

SMART SMOKING ROOM BERBASIS LOGIKA FUZZY

Tesis S-2

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Magister Teknik
Program Magister Teknik Elektro



Disusun Oleh:

FAJAR PUJIYANTO

NIM. 20601800003

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS DENGAN JUDUL
SMART SMOKING ROOM BERBASIS LOGIKA FUZZY

yang dipersiapkan dan disusun oleh:
Fajar Pujiyanto
NIM : 20601800003

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 14 Agustus 2021

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

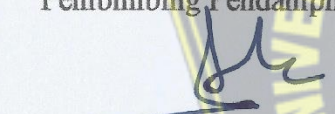
Ketua Penguji


Arief Marwanto, ST, M.Eng, PhD.
NIDN : 0628097501


Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT.
NIDN : 0618066301

Pembimbing Pendamping

Penguji 1


Ir. Suryani Alifah, MT, PhD.
NIDN : 0625036901

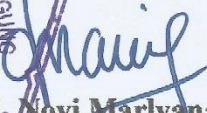

Dr. Hj. Sri Arttini Dwi P, M.Si.
NIDN : 0620026501

Penguji 2


Imam Much Ibnu S, ST, M.Sc, PhD.
NIDN : 0613037301

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik

Tanggal 14 Agustus 2021,
Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro



Dr. Ir. H. Novi Marlana, ST, MT.
NIDN : 0015117601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Pujiyanto

NIM : 20601800003

Judul Tesis:

“SMART SMOKING ROOM BERBASIS LOGIKA FUZZY”

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, dengan sebenarnya menyatakan bahwa Tesis ini Saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Jika dikemudian hari ternyata Saya melakukan tindakan plagiarisme, Saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi yang dijatuhkan oleh Universitas Islam Sultan Agung Semarang kepada Saya

Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 16 Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Fajar Pujiyanto
NIM. 20601800003

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tesis dengan judul “SMART SMOKING ROOM BERBASIS LOGIKA FUZZY”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Megister S-2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Terwujudnya tulisan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Drs. Bedjo Santoso, M.T, Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Yth. Ibu Dr. Hj. Ir. Novi Marlyani, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Industri dan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Arief Marwanto, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan memberikan saran, masukan serta kemudahan kepada penulis.
4. Yth. Ibu Ir. Suryani Alifah, M.T, Ph.D. selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak nasihat, masukan serta kemudahan kepada penulis.
5. Para Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Segenap Civitas Akademika Universitas Islam Sultan Agung, yang telah memberikan dorongan dan motivasi bagi penulis hingga selesai studi ini.
7. Desi Suryana (Istri) yang senantiasa sabar dan tanpa kenal lelah memberikan dorongan, motivasi, dan semangat selama penulis menyelesaikan Tesis ini.
8. Bapak, Ibu dan keluarga besar yang senantiasa mendoakan dan support selama penulis menyelesaikan Tesis ini.

9. Rekan-rekan mahasiswa Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung, dan khususnya rekan kelas seperjuangan tahun ajaran 2018.
10. Semua pihak yang telah membantu, berkontribusi dalam pembuatan Tesis ini.

Harapan penulis, semoga tulisan ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat. Akhir kata, penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran guna peningkatan dan penyempurnaan di hari kedepan.

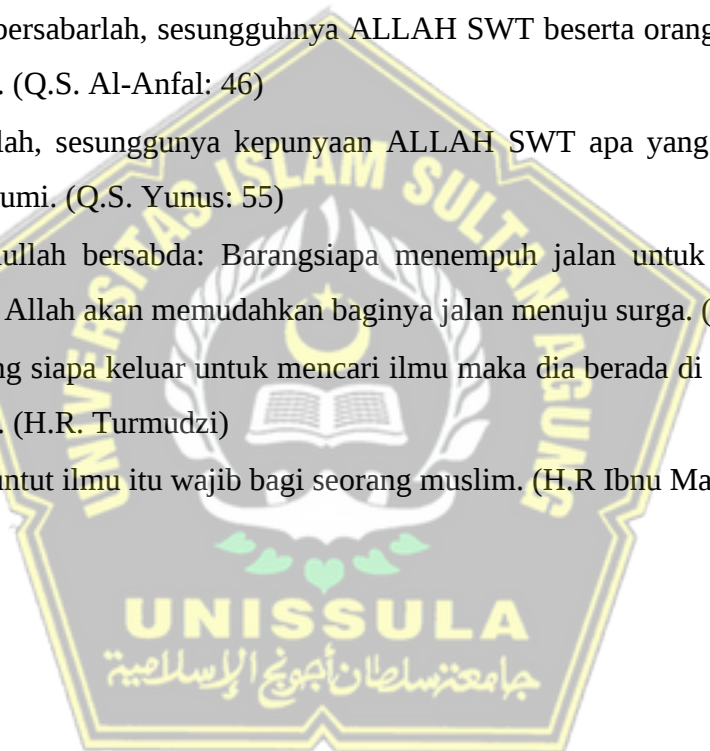
Semarang, 16 Agustus 2021

Penulis



MOTTO

- Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat ALLAH SWT. (Q.S. Yusuf: 87)
- Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya ALLAH SWT selalu bersama kita. (Q.S. At-Taubah: 40)
- ALLAH SWT tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya. (Q.S. Al-Baqarah: 286)
- Dan bersabarlah, sesungguhnya ALLAH SWT beserta orang - orang yang sabar. (Q.S. Al-Anfal: 46)
- Ingatlah, sesungguhnya kepunyaan ALLAH SWT apa yang ada di langit dan bumi. (Q.S. Yunus: 55)
- Rasulullah bersabda: Barangsiapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga. (H.R. Muslim)
- Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan ALLAH SWT. (H.R. Turmudzi)
- Menuntut ilmu itu wajib bagi seorang muslim. (H.R Ibnu Majah)



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KTI	iv
KATA PENGANTAR	v
MOTTO	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRAC(English)	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Keaslian Penelitian	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	14
1.6 Manfaat Penelitian.....	14
1.7 Sistematika Penulisan.....	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	16
2.1 Tinjauan Pustaka	16
2.2 Landasan Teori	17
1. Smart moking Room.....	17
2. Fuzzy Logic	25
3. Thingspeak	35
4. Mean Square Error	36
5. Matlab.....	37
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Alur Penelitian	39

3.2 Model Sistem Penelitian	40
3.3 Alat dan bahan Penelitian	40
3.4 Parameter input dan output	41
3.5 Desain Hardware.....	42
3.6 Desain Software	44
3.7 Fuzzy Logic	46
3.8 Hipotesis	60
BAB I V PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Pengujian Dasar	61
4.2 Pengujian Perhitungan Manual	63
4.2.1 Pengujian I	64
4.2.2 Pengujian II.....	69
4.2.3 Pengujian III	72
4.3 Pengujian Models dan Analysis Matlab	76
4.4 Mean Square Error.....	77
4.5 Displays Text Model.....	78
4.6 Hasil Monitoring Thingspeak.....	78
BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN 1: CODING PROGRAMS.....	86
LAMPIRAN 2: LETTER OF SUBMISSION.....	90
LAMPIRAN 3: IJECE JOURNAL	91
LAMPIRAN 4: DRAFT PATEN	98
LAMPIRAN 5: PLAGIATISM RECORD	110
LAMPIRAN 6: PLAGIATISM RESULT	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian.....	4
Tabel 2.1 <i>Relative Humadity Performance</i>	21
Tabel 2.2 <i>Relative Temperature Performance</i>	21
Tabel 3.1 <i>Fuzzy Parameter Input-Output</i>	41
Tabel 3.2 <i>Wiring Diagram</i>	43
Tabel 3.3 <i>Fuzzy Rules</i>	50
Tabel 3.4 Uji Sensor	46
Tabel 4.1 Uji sensor MQ2 dengan <i>Portable gas detector</i>	63
Tabel 4.2 <i>Result α predikat Min Input parameter with LOW RANGE</i>	65
Tabel 4.3 Fungsi keanggotaan baru <i>parameter output LOW RANGE</i>	67
Tabel 4.4 <i>Result α predikat Min Input parameter MID RANGE</i>	70
Tabel 4.5 Fungsi keanggotaan baru <i>output parameter MID RANGE</i>	71
Tabel 4.6 <i>Result α predicate Min Input parameter HI RANGE</i>	74
Tabel 4.7 Fungsi keanggotaan baru <i>output parameter HI RANGE</i>	75
Tabel 4.8 <i>Result of Smart Smoking Room</i>	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor MQ-2	17
Gambar 2.2 Karakteristik Sensitifitas Dari Sensor MQ-2	18
Gambar 2.3 Sensor gas MQ7	19
Gambar 2.4 Karakteristik Sensitifitas Dari Sensor MQ-7	20
Gambar 2.5 Bentuk fisik dan ukuran DHT22	20
Gambar 2.6 <i>Arduino Mega 2560</i>	22
Gambar 2.7 <i>Relay</i>	23
Gambar 2.8 Kipas DC	23
Gambar 2.9 <i>Module High-Voltage Generator (Ionizer)</i>	24
Gambar 2.10 LCD OLED	25
Gambar 2.11 Representasi Linear Naik	28
Gambar 2.12 Representasi Linear Turun	28
Gambar 2.13 Representasi Kurva Segitiga	29
Gambar 2.14 Representasi Kurva Trapesium	30
Gambar 2.15 Representasi kurva bahu.....	27
Gambar 2.16 Karakteristik fungsional kurva PI	31
Gambar 2.17 Tampilan <i>Thingspeak</i>	36
Gambar 2.18 Jendela pada matlab	38
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Model sistem penelitian	40
Gambar 3.3 <i>Desain Hardware</i>	42
Gambar 3.4 Model fisik <i>Smart Smoking Room</i>	44
Gambar 3.5 Perancangan Program.....	45
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Gas MQ-2.....	46
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Gas MQ-7	46
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan suhu	47
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan kelembaban udara.....	47
Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan supply fan	48
Gambar 3.11 Fungsi Keanggotaan exhaust fan.....	48

Gambar 3.12 Fungsi Keanggotaan <i>ionizer</i> nyala	48
Gambar 3.13 Persamaan Dasar Domain Naik dan Turun	49
Gambar 4.1 Uji DHT 22 dengan <i>Logic analyser</i>	61
Gambar 4.2 Uji MQ 2 dengan <i>Logic analyser</i>	61
Gambar 4.3 Uji MQ 7 dengan <i>Logic analyser</i>	62
Gambar 4.4 Tampilan serial monior input sensor	62
Gambar 4.5 Keanggotaan Fuzzy Suhu, kelembaban, Kadar CO dan Asap	63
Gambar 4.6 Keanggotaan Fuzzy Supply Fan, Exhaust Fan dan Ionizer.....	66
Gambar 4.7 A-B Oled display and <i>Result Health or Unhealth</i>	78
Gambar 4.8 Data <i>Monitoring</i> asap dan CO pada <i>Thingspeak</i>	79
Gambar 4.9 Data <i>Monitoring</i> suhu dan kelembaban pada <i>Thingspeak</i>	79



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: <i>CODING PROGRAMS</i>	86
LAMPIRAN 2: <i>EMAIL OF SUBMISSION</i>	90
LAMPIRAN 3: <i>IJECE JOURNAL</i>	91
LAMPIRAN 4: <i>DRAFT PATEN</i>	110
LAMPIRAN 5: <i>PLAGIATISM RECORD</i>	110
LAMPIRAN 6: <i>PLAGIATISM RESULT</i>	112



INTISARI

Ruang *public* merupakan salah satu fasilitas yang perlu ada di area umum. Salah satu fasilitas ruang *public* adalah adanya ruang khusus merokok. Ruang merokok yang ada saat ini masih bersifat konvensional artinya tidak terdapat sistem *monitoring* untuk menginformasikan kondisi kadar CO, kadar asap serta *controlling* untuk menjaga kondisi udara dalam ruangan merokok. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini membahas tentang sistem *monitoring* cerdas untuk mengendalikan kadar udara pada ruang merokok berbasis logika fuzzy dan *Internet of Things (IoT) system*. Analisa logika fuzzy dilakukan dengan parameter *input* yaitu *temperature*, kelembaban udara, kadar CO, kadar asap dan parameter *output* yang berupa *supply fan*, *exhaust fan*, dan *ionizer* udara. Berdasarkan hasil pengujian *prototype* dibandingkan dengan hasil analisis Matlab diperoleh nilai *Mean Squared Error (MSE)* pada *supply fan* = 0,06403, *MSE* pada *exhaust fan* = 0,05029 dan *MSE* pada *ionizer* = 0,06049.

