	7,1
9	160	8,05
10	180	8,98
11	200	9,91
12	220	10,8
13	240	11,6
14	250	11,88

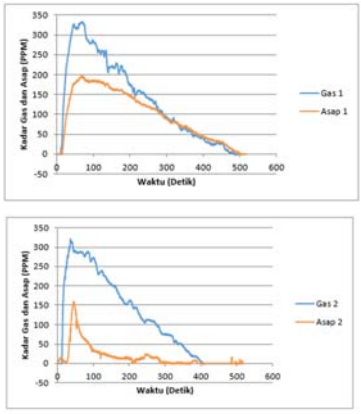
Hubungaan antara Nilai PWM yang diberikan pada *driver* motor dan nilai tegangan keluaran dari *driver* motor dapat dilihat pada Gambar 21.



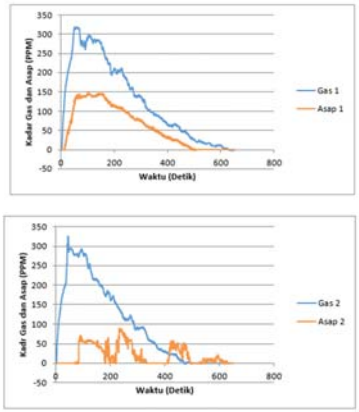
Gambar 21 Grafik Tegangan Terhadap Nilai PWM

D. Pengujian Sistem Tanpa Kipas

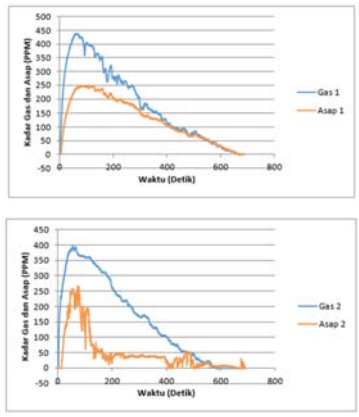
Pengujian sistem tanpa kipas adalah pengujian sistem dengan cara memberikan asap knalpot ke dalam ruangan *prototype* selama selang waktu 30 detik, 45 detik, dan 60 detik. Setelah pemberian asap knalpot, *prototype* dibiarkan hingga asap yang ada pada *prototype* keluar dengan sendirinya sehingga dapat diketahui waktu yang diperlukan dari pemberian asap hingga kondisi udara dalam *prototype* kembali normal. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 22, Gambar 23 dan Gambar 24.



Gambar 22. Hasil Pengujian knalpot 30 Detik



Gambar 23. Hasil Pengujian knalpot 45 Detik



Gambar 24. Hasil Pengujian knalpot 60 Detik.

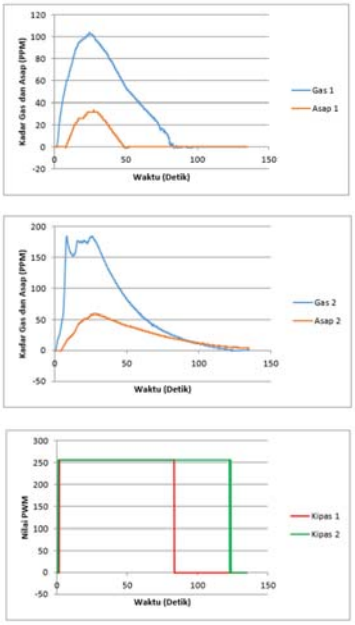
Hasil pengujian ini dapat disajikan dalam bentuk tabel. Tabel hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sistem Tanpa Kipas.

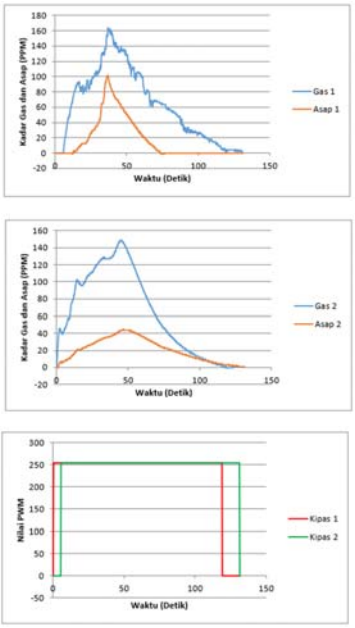
No	Durasi pemberian asap knalpot	Kadar CO max di sensor gas 1	Kadar CO max di sensor gas 2	Durasi pembersihan
1	30 detik	332 PPM	320 PPM	511 dtk
2	45 detik	318 PPM	325 PPM	631 dtk
3	60 detik	438 PPM	398 PPM	687 dtk