Hasil untuk nilai *MSE* adalah mendekati Nol, maka dapat disimpulkan bahwa *prototype smart smooking rooms* bekerja dengan baik. Pada *prototype smart smoking room* menampilkan *display text* dengan *Result* = 1 (artinya kondisi udara ruang sehat / baik), tetapi bila *Result* = 0 (artinya kondisi udara ruang tidak sehat). Kondisi udara ruang merokok dikatakan tidak sehat jika kadar CO dan kadar asap melebihi 10 ppm dan 80 ppm. Selanjutnya data kondisi udara dalam *smart smoking room* dikirim ke *web* supaya dapat terpantau kondisi udara dalam ruangan tersebut dan segera ditindaklanjuti jika ada kendala yang terjadi dalam ruangan merokok. Dengan sistem *smart smoking room* pada ruang merokok, diharapkan para perokok dapat merasa nyaman saat berada dalam ruang merokok.

Kata kunci: *Smart smoking room, Logika fuzzy*

ABSTRACT

Public space is one of the facilities that need to be in public areas. One of the public space facilities is a special smoking room. The existing smoking room is still conventional, meaning that there is no monitoring system to inform the condition of CO levels, smoke levels and control to maintain the air condition in the smoking rooms. Based on these problems, this study discusses an smart monitoring system to control air levels in smoking rooms based on fuzzy logic and IoT systems. Fuzzy logic analysis is carried out with input parameters, namely temperature, air humidity, CO levels, smoke levels and output parameters in the form of supply fans, exhaust fans, and air ionizers. Based on the results of the prototype test compared with the results of the Matlab analysis, the Mean Squared Error (MSE) value on the supply fan = 0.06403, MSE on the exhaust fan = 0.05029 and MSE on the ionizer = 0.06049. The results for the MSE value are close to zero, so it can be concluded that the smart smoking rooms prototype works well. The smart smoking rooms prototype displays a text with Result = 1 (meaning the air condition of the room is healthy / good) but if Result = 0 (meaning the air condition of the room is unhealthy). The air condition of the smoking room is unhealthy if the CO levels and smoke levels exceed 10 ppm and 80 ppm. Furthermore, the air condition data in the smart smoking room is sent to the web so that the air condition in the room can be monitored and immediately followed up if there are obstacles that occur in the smoking room. With the smart smoking rooms system in the smoking room, it is hoped that smokers can feel comfortable while in the smoking room.

Keyword: Smart smoking room, Fuzzy logic

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan Kesehatan Dunia (*WHO*) telah menempatkan Indonesia sebagai negara yang menempati urutan kedua di dunia dengan jumlah perokok terbanyak setelah Cina[1]. Berdasarkan data dari Riset Kesehatan Dasar Departemen Kesehatan tahun 2018 diketahui sekitar 62,9 juta penduduk Indonesia mulai dari usia 15 tahun merokok secara aktif[2]. Padahal WHO telah menjelaskan bahwa rokok menyebabkan berbagai penyakit seperti penyakit jantung, kanker paru-paru, kanker rongga mulut, kadar CO mampu mengikat Oksigen di darah sehingga menyebabkan anemia dan beberapa penyakit lainnya[3].

Berdasarkan riset tersebut maka perokok pada dasarnya digolongkan menjadi dua jenis yakni perokok aktif dan perokok pasif[4]. Perokok aktif adalah seseorang yang melakukan aktivitas merokok secara langsung sedangkan perokok pasif merupakan salah satu akibat dari banyak perokok yang merokok di sembarang tempat. Akibatnya banyak orang yang sangat terganggu oleh asap rokok terutama di tempat umum seperti di gedung kantor, tempat perbelanjaan, restoran, bandara, dan tempat umum lain.

Oleh karena itu perlu ruangan khusus untuk merokok di tempat umum. Namun kenyataannya banyak perokok yang tidak merokok di ruang khusus tersebut dikarenakan banyak hal, antara lain dari kurangnya segi kenyamanan, kebersihan, maupun sirkulasi udara yang buruk[5]. Hal ini disebabkan kegiatan merokok di dalam ruangan tersebut telah menyisakan nikotin di sejumlah perabot dan dinding ruangan[6]. Nikotin tersebut akan bereaksi dengan udara dan menghasilkan zat yang bersifat karsinogenik. Lebih dari 4000 zat kimia karsinogen pada rokok akan membahayakan ketika asap rokok tersebut terjebak di ruang tertutup. Asap rokok mengakibatkan bau tidak sedap jika terus mengendap dalam ruangan. Oleh

karena itu, dibutuhkan sirkulasi udara yang cukup agar semua ruangan (khususnya smoking area) mempunyai sirkulasi udara yang lancar, sebab ruangan ini digunakan tiap hari oleh banyak perokok[7].

Ruangan khusus merokok atau *smoking rooms* saat ini hanya menggunakan *exhaust fan* yang berfungsi untuk membuang asap rokok, tanpa membuat adanya pertukaran udara di dalamnya. Hal ini membuat para perokok yang berada di dalam ruangan akan mengalami keadaan yang tidak sehat karena tidak mengetahui tingkat konsentrasi asap dalam ruangan. Ruangan khusus merokok (*smoking room*) memerlukan *system* kontrol yang mampu menguraikan asap rokok dan mensirkulasi udara bersih dari luar ke dalam serta *system monitoring* untuk menginformasikan kondisi kadar CO dan asap.

Berbagai penelitian dilakukan untuk membuat perancangan pembersih asap pada area merokok. Riset *prototype* pembersih dan *monitoring* asap rokok menggunakan logika fuzzy menggunakan sensor TGS 2442 sebagai sensor CO dan sensor AF-30 sebagai sensor asap. Penelitian lebih berfokus pada pengujian komponen elektronika dengan pengujian menggunakan *multimeter* dan *oscilloscope*[5]. Vega Nataya Kinanti mengganti sensornya dengan MQ2 dan MQ7 yang dikontrol dengan fuzzy tsukamoto diperoleh nilai rata-rata eror 0,1033% dibandingkan dengan pengukuran di program Java[8]. Penelitian oleh Hendy Alvian dkk dengan menggunakan fuzzy mamdani. Pengujian sistem menggunakan kontrol metode fuzzy mamdani mengurangi penggunaan daya pada *exhaust fan* dibandingkan dengan kontrol ON/OFF, metode fuzzy dayanya lebih rendah 23,52 Wh dari kontrol ON/OFF[9]. Ratono menggunakan *web* sebagai *output* pada *control exhaust fan* pada *smoking area*[10].

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, maka penelitian dilakukan dengan dibuat *prototype* ruangan pintar khusus untuk merokok. Ruang didesain menggunakan *ventilator* dengan *supply fan* dan *exhaust fan*, *ventilator* membuat terjadinya aliran udara di dalam ruangan. *Supply fan*

dan *exhaust fan* berfungsi untuk membuang asap rokok dan menggantinya dengan udara baru sehingga akan mengurangi risiko menempelnya gas-gas berbahaya hasil pembakaran rokok menempel pada dinding dan perabot. Kondisi udara berupa kadar gas karbon monoksida (CO) dan asap dalam ruangan ditampilkan oleh *display* LCD Oled. Pengendalian waktu atau *duration time* pada *ventilator* menggunakan program *board* Arduino Mega. *System* bekerja secara otomatis dengan menggunakan *logika Fuzzy* dan menyimpan data hasil pengukuran sensor dan aktuator pada *cloud* agar dapat menjadi bahan penelitian dikemudian hari (*big data*).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sebuah model prototype *smart smoking room* menggunakan sensor MQ 2, MQ7, DHT 22 dan Mikrokontroler Arduino Mega 2560?
2. Bagaimana menerapkan Logika fuzzy untuk mengontrol dan *monitoring* kualitas udara pada model prototype *smart smoking room*?

1.3 Batasan Masalah

- 1 Sistem ini diterapkan pada *prototype* ruangan rokok dengan ukuran 60 cm (P) x 40 cm (L) x 50 cm (T).
- 2 Pembacaan nilai asap dan gas CO berupa nilai analog sensor.
- 3 *Data monitoring* pada *prototype* di kirim ke *Cloud*.

1.4 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelusuran terhadap judul penelitian yang mengambil judul smoking room dapat dijelaskan dalam Tabel 1.1:

Tabel 1.1. Keaslian penelitian

No	Nama	Judul	Metode	Parameter input dan Output	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
1	Agung Budi Handoko, Yudha Rohman S, Tri Satya P[11]	Penetralisir CO Pada Ruangannya <i>Smoking Area</i> Menggunakan <i>Corona Discharge</i>	-	Jika ada gerakan, akan mengaktifkan <i>blower</i> dan pengurai asap/CO	<i>Corona discharge</i> berhasil menguraikan kadar asap / CO. CO dari 3 ppm menjadi 0 ppm. Terbentuknya CO2 karena CO beroksidasi menjadi O2	Tidak ada sensor pendeteksi kadar asap / CO. Belum diketahui waktu yang dibutuhkan untuk menguraikan kadar CO

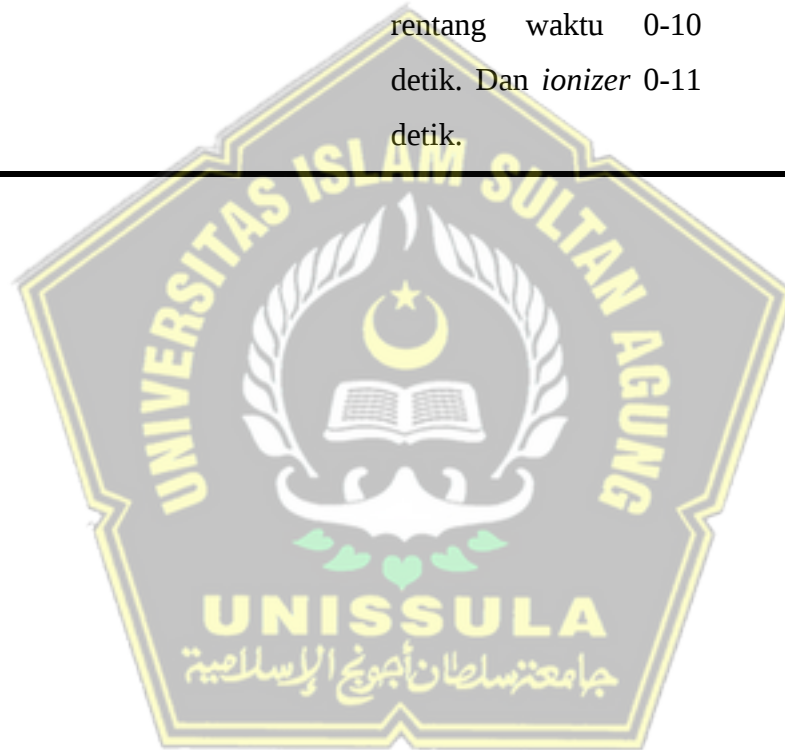
No	Nama	Judul	Metode	Parameter input dan Output	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
2	M. Aldiki Febriantono, Goegoes DN, Retnowati [12]	Perancangan dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok pada <i>Smoking Room</i> Menggunakan Kontroler PID	PID	Jika asap dan CO > 0 ppm, maka mikrokontroller dengan PID akan akan menggerakkan <i>fan</i> dan <i>ignition coil</i> untuk menguraikan asap untuk mencapai 0 ppm. <i>Ignition coil</i> 20kVA AC jika elektroda positif dan <i>negative</i> di dekatkan akan menghasilkan corona dan menguraikan asap.	Waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk mengguraikan asap rokok didalam miniatur ruangan tertutup dari kadar asap 746 ppm menjadi 0 ppm adalah 23 s. Sedangkan untuk gas CO dengan kadar 716 ppm menjadi 0 ppm membutuhkan waktu 25 s	Sensor pembacaan kadar CO kurang presisi
3	Ferdian Agil Denny Effendy,	kendali kecepatan	-	Jika asap < 30 ppm, <i>ionizer</i> aktif dan <i>fan off</i> .	sistem ini memiliki	Belum diketahui spesifikasi