E. Pengujian Sistem Tanpa Fuzzy

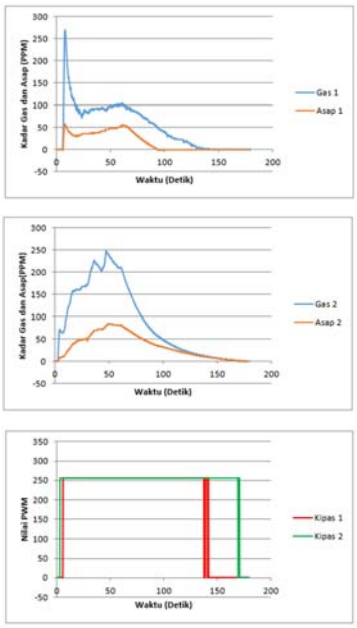
Pengujian sistem dengan tanpa *fuzzy* merupakan pengujian sistem tanpa algoritma *fuzzy logic* tetapi menggunakan sistem kendali ON/OFF. Kecepatan kipas diatur agar berputar dengan kecepatan maksimal ketika gas CO terdeteksi. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan asap knalpot ke dalam ruangan *prototype* selama selang waktu 30 detik, 45 detik, dan 60 detik. Durasi pembersihan gas CO didapatkan dengan menggunakan *stopwatch*. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 25, Gambar 26, dan Gambar 27.



Gambar 25. Hasil Pengujian knalpot 30 Detik.



Gambar 26. Hasil Pengujian knalpot 45 Detik.



Gambar 27. Hasil Pengujian knalpot 60 Detik.

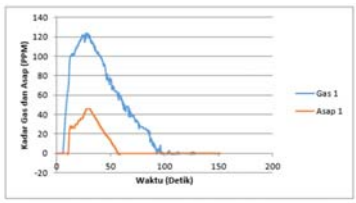
Hasil pengujian sistem tanpa *fuzzy* dapat disajikan dalam bentuk tabel. Tabel hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 8.

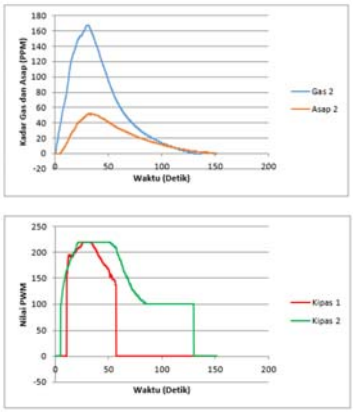
Tabel 8. Hasil Pengujian Sistem Tanpa fuzzy

No	Durasi pemberian asap knalpot	Kadar CO max di sensor gas 1	Kadar CO max di sensor gas 2	Durasi pembersihan
1	30 detik	104 PPM	184 PPM	123 dtk
2	45 detik	163 PPM	148 PPM	131 dtk
3	60 detik	269 PPM	247 PPM	167 dtk

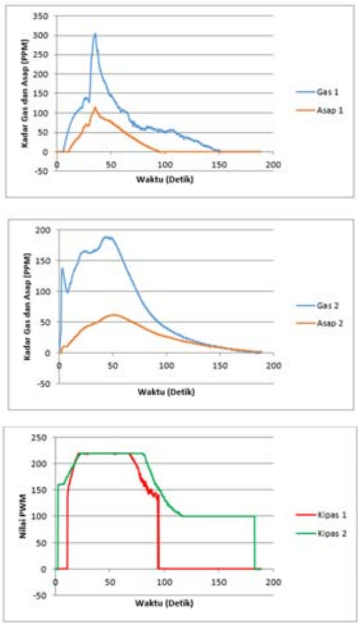
F. Pengujian sistem Dengan Fuzzy

Pengujian sistem dengan *fuzzy* adalah pengujian sistem dengan menggunakan algoritma *fuzzy logic* yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan asap ke dalam ruangan *prototype* selama 30 detik, 45 detik, dan 60 detik. Durasi waktu pembersihan gas CO didapatkan dengan menggunakan *stopwatch*. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 28, Gambar 29, dan Gambar 30.

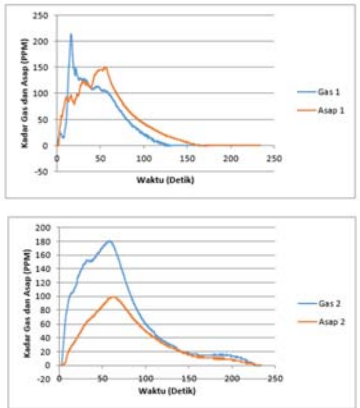


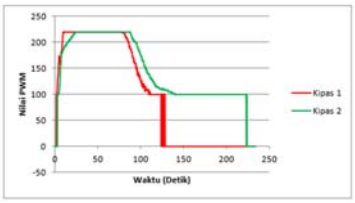


Gambar 28. Hasil Pengujian knalpot 30 Detik.



Gambar 29. Hasil Pengujian knalpot 45 Detik.





Gambar 30. Hasil Pengujian knalpot 60 Detik.