No	Nama	Judul	Metode	Parameter input dan Output	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
	M. Sarwoko, Budi Setiadi [13]	kipas pembuangan pada ruang khusus merokok sebagai pembersih dan pengatur sirkulasi udara berbasis mikrokontrolle r	-	Jika asap 30-100 <i>ionizer</i> aktif dan <i>fan</i> aktif dengan pwm	respon waktu pembersihan lebih cepat menggunakan <i>ionizer</i> . Terjadi penghematan daya mencapai 20-30% dibandingkan dengan tanpa pengontrolan.	<i>ionizer</i> , sehingga waktu yg digunakan untuk menguraikan masih terlalu lama.
5	Dita Safrina [14]	perancangan <i>smart smoking area</i> menggunakan sensor gas mq2	-	Jika kadar asap > 30 ppm maka fan akan on. Jika asap < 30 <i>fan off</i>	Sensor gas dan komponen pendukung lainnya yang digunakan pada sistem ini sudah diuji	Belum diketahui efektivitas pengujian dari waktu dan efisiensi daya.

No	Nama	Judul	Metode	Parameter input dan Output	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
		dan mq7			berhasil 100%	Hanya melakukan pengujian alat berfungsi.
6	Iswanto, Kunnu Purwanto, Weni Hastuti, Anis Prabowo, Muhamad Yusvin Mustar [15]	<i>Smart Smoking Area based on Fuzzy Decision Tree Algorithm</i>	<i>Fuzzy Decision Tree Algorithm</i>	Jika asap > 200 ppm fan on.	Ketika asap rokok di dalam ruangan meningkat, motor DC menggerakkan kipas untuk mengedarkan asap rokok keluar dan di dalam ruangan	Tidak ada pengujian fuzzy dan akurasinya
7	Deka Hardika, Nurfiana [16]	Sistem <i>monitoring</i> asap rokok menggunakan <i>smartphone</i>	<i>Web server</i>	Jika terdeteksi asap rokok, mikrokontroller akan mengirimkan informasi ke <i>web server</i> dan <i>smartphone</i>	Hasil uji coba membuktikan bahwa sistem ini dapat memonitoring asap dimana saja	Belum ada <i>actuator</i> untuk menguraikan asap

No	Nama	Judul	Metode	Parameter input dan Output	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
		berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i>			selama <i>smartphone</i> masih terkoneksi dengan internet	
8.	Fajar Pujiyanto (2021)	<i>smart smoking room</i> berbasis logika fuzzy	Logika fuzzy	kadar CO 7-10 ppm merupakan <i>light zone</i> , 11-20 ppm merupakan <i>heavy cone</i> . Kadar asap 10-1000 ppm. Bila suhu udara > 28 °C perlu menggunakan AC. Bila suhu udara luar < 18 °C perlu menggunakan pemanas ruang. kelembaban udara ruang kerja > 60 % perlu menggunakan alat <i>dehumidifier</i> . <i>Fan</i>	Dengan penerapan - Logika Fuzzy pada <i>system monitoring smart smoking room</i> ini, diharapkan akurasi hasil penghitungan dari keempat parameter (kadar asap, kadar CO, temperature dan <i>humidity</i>) lebih baik.	

No	Nama	Judul	Metode	Parameter input dan Output	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
				menyala berdasarkan pengujian dengan rentang waktu 0-10 detik. Dan <i>ionizer</i> 0-11 detik.		



Berdasarkan Tabel 1.1 dan penelitian efek kesehatan perokok, maka penelitian *smart smoking room* dirancang untuk melengkapi kekurangan dari penelitian sebelumnya, diantaranya adalah:

- a. Menggunakan parameter *input* lebih banyak, yaitu kadar asap, kadar CO, suhu dan kelembaban udara.
- b. Menggunakan tiga *output*, yaitu *supply fan* untuk memasukan udara bersih dari luar, *ionizer* untuk menguraikan asap menjadi udara bersih, *exhaust fan* untuk membuang asap keluar.
- c. Menggunakan logika fuzzy sebagai *system control* otomatis
- d. Menggunakan *cloud* sebagai *system* informasi dan monitoring.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan model prototype *smart smooking room* menggunakan sensor MQ 2, MQ7, DHT 22 dan Mikrokontroller Arduino Mega 2560.
2. Mengaplikasikan logika Fuzzy untuk mengontrol dan *monitoring* kualitas udara pada *smart smoking room*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat tercapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menjadikan ruangan bebas merokok yang aman, nyaman dan mengurangi tingginya bahaya gas CO bagi kesehatan.
2. Dapat dikembangkan lebih lanjut pada ruangan rokok yang sesungguhnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dilakukan dengan melalui langkah - langkah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Merupakan pengantar yang berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan-batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kontribusi Tesis dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat dalam penyusunan penelitian ini.

Bab III Metode Penelitian

Membahas tentang model penelitian, parameter penelitian, perancangan alat yang dibutuhkan untuk proses perancangan *smar smoking room* berbasis logika Fuzzy.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Membahas hasil dan pembahasan yang sudah dilakukan dengan menerapkan metode perancangan yang telah dibuat.

Bab V Kesimpulan

Berisi kesimpulan hasil penelitian dengan logika Fuzzy dan saran untuk perbaikan atau pengembangan penelitian lebih lanjut tentang otomatisasi kontrol dan *monitoring system* pada *smart smoking rooms*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait dengan *smart smoking room* diantaranya yaitu: penelitian rancang bangun *detector* asap rokok menggunakan *SMS Gateway* untuk asrama Crystal di Universitas Klatat. Penelitian ini menggunakan dua input yaitu asap dan api, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, *buzzer* sebagai peringatan dan *sim 900* media pengiriman data. Penelitian telah berhasil digunakan untuk melakukan *monitoring* keberadaan asap rokok dan bara api[3]. Rancang bangun pengatur suhu dan sirkulasi udara di *smoking area*. Alat yang dibuat menggunakan sensor LM35, DT Sense CO, ATMEga 8535, LCD dan motor DC. Berdasarkan pengujian alat pembacaan sensor LM35 terhadap suhu ruangan memiliki *error* sebesar 0,19% dan *DT-Sense Carbon Monoxide* memiliki *error* 0,66%[17].

Rancang bangun aplikasi pemantau kadar asap berbasis *wireless sensor network* di lingkungan *indoor*. Komponen utama yang digunakan adalah sensor MQ2, Arduino Uno, ESP 8266. Pembacaan asap dari sensor MQ2 akan diteruskan ke *web* yang telah dibuat sehingga hasil yang diperoleh bisa dimonitoring secara *real time*[18].

Fast tracking of detection smoking zone menggunakan MQ2 berbasis *IoT*. *Prototype* ini dibuat menggunakan Raspberry pi yang dihubungkan dengan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi asap rokok. Pada Uji coba yang telah dilakukan pendeteksian optimal sensor MQ-2 ini adalah pada jarak 5 cm. Setelah terdeteksi asap, kamera yang terpasang akan mengirimkan foto orang yang merokok lewat email [19]

Prototype system pendeteksi dan penetralisasi asap rokok menggunakan robot dengan fitur *air quality* berbasis Android. Komponen yang digunakan adalah sensor DHT 11, sensor MQ2, RTC, Arduino Uno, *Bluetooth*, 3 *fan*, LCD dan *buzzer*. Program android yang dibuat

menggunakan *MIT APP Inventor* telah berhasil menggerakkan *fan* dan *buzzer* ketika terdeteksi asap rokok.[20]

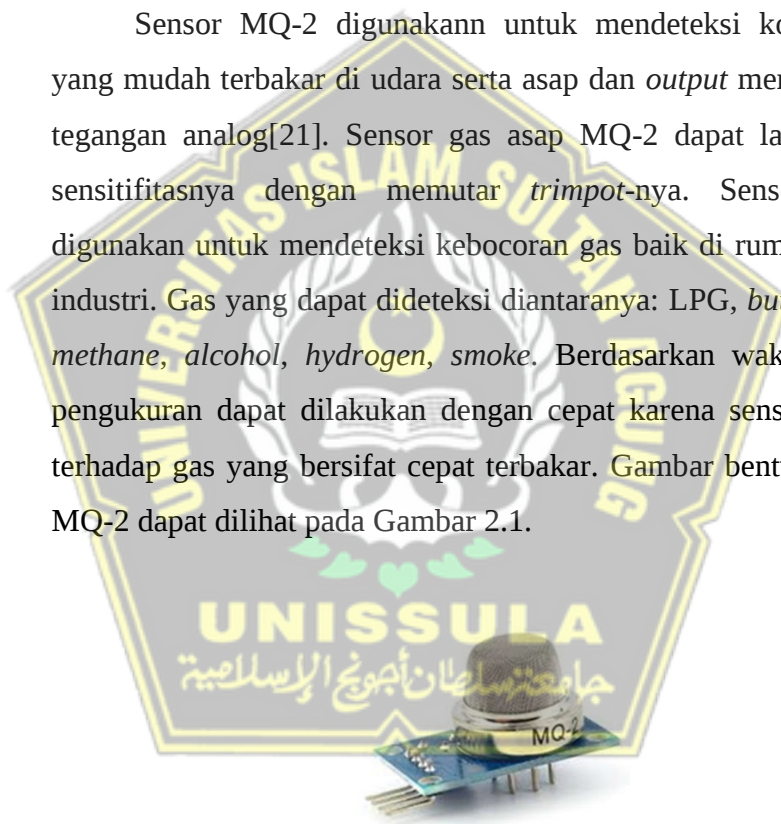
2.2 Landasan Teori

1) *Smart Smoking Room*

Dalam penelitian ini model *prototype* menggunakan beberapa komponen utama, yaitu:

a. **Sensor MQ-2**

Sensor MQ-2 digunakann untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan *output* membaca sebagai tegangan analog[21]. Sensor gas asap MQ-2 dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan memutar *trimpot*-nya. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Gas yang dapat dideteksi diantaranya: LPG, *butane*, *propane*, *methane*, *alcohol*, *hydrogen*, *smoke*. Berdasarkan waktu responnya, pengukuran dapat dilakukan dengan cepat karena sensor ini sensitif terhadap gas yang bersifat cepat terbakar. Gambar bentuk dari sensor MQ-2 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor MQ-2[21].

Spesifikasi sensor pada sensor gas MQ-2 adalah sebagai berikut[22]:

1. Catu daya pemanas : 5V AC/DC
2. Catu daya rangkaian : 5VDC
3. *Range* pengukuran :
200 – 5000 ppm untuk LPG, propane

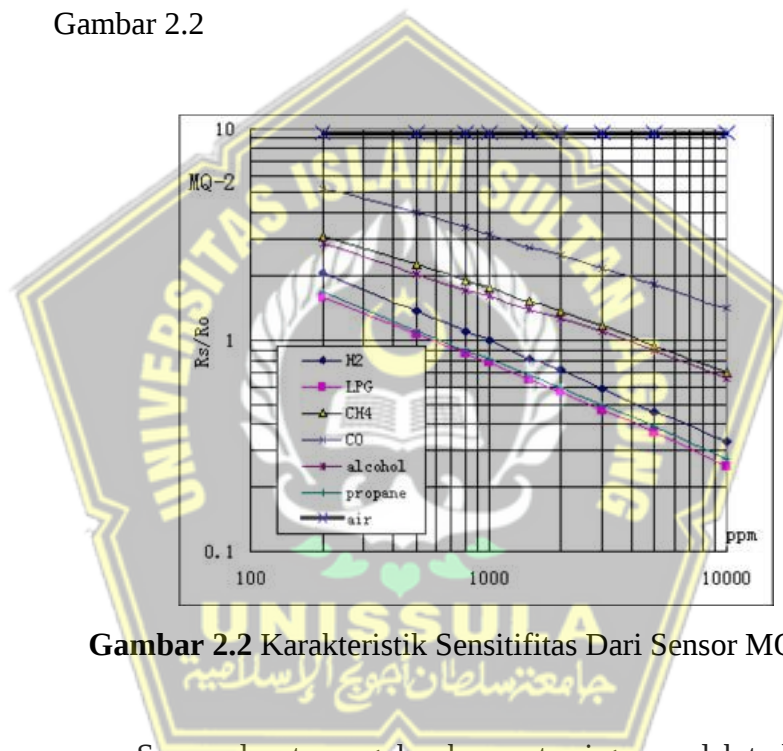
300 – 5000 ppm untuk butane

5000 – 20000 ppm untuk methane

300 – 5000 ppm untuk Hidrogen

4. Luaran : *analog* (perubahan tegangan)

Berikut ini merupakan karakteristik sensitivitas dari sensor MQ-2 untuk berbagai macam gas seperti LPG, H₂, CH₄, CO, Alkohol dan udara bersih pada keadaan pengukuran standar dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Karakteristik Sensitifitas Dari Sensor MQ-2[22].

Sensor dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar dari 300 sampai 10.000 ppm. Dapat beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V[22].

b. Sensor MQ-7

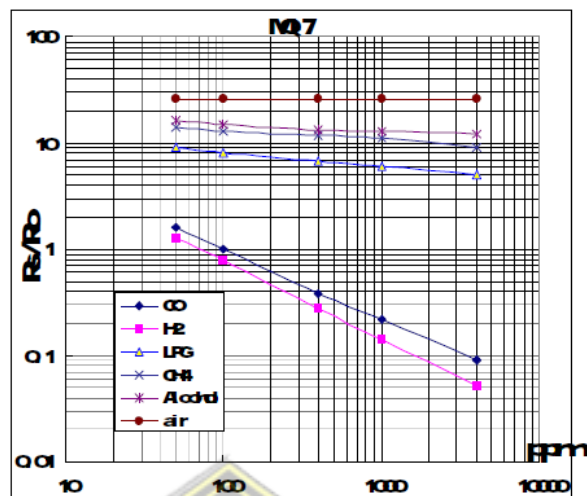
Sensor gas MQ7 digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu gas CO (*Carbon monoksida*) yang merupakan hasil pembakaran rokok. Sensor ini tersusun dari keramik Al₂O₂ lapisan tipis SnO₂, elektroda serta *heater* yang kemudian digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastik dan *stainless*[23].

Arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan dari Kristal SnO_2 . Pada daerah *grain boundary*, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Apabila terdeteksi gas CO maka tegangan *output* pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi yang mengakibatkan permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang. Ketinggian sambungan penghalangpun akan ikut terjadi. Hal ini mengakibatkan penurunan resistansi sensor yang juga memiliki sebuah *heater*, yang berfungsi sebagai pembersih dari konsentrasi udara di dalam ruangan sensor. Sensor MQ7 ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 sensor gas MQ7[24].

Berikut ini merupakan karakteristik sensitivitas dari sensor MQ7 untuk berbagai macam gas seperti LPG, H_2 , CH_4 , CO, Alkohol dan udara bersih pada keadaan pengukuran standar dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Karakteristik Sensitifitas Dari Sensor MQ-7[23].

c. Sensor DHT22

Sensor digunakan untuk pembacaan suhu dan *humidity* adalah produk dari Aosong Electronic, yaitu sensor DHT22 yang merupakan *polymer capacitor* dimana daerah operasi dan suhu pada range -40°C sampai dengan 80°C . Tegangan *input* yang dibutuhkan oleh sensor ini 3,3V sampai dengan 6V. Sensor ini mempunyai 4 pin yang mempunyai konfigurasi pin 1 sebagai Vdd atau tegangan *input*, pin 2 sebagai sinyal atau data, pin 3 *null*, dan pin 4 sebagai *grounding*. Gambar 2.5. merupakan dimensi dan bentuk dari sensor DHT22[25].



Gambar 2.5. Bentuk fisik dan ukuran DHT22[25].

Untuk lebih detailnya Tabel 2.1 dan Tabel 2.2. merupakan tabel *performance* dari DHT22 untuk suhu dan kelembaban:

Tabel 2.1. *Relative Humadity Performance* DHT22 [26]

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		%RH
Range		0		99.9	%RH
Accuracy ^[1]	25°C		± 2		%RH
Repeatability			± 0.3		%RH
Exchange		Completely interchangeable			
Response ^[2]	1/e(63%)		<5		S
Sluggish			<0.3		%RH
Drift ^[3]	Typical		<0.5		%RH/yr

Tabel 2.2 *Relative Temperature Performance* DHT22[26]

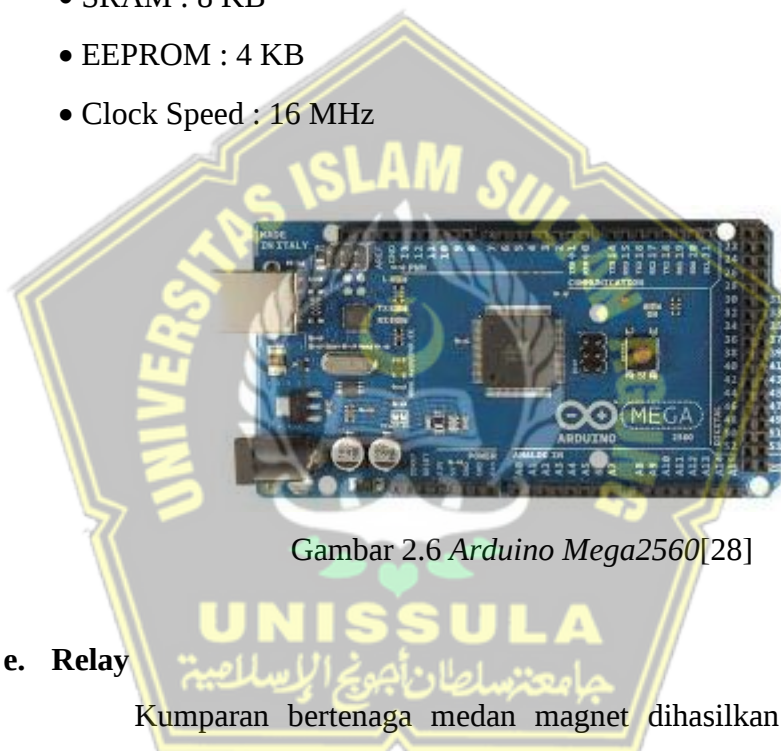
Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		°C
			16		bit
Accuracy			± 0.5	± 1	°C
Range		-40		80	°C
Repeat			± 0.2		°C
Exchange		Completely interchangeable			
Response	1/e(63%)		<10		S
Drift			± 0.3		°C/yr

d. **Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 adalah *board* pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan *chip* ATmega2560. *Board* ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port USB*, *power jack* DC, ICSP header, dan tombol *reset*. Gambar Arduino Mega 2560 tampak dari atas dapat dilihat pada Gambar 2.6. dengan karakteristik sebagai berikut[27] :

- Tegangan Operasional: 5V

- Tegangan Masukan (direkomendasi) : 7-12V
- Tegangan Masukan (batas) : 6-20V
- *Pin Digital I/O* : 54 (14 pin untuk keluaran PWM)
- *Analog Input Pins* : 16
- Arus DC per I/O Pin : 40 mA
- Arus DC for 3.3V Pin : 50 mA
- *Memori Flash* : 256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
- SRAM : 8 KB
- EEPROM : 4 KB
- Clock Speed : 16 MHz



Gambar 2.6 Arduino Mega2560[28]

e. Relay

Kumparan bertenaga medan magnet dihasilkan kontak yang terhubung satu sama lain. Seperti yang ditunjukkan dalam ide kerja relai, tergantung pada medan magnet yang dihasilkan dari koil sehingga ada isolasi daya antara koil dan *pin switching*, sehingga koil dapat dengan mudah dialiri daya dari Arduino dengan menghubungkan VCC dan GND dari *kit* Arduino ke *kit modul relay* setelah memilih *pin output* Arduino tergantung pada jumlah *relay* yang dibutuhkan dalam proyek yang dirancang dan mengatur pin ini ke *output* dan membuatnya tinggi (5V) untuk mengontrol koil yang memungkinkan pengontrolan proses *switching*[29].



Gambar 2.7. Relay[29]

f. Fan / Kipas DC 12 V

Kipas atau *fan* biasanya digunakan untuk memindahkan sejumlah volume udara atau gas melalui suatu saluran (*duct*). Selain itu, *fan* juga digunakan untuk memasok udara dalam proses pengeringan, pemindahan bahan tersuspensi di dalam aliran gas, pembuangan asap, pengondensasian, pemasokan udara untuk pembakaran *boiler*, pembuangan debu, *aerasi* sampah, pengeringan, pendinginan proses-proses industrial, sistem ventilasi ruangan, dan aplikasi sistem beraliran tinggi dan bertekanan rendah yang lain[30].

Kecepatan hembusan angin dikontrol dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta remote control. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu *centrifugal* (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan *Axial* (Angin mengalir secara paralel dengan poros kipas). Pada alat ini digunakan kipas DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12 VDC dan arus sebesar 0,9 A seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8 [30].