Hasil pengujian sistem dengan *fuzzy* dapat disajikan dalam bentuk tabel. Tabel hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Sistem Dengan Fuzzy.

No	Durasi pemberian asap knalpot	Kadar CO max di sensor gas 1	Kadar CO max di sensor gas 2	Durasi pembersihan
1	30 detik	123 PPM	167 PPM	130 dtk
2	45 detik	304 PPM	188 PPM	182 dtk
3	60 detik	214 PPM	180 PPM	224 dtk

Hasil perhitungan pada pengujian sistem dengan *fuzzy* dan tanpa *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Tabel Pemakaian Daya.

No	Durasi pemberian asap knalpot	Daya tanpa *fuzzy*	Daya dengan *fuzzy*	Penghematan daya
1	30 detik	688,80 Ws	286,06 Ws	402,74 Ws
2	45 detik	836,64 Ws	473,34 Ws	363,30 Ws
3	60 detik	1018,08 Ws	586,26 Ws	431,82 Ws

Dari Tabel 4.21 terlihat bahwa jumlah pemakaian daya kipas lebih sedikit pada saat sistem dikendalikan dengan algoritma *fuzzy logic*. Pada pengujian pemberian asap knalpot 30 detik, penggunaan daya berkurang 402,74 Ws ketika menggunakan algoritma *fuzzy*. Pada pengujian pemberian asap knalpot 45 detik, penggunaan daya berkurang 363,30 Ws ketika menggunakan algoritma *fuzzy logic*. Pada pengujian pemberian asap knalpot 60 detik, penggunaan daya berkurang 431,82 Ws. Rata-rata penghematan daya dapat dihitung sebagai berikut:

$$Rata-rata\ penghematan\ daya = \frac{402{,}74\ Ws + 363{,}30\ Ws + 431{,}82\ Ws}{3}$$
$$= 399{,}29\ Ws$$

$$Penghematan\ Daya = \frac{rata-rata\ penghematan\ daya}{total\ pemakaian\ daya\ tanpa\ fuzzy}\ x\ 100\%$$

$$Penghematan\ Daya = \frac{399{,}29\ Ws}{688{,}80Ws + 836{,}64Ws + 1018{,}08Ws}\ x\ 100\%$$

$$Penghematan\ Daya = \frac{399{,}29Ws}{2543{,}52Ws}\ x\ 100\%$$
$$= 15{,}69\ \%$$

Sehingga pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sistem yang dilengkapi dengan *fuzzy logic* dapat lebih menghemat penggunaan daya sebesar 15,69 % dibandingkan sistem tanpa *fuzzy* .

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir mengenai perancangan sistem pengaturan sirkulasi udara pada area workshop berbasis mikrokontroler dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor MQ7 dapat mendeteksi kadar CO pada ruangan dengan mengkonversi nilai ADC menjadi satuan PPM melalui persamaan PPM = 1,9487(ADC) – 487,08 dengan error rata-rata 4,85%.
2. Sensor MQ2 dapat mendeteksi asap dengan mengkonversi nilai ADC menjadi nilai satuan PPM dengan persamaan PPM = 1,3235(ADC) – 159,01 dengan error rata-rata 3,56%.
3. Pengujian sistem fuzzy logic dapat bekerja dengan baik, yaitu menghasilkan nilai PWM 100 ketika kadar gas CO terdeteksi rendah, dan nilai PWM meningkat hingga 255 apabila kadar gas CO tinggi.
4. Sistem yang dilengkapi dengan fuzzy logic, lebih menghemat penggunaan daya listrik sebesar 15,69 % dibandingkan dengan sistem tanpa fuzzy.

REFERENSI

[1] Yulianti, S., Fitrianingsih, Y. and Jati, D. R. (2013) 'ANALISIS KONSENTRASI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) PADA RUAS JALAN GAJAH MADA PONTIANAK', pp. 1–10

[2] Tri, B., Utomo, W. and Saputra, D. S. (2016) 'Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (Short Message Service) Dan Alarm Berbasis Arduino', Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasia ASIA (JITIKA), 10(1), pp. 56–68.

[3] Aydin Ya'kut, Arianto Yudi P. W, H. A. D. (2010) 'Rancang Bangun Sistem Pengukur Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Mikrokontroler Atmega 16A', 1, pp. 1–2.

[4] M. Aldiki Febrianto (2013) 'Perancangan dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok pada Smoking Room Menggunakan Kontroler PID', pp. 1–8.

[5] Naga, B. B. (2017) 'Perancangan Simulasi Otomatisasi Perubahan Kecepatan Kipas yang Dipengaruhi Gas CO dan Suhu Area Parkir Basment', TESLA, 19(1), pp. 96–107.

[6] Suryaningsih, S. R. I., Mindara, J. Y. and Hidayat, S. (2017) 'Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gas Co', Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika, 1(1), pp. 45–50.