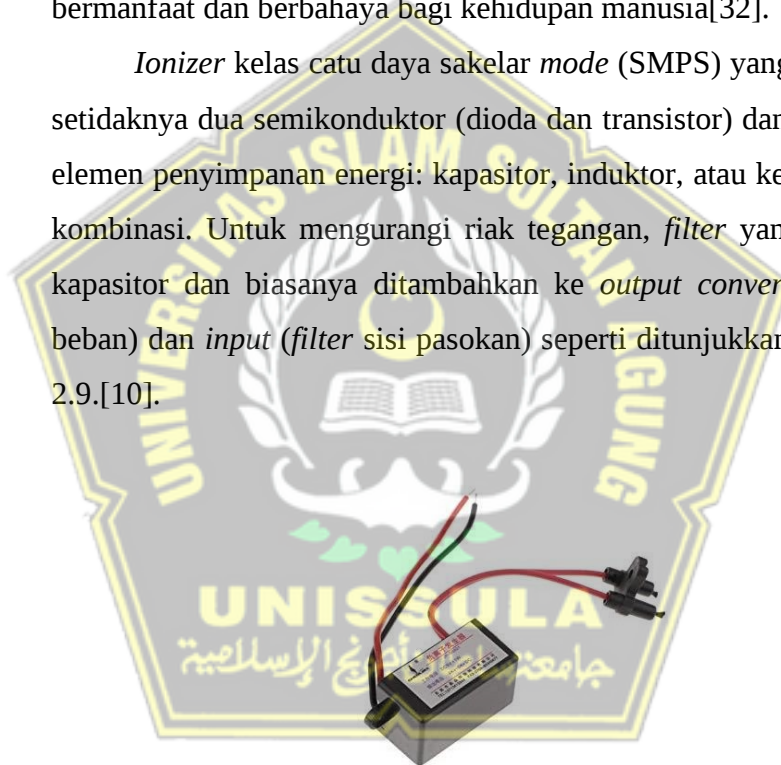


Gambar 2.8 Kipas DC[31].

g. *Ionizer*

Ionizer yaitu perangkat yang menghasilkan tegangan tinggi untuk meng-ionisasi molekul udara, sehingga terbentuk ion negatif. Ion negatif atau *anion* adalah partikel dengan satu atau lebih elektron, dan merupakan partikel bermuatan negatif murni. Efek tegangan tinggi pada *ionizer* juga dapat menghasilkan ozon (senyawa O₃ hasil reaksi O₂ dengan Oradikal) yang dalam konsentrasi tertentu dapat bermanfaat dan berbahaya bagi kehidupan manusia[32].

Ionizer kelas catu daya sakelar *mode* (SMPS) yang mengandung setidaknya dua semikonduktor (dioda dan transistor) dan minimal satu elemen penyimpanan energi: kapasitor, induktor, atau keduanya dalam kombinasi. Untuk mengurangi riak tegangan, *filter* yang terbuat dari kapasitor dan biasanya ditambahkan ke *output converter* (*filter* sisi beban) dan *input* (*filter* sisi pasokan) seperti ditunjukkan pada gambar 2.9.[10].



Gambar 2.9 *Module High-Voltage Generator(Ionizer)*[10].

h. **LCD OLED**

OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) adalah *Light-Emitting Diode* (*LED*) dimana lapisan *emissive electroluminescent* merupakan lembaran senyawa organik yang akan memancarkan cahaya bila dilalui arus elektrik. *OLED* ini kemudian dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah *display* dengan ketelitian *pixel* 128 x 64 seperti

terlihat pada Gambar 2.10. *Display OLED* memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu panjangnya sekitar 0.96 inch, meskipun demikian karakter yang ditampilkan pada OLED dapat dengan mudah dibaca (*readable*) dikarenakan OLED memiliki tingkat kontras yang tajam. OLED dapat diakses atau dihubungkan dengan mikrokontroler melalui komunikasi *Serial Peripheral Interface (SPI)* atau komunikasi *Inter Integrated Circuit (I2C)*[33].



Gambar 2.10 LCD OLED[34].

Spesifikasi *OLED Graphic Display*[35]

- Ukuran PCB 38mm x 29mm (1.5" x 1")
- Ukuran *display OLED* 25mm x 14mm
- Tegangan kerja 5V
- Arus listrik ~ 20mA
- Komunikasi I2C 7-bit address (0x3C hingga 0x3D)

2) *Fuzzy Logic*

Logika fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kesamaran antara benar atau salah. Dalam logika fuzzy suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun berapa besar kebenaran dan kesalahan sesuatu yang dibicarakan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya[36].

Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari

sistem yang sederhana, sistem kecil, *embeded* sistem, jaringan PC, *multi channel* atau berbasis akuisisi data[37].

Logika yang hanya berdasarkan atas dua nilai kebenaran yaitu *TRUE* (1) dan *FALSE* (0) terkadang dirasakan kurang lengkap untuk menyatakan logika berpikir manusia, sehingga dikembangkan logika yang tidak hanya bernilai 0 atau 1 tetapi menggunakan logika yang mempunyai *interval* nilai antara [0,1] yang disebut dengan logika samar (*fuzzy*). Logika *fuzzy* diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi A. Zadeh, seorang Professor di bidang ilmu komputer, Universitas California, Berkley. Logika *fuzzy* dipakai untuk menyatakan data atau informasi yang bersifat tidak pasti atau samar[38].

1. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan grup/kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* terdiri dari 2 atribut, yaitu[39]:

a. Linguistik

Linguistik adalah penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, contoh: rendah, sedang dan tinggi

b. Numerik

Numerik adalah suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contoh: 45,25,50 dan sebagainya.

Disamping itu, ada beberapa hal berkaitan dengan dasar-dasar logika *fuzzy*, yaitu:

- a. Variabel *fuzzy*, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: penghasilan, temperatur, permintaan, umur, dan sebagainya.
- b. Semesta pembicaraan, yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: semesta

pembicaraan untuk variabel permintaan: $[0 +\infty]$, semesta pembicaraan untuk variabel *temperature* $[10\ 90]$.

- c. *Domain* himpunan *fuzzy*, yaitu seluruh nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

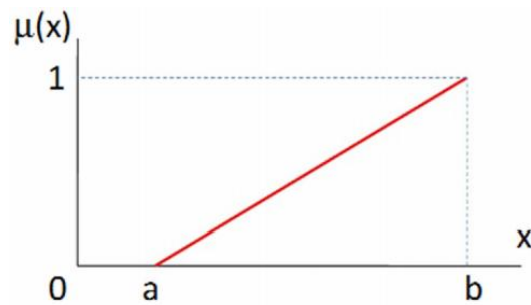
Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval 0 antara sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi [39]. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan, diantaranya adalah [36]:

a. *Representasi Linear*

Pada *representasi linear*, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang *linear*, yaitu:

1) *Representasi linear* naik

Pada *representasi linear* naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan Nol $[0]$ bergerak naik menuju domain yang memiliki nilai derajat keanggotaan lebih tinggi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11.



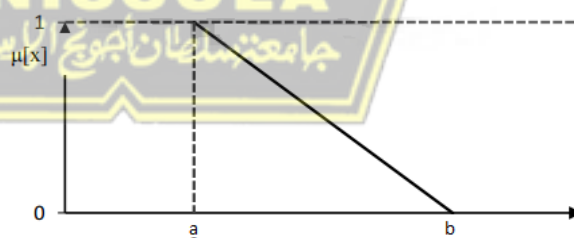
Gambar 2.11 Representasi Linear Naik[39].

Adapun fungsi keanggotaan ditunjukkan pada persamaan 2.1[39]:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.1)$$

2) Representasi linear turun

Pada *representasi linear turun*, penurunan himpunan pada nilai yang memiliki derajat keanggotaan tertinggi bergerak turun menuju domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12.



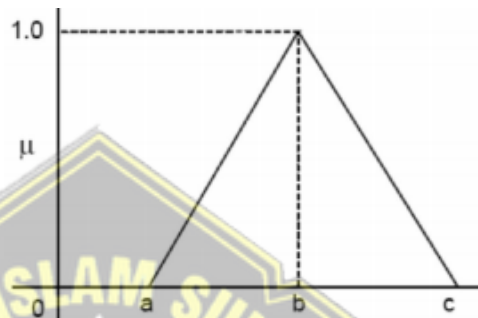
Gambar 2.12 Representasi Linear Turun[39].

Adapun fungsi keanggotaan ditunjukkan pada persamaan 2.2[39]:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots (2.2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara *linear naik* dan *linear turun* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13



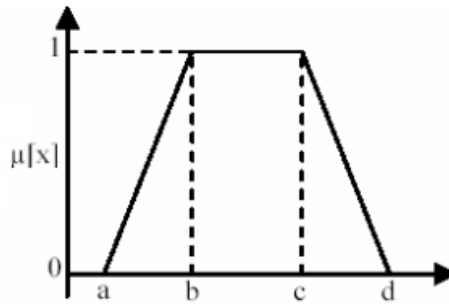
Gambar 2.13 Representasi Kurva Segitiga[39].

Adapun fungsi keanggotaan ditunjukkan pada persamaan 2.3[39]:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots (2.3)$$

c. Representasi Kurva Trapezium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Representasi Kurva Trapesium[39].

Adapun fungsi keanggotaan ditunjukkan pada persamaan 2.4[39]:

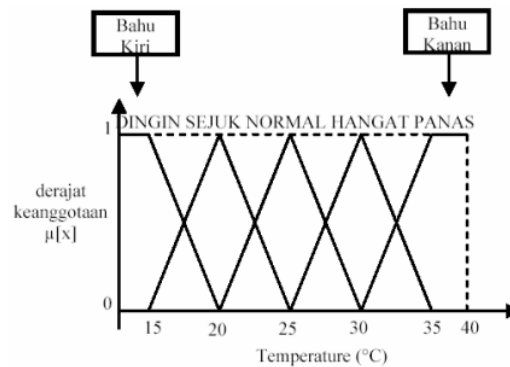
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases} \dots (2.4)$$

d. Representasi Kurva Trapesium

Grafik keanggotaan kurva bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy yang nilai derajat keanggotaannya adalah konstan (biasanya 1). Gambar 2.15 menunjukkan variabel temperatur dengan daerah bahunya.

Adapun fungsi keanggotaan ditunjukkan pada persamaan 2.5[39]:

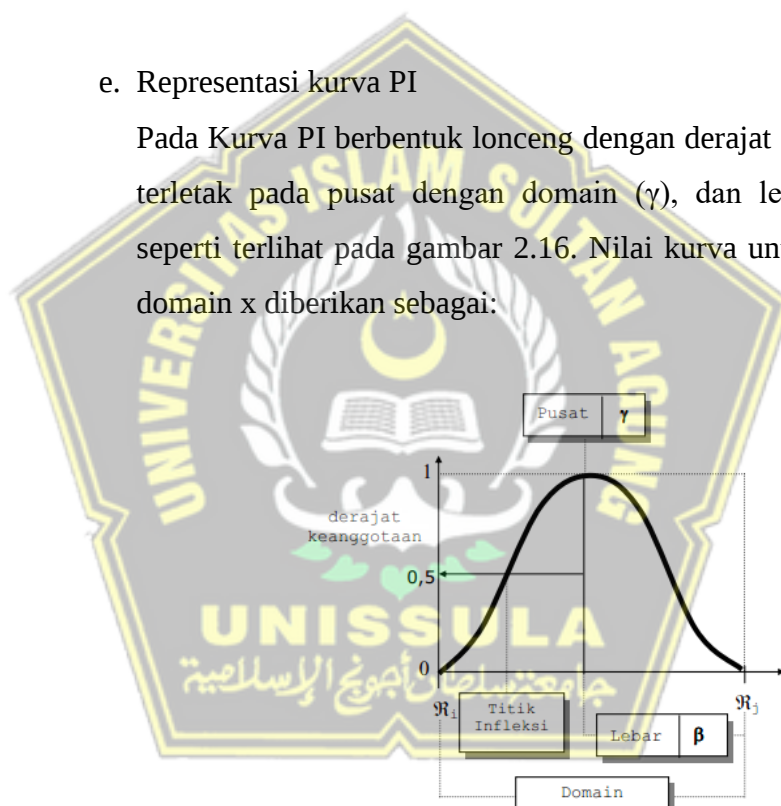
$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq a \text{ atau } c \leq x \leq d \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{x-b}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots (2.5)$$



Gambar 2.15 Representasi kurva bahu[39]

e. Representasi kurva PI

Pada Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β) seperti terlihat pada gambar 2.16. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:



Gambar 2.16 Karakteristik fungsional kurva PI[39]

Adapun fungsi keanggotaan ditunjukkan pada persamaan 2.6[39]:

$$\Pi(x, b, c) = \left\{ \begin{array}{l} S\left(x; c - b, c - \frac{b}{2}, 2\right) \rightarrow x \leq c \\ 1 - S\left(x; c, c + \frac{b}{2}, c + b\right) \rightarrow x > c \end{array} \right\} \dots\dots (2.6)$$

3. Operator Himpunan Fuzzy

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam suatu semesta pembicaraan. Apabila terdapat dua himpunan fuzzy A, B pada semesta X maka untuk menentukan nilai keanggotaan antar elemen tertentu dalam semesta X mengikuti teori fungsi himpunan pada umumnya, yaitu dengan menggunakan operasi gabungan (*union*), irisan (*intersection*), dan komplemen. Operasi tersebut didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan *file strength* α -predicate[39].

Berikut beberapa operasi dasar yang paling sering digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy, yaitu:

a. Operator OR /Gabungan (*Union*)

Operator gabungan dari himpunan fuzzy A dan B dinyatakan sebagai $A \cup B$. Dalam sistem logika fuzzy, operasi gabungan disebut sebagai *max* dan ditulis dengan persamaan 2.7[39]:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A[x], \mu_B[x]) \text{ untuk setiap } x \in X \dots (2.7)$$

Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan fuzzy $A \cup B$ adalah derajat keanggotaannya pada himpunan fuzzy A atau B yang memiliki nilai terbesar.

b. Operator AND /Irisan (*Intersection*)

Operator ini berhubungan dengan operasi irisan. α -predikat sebagai hasil dari operasi dengan menggunakan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan yang dinyatakan dengan $A \cap B$ dengan operasi irisan sebagai *min* dan ditulis dengan persamaan 2.8[39].

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A[x], \mu_B[x]) \text{ untuk setiap } x \in X \quad (2.8)$$

c. *Operator NOT*

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen, α -predikat sebagai hasil dari operasi dengan menggunakan operator *NOT* diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.9[39]:

$$\mu_{A^c} = 1 - \mu_A(x) \dots (2.9)$$

4. Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (*rule*) pada himpunan *fuzzy* ada hubungannya dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

IF x is A THEN y is B [40]

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Aturan ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti:

IF (X₁ is A₁) o (X₂ is A₂) o ... o X_n is A_n THEN y is B [40].

Dengan o adalah suatu operator *fuzzy*. Secara umum fungsi implikasi Min (*minimum*) merupakan salah satu fungsi implikasi yang dapat digunakan. Cara yang digunakan dalam fungsi min adalah memotong *output* himpunan *fuzzy* sesuai dengan derajat keanggotaan terkecil.

5. Penegasan (Defuzzifikasi) untuk Skalar

Defuzzifikasi yaitu suatu proses yang mengubah proses-proses sebelumnya dari himpunan *fuzzy* menjadi suatu nilai tunggal. *Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*,

sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan tersebut.[39]

6. Metode Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy mamdani merupakan salah satu metode dari *Fuzzy Inference System*, sistem pengambil keputusan. Dalam metode fuzzy mamdani menggunakan aturan atau *rules* berbentuk “sebab-akibat” atau “*if-then*”. Cara perhitungan dari metode fuzzy mamdani, pertama adalah aturan yang dibentuk mewakili himpunan fuzzy, kemudian dihitung derajat keanggotaan sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Setelah mendapatkan nilai derajat keanggotaan, dicari nilai *alpha predikat* (α) dengan menggunakan fungsi MIN dan komposisi antar *rule* menggunakan fungsi MAX untuk menghasilkan himpunan fuzzy baru. Langkah terakhir, mencari nilai *output* yang merupakan nilai *crisp*(z) yang disebut proses defuzzifikasi.

Ada beberapa metode defuzzifikasi yang dapat digunakan, diantaranya[41]:

- a. Metode titik tengah (*center of area*), dimana ketika diterapkan pada bilangan diskrit menggunakan persamaan 2.10[41],

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_i}{\sum \mu_i} \dots (2.10)$$

Pada bilangan kontinyu menggunakan persamaan 2.11[42].

$$z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz} \dots (2.11)$$

- b. Metode Bisektor, dimana solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy dengan persamaan 2.12[41]:

$$\int_{\alpha}^{z^{BOA}} \mu(z)dz = \int_{z^{BOA}}^{\beta} \mu(z)dz \dots (2.12)$$

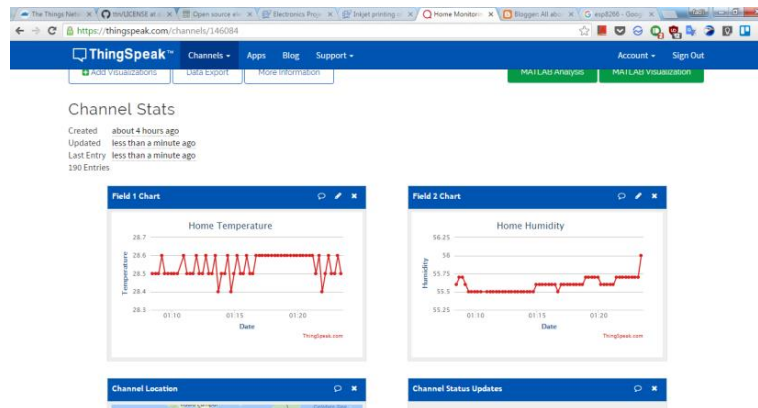
- c. *MOM (Mean of Maximum)*, dimana solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
- d. *LOM (Largest of Maximum)*, dimana solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
- e. *SOM (Smallest of Maximum)*, dimana solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Dimana α = *alpha predikat* (nilai minimal dari nilai derajat keanggotaan (μ) dari ketiga parameter fuzzy yang dimasukkan dalam *rule base*), dan z = nilai *crisp* defuzzyfikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzyfier*).

3) *Thingspeak*

Internet of Things (IoT) didefinisikan sebagai sebuah teknologi yang memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, kerja sama dengan berbagai perangkat keras, berbagai data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain melalui jaringan internet. *IoT* dapat dijelaskan sebagai 1 set *things* yang saling terkoneksi melalui internet. *Things* disini dapat berupa *tags*, sensor, manusia dll. *IoT* berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (*environment*), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya[42].

Dalam pengaplikasian *Internet of Things* memerlukan sebuah *web cloud* untuk menyampikan dan menyimpan data. Dalam penelitian ini menggunakan thingspeak.com seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.17



Gambar2.17 Tampilan Thingspeak.

4) Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah Rata-rata Kesalahan kuadrat diantara nilai aktual dan nilai peramalan. Metode *Mean Squared Error* secara umum digunakan untuk mengecek estimasi berapa nilai kesalahan pada peramalan. Nilai *Mean Squared Error* yang rendah atau nilai *mean squared error* mendekati Nol menunjukkan bahwa hasil peramalan sesuai dengan data aktual dan bisa dijadikan untuk perhitungan peramalan di periode mendatang. Metode *Mean Squared Error* biasanya digunakan untuk mengevaluasi metode pengukuran dengan model regresi atau model peramalan seperti *Moving Average*, *Weighted Moving Average* dan *Analisis Trendline*[43]

Cara menghitung *Mean Squared Error (MSE)* adalah melakukan pengurangan nilai data aktual dengan data peramalan dan hasilnya dikuadratkan (*squared*) kemudian dijumlahkan secara keseluruhan dan membaginya dengan banyaknya data yang ada. *Mean Squared Error (MSE)* ditulis seperti persamaan (2.13)[43]:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad \dots (2.13)$$

dengan:

A_t = Nilai Aktual permintaan

F_t = Nilai hasil peramalan

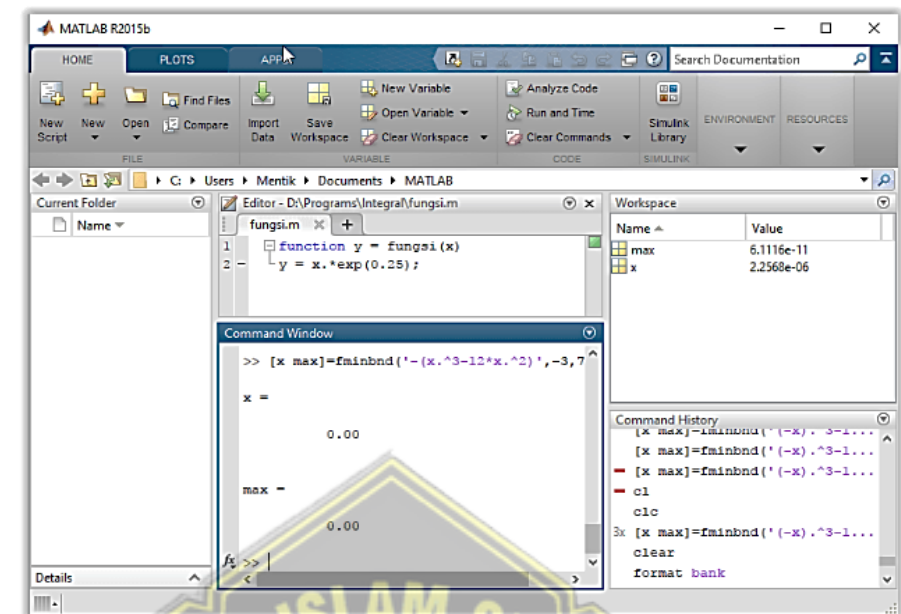
n = banyaknya data

5) MATLAB

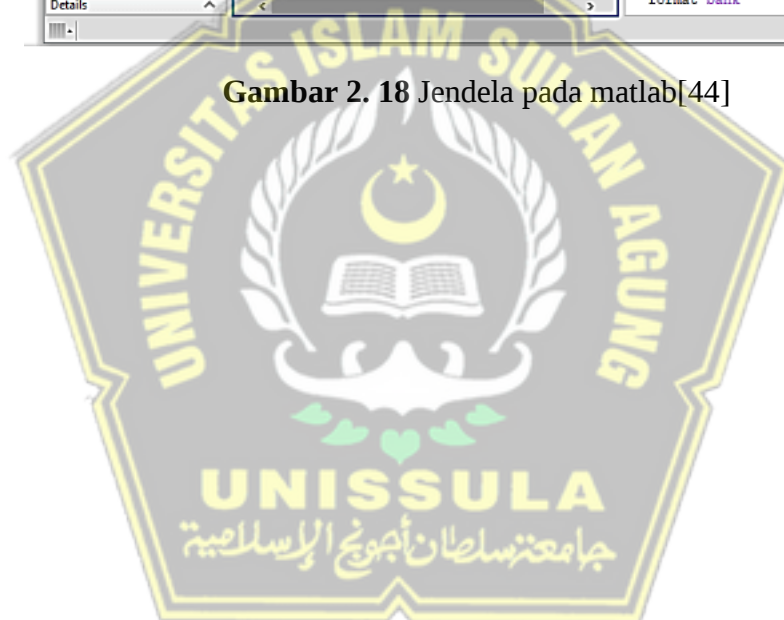
MATLAB merupakan kependekan dari *MATrix LABoratory* dikarenakan setiap data pada MATLAB menggunakan dasar *matriks*. MATLAB adalah bahasa pemrograman tinggi, tertutup, dan *case sensitive* dalam lingkungan komputasi *numerik* yang dikembangkan oleh MathWorks. Salah satu kelebihan yang paling populer adalah kemampuan membuat grafik dengan visualisasi terbaik[44].

MATLAB mempunyai banyak *tools* yang dapat membantu berbagai disiplin ilmu. Ini merupakan salah satu penyebab industri menggunakan MATLAB. Selain itu MATLAB mempunyai banyak *library* yang sangat membantu untuk menyelesaikan permasalahan matematika seperti membuat simulasi fungsi, pemodelan matematika dan perancangan GUI.

MATLAB digunakan oleh kalangan pelajar, teknisi, peneliti di *universitas*, institusi penelitian, maupun Industri sebagai alat yang membantu melakukan komputasi matematis untuk berbagai keperluan. MATLAB biasanya digunakan untuk penelitian, pengembangan sistem, dan desain sistem. Berbeda dengan bahasa pemrograman lainnya, MATLAB merupakan bahasa pemrograman tertutup. Sehingga, kompilasi program MATLAB harus menggunakan *software* MATLAB yang dikembangkan oleh MathWorks. Selain itu, MATLAB juga mendukung pemrograman interpretatif untuk melakukan sejumlah instruksi secara langsung melalui *CLI (command line interface)* seperti Gambar 2.18 [44].



Gambar 2. 18 Jendela pada matlab[44]

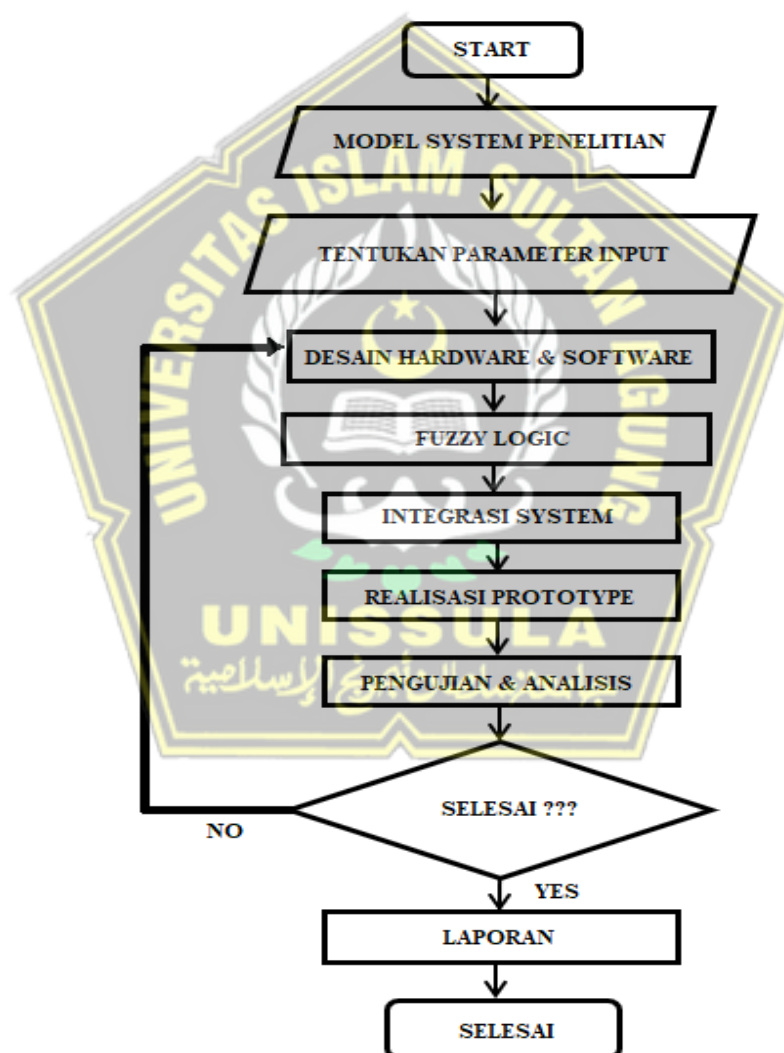


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

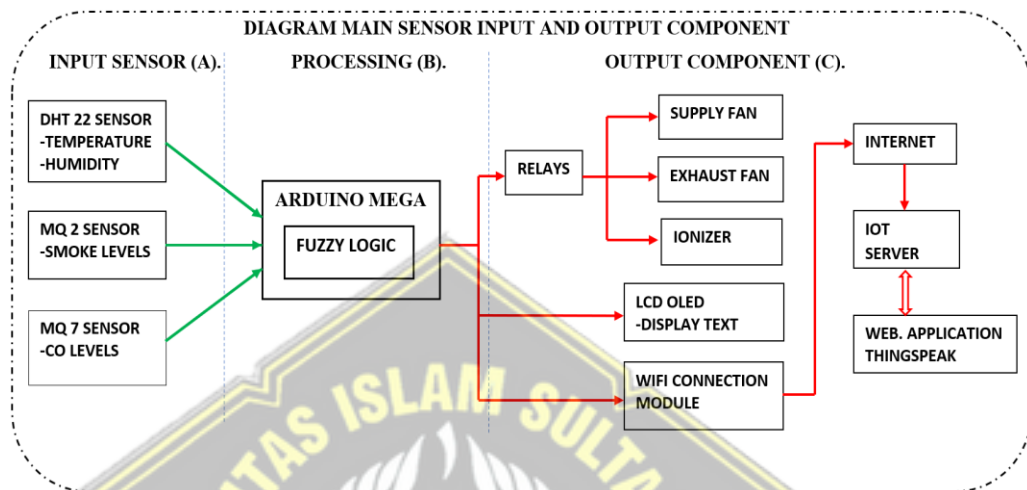
Flow chart yang berlaku dalam proses penelitian dan pembuatan *smart smoking room* berbasis logika Fuzzy ini, ditunjukkan pada Gambar 3.1. *Flow chart* ini digunakan untuk mempermudah dalam tatanan dan urutan pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.1. *Flow chart* Penelitian.

3.2 Model Sistem Penelitian

Model sistem penelitian ini berupa perancangan *prototype smart smoking room* berbasis logika Fuzzy seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Model Sistem Penelitian.

Temperature, humidity, kadar CO dan kadar asap sebagai parameter input untuk diolah dalam board Microcontroller Arduino Mega menggunakan logika Fuzzy, operasi fuzzy ini menghasilkan nilai output untuk mengendalikan duration time supply fan, exhaust fan, ionizer. Data prototype ditampilkan dalam displays text LCD OLED dan web Thingspeak.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Komponen yang diperlukan untuk perancangan *smart smooking room* berbasis logika fuzzy antara lain yaitu:

- 1) Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol / pengendali *actuator*.
- 2) ESP 8266 - 01 sebagai *wifi connection modul* yaitu perantara *transfer* data dari Arduino Mega ke *Thingspeak*
- 3) LCD OLED sebagai *display text* untuk menampilkan *data input* dan *output*
- 4) Sensor MQ-2 sebagai pembaca nilai kadar asap dalam ruang merokok (satuan ppm).

- 5) Sensor MQ-7 sebagai pembaca nilai kadar CO (satuan ppm).
- 6) *Fan* sebagai pengatur sirkulasi udara dari luar ke dalam (*supply fan*) dan sirkulasi udara dari dalam ke luar (*exhaust fan*).
- 7) *Relay* sebagai fungsi saklar untuk *fan* dan *ionizer*.
- 8) *Ionizer* sebagai pengurai molekul udara menjadi *ion negative*.
- 9) *Step down* LM2596 sebagai sumber tegangan Arduino Mega.
- 10) Simulasi ruangan bahan akrilik sebagai media simulasi ruangan merokok.
- 11) Rokok dan vape sebagai media asap untuk pengujian alat.
- 12) Laptop sebagai alat mengetik pembuatan *coding program* dan laporan penelitian.

3.4 Parameter Input dan Logika Fuzzy

Penentuan parameter dalam pelaksanaan perancangan *smart smoking room* diperlukan sebagai pedoman awal *input* logika Fuzzy. Parameter *input* terdiri dari *temperature*, *humidity*, kadar CO dan kadar asap. Hasil akhir dari logika Fuzzy terdapat *supply fan*, *exhaust fan* berfungsi untuk mempercepat sirkulasi udara dalam ruang, dan *ionizer* sebagai pembersih udara. Kontrol fuzzy berfungsi untuk menjaga udara ruangan merokok tetap berada pada batas kesehatan. Adapun parameter ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Fuzzy Parameter Input – Output

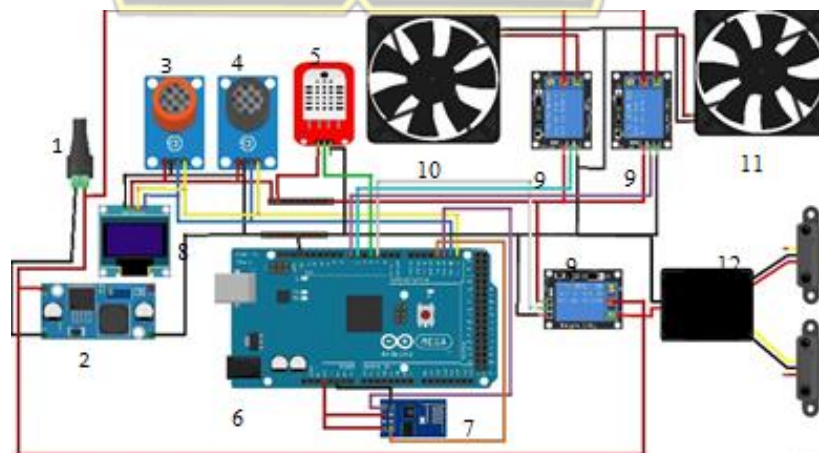
No	Parameter	Nilai
1	Kadar CO	CO 7-10 ppm sebagai <i>light zone</i> , kadar CO 11-20 ppm sebagai <i>heavy zone</i> dan kadar CO >20 ppm sebagai <i>dangerous zone</i> [45]
2	Kadar Asap	<i>Range</i> 10-1000 ppm[46]
3	Kadar Suhu	Bila suhu udara > 28 °C perlu menggunakan AC. Bila suhu udara luar < 18 °C perlu menggunakan pemanas ruang.[47]
4	Kadar kelembaban	kelembaban udara ruang kerja > 60 % perlu

No	Parameter	Nilai
	Udara	menggunakan alat <i>dehumidifier</i> . kelembaban udara ruang kerja < 40 % perlu menggunakan <i>humidifier</i> [47]
5	<i>Supply fan</i>	<i>Fan</i> menyala berdasarkan pengujian dengan rentang waktu 0 sampai 10 detik[48]
6	<i>Exhaust fan</i>	<i>Fan</i> menyala berdasarkan pengujian dengan rentang waktu 0 sampai 10 detik[48]
7	<i>Ionizer</i>	<i>Ionizer</i> menyala berdasarkan pengujian dengan rentang waktu 0 sampai 11detik[10]

Untuk mendapatkan ruangan yang diharapkan seperti Tabel 3.1. Sensor DHT 22 membaca suhu dan kelembaban ruangan. Jika suhu naik karena ada orang yang merokok dalam ruangan, maka *ionizer* akan bekerja mengurai partikel rokok menjadi *ion negative* dan *supply fan* akan mengatur sirkulasi udara bersih masuk ke ruangan serta *exhaust fan* akan menghisap udara kotor dari ruangan sehingga kondisi dalam ruangan merokok kembali baik.

3.5 Desain Hardware

Desain hardware perancangan *prototype smart smoking room* dengan logika fuzzy ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Desain Hardware

Nama komponen sesuai Gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. <i>Adaptor</i> 12 V | 7. ESP 01 |
| 2. <i>Step down</i> L2596 | 8. LCD Oled |
| 3. DT Sense MQ7 | 9. <i>Relay</i> |
| 4. DT Sense MQ2 | 10. <i>Supply fan</i> |
| 5. DHT 22 | 11. <i>Exhaust fan</i> |
| 6. Arduino Mega | 12. <i>Ionizer</i> |

Sensor DHT22, MQ-2, dan MQ7 merupakan *input* kontrol, *data input* diolah menggunakan logika Fuzzy didalam *program* Arduino IDE sehingga akan menghasilkan *durasi time* untuk *supply fan*, *exhaust fan* dan *ionizer* bekerja. *Data input* dan *output* dikirimkan ke *Thingspeak* sebagai *monitoring* dan penyimpanan data guna penelitian berikutnya.

Adapun *system* pengkabelan (*wiring diagram*) untuk *prototype* ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. *Wiring Diagram*

No.	Pin Arduino Mega 2560	Koneksi
1	Pin SDA	Pin SDA MQ2, SDA MQ7, SDA LCD OLED
2	Pin SCL	Pin SCL MQ2, SDA MQ7, SDA LCD OLED
3	Pin 4 <i>digital</i>	Data DHT22
4	Pin 3 <i>digital</i>	IN 1 <i>Relay (ionizer)</i>
5	Pin 5 & 6 <i>digital</i>	<i>Fan input</i>
6	Pin 7 & 8	Pin RT dan RX ESP8266-01
7	Pin 9 & 10 <i>digital</i>	<i>Fan output</i>
8	Pin 5V	VCC DHT 22, VCC MQ2, VCC MQ7, VCC LCD OLED, VCC <i>Relay</i>
9	Pin GND	GND DHT 22, GND MQ 2, GND MQ7, GND RTC, GND LCD OLED dan GND <i>Relay</i> , GND ESP 8266-01

No.	Pin Arduino Mega 2560	Koneksi
10	Pin 3,3V	Pin 3,3V & EN

Berdasarkan *wiring* pada Tabel 3.2 rangkaian kabel diatur dalam ruangan simulasi *smart smooking room* berukuran 60 cm (P) x 40 cm (L) x 50 cm (T) ditunjukan pada Gambar 3.4.

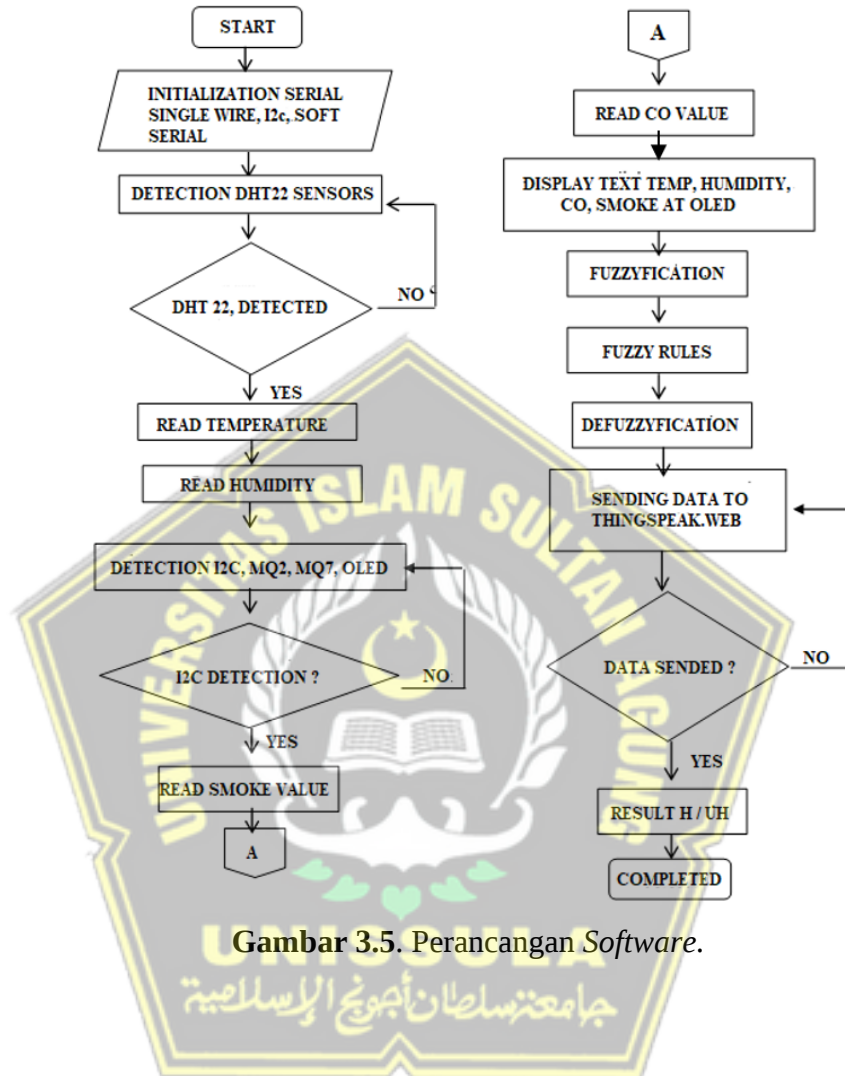


Gambar 3.4. Model fisik Smart Smooking Room.

3.6 Desain Software

Desain software digunakan untuk menjelaskan alur dari program Arduino IDE. Program dimulai dengan *inisialisasi library* dan pin yang digunakan untuk menghubungkan Arduino Mega dengan MQ2, MQ7, DHT22, LCD OLED dan *ionizer*. Setelah inisialisasi, *board* membaca nilai suhu, kelembaban, kadar asap dan kadar CO. Nilai input yang terbaca dikonversi dengan melakukan proses fuzzifikasi. *Rules fuzzy* digunakan untuk mendapatkan nilai *alfa predicate*, nilai *min* dan *max* dalam fuzzy. Setelah itu diperoleh nilai *output* dengan melakukan proses defuzzifikasi. Nilai output *supply fan*, *exhaust fan* dan *ionizer* menyala untuk ditampilkan dalam LCD

Oled dan dikirim ke Thingspeak. Diagram alir perancangan program ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5. Perancangan Software.

Flowchart control Fuzzy ditunjukkan pada Gambar 3.5. Data input asap, CO dan output LCD Oled dihubungkan dengan komunikasi serial I²C. Data input suhu, kelembaban, kadar asap dan kadar CO diperoleh dalam bentuk *crisp* (bilangan tegas). Setelah diperoleh data input, control fuzzy akan mengolahnya dengan membuat fuzzifikasi, rule fuzzy dan defuzzifikasi guna mendapatkan nilai output *crisp* untuk duration time supply fan, exhaust fan dan ionizer aktif. Data *crisp* input dan output akan ditampilkan di LCD Oled dan web untuk dapat diolah dengan perbandingan analysis Fuzzy Matlab.

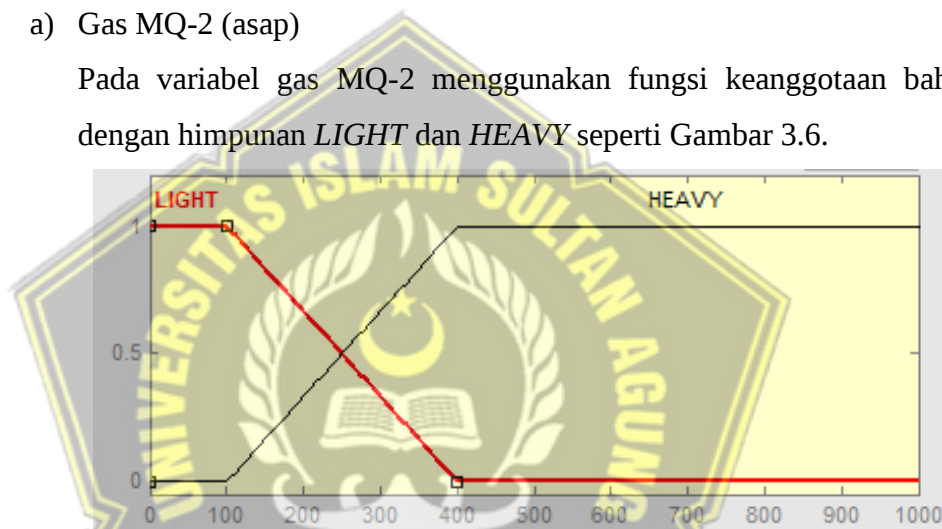
3.7 Fuzzy Logic

Sub-system fuzzifikasi memproses data input yang didapat ketika melakukan *sensing*, guna menentukan berapa lama *duration time supply fan*, *exhaust fan* dan *ionizer* aktif sesuai logika Fuzzy. Maka proses yang dilakukan adalah:

- 1) Fuzzifikasi, yaitu mengubah nilai *crisp* input dan output menjadi fuzzy *input* dan *output* menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan. Adapun himpunan *input* dan *output* fuzzy adalah sebagai berikut:

- a) Gas MQ-2 (asap)

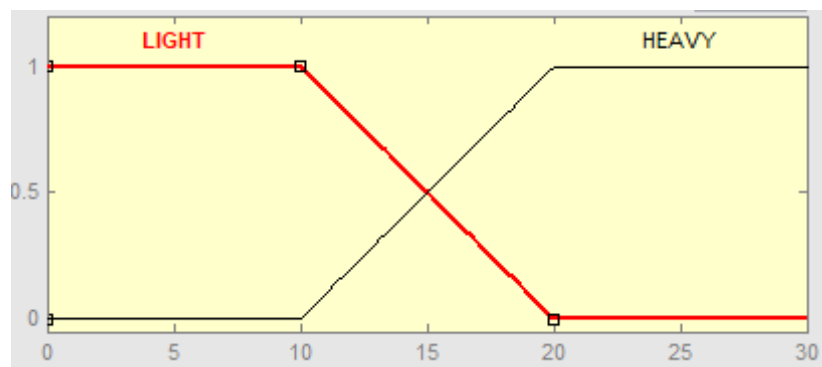
Pada variabel gas MQ-2 menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *LIGHT* dan *HEAVY* seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Gas MQ-2

- b) Gas MQ-7 (CO)

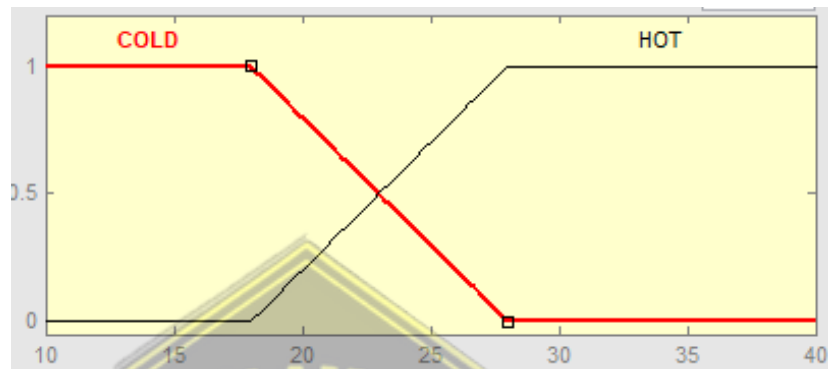
Pada variabel gas MQ-7 menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *LIGHT* dan *HEAVY* seperti Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Gas MQ-7

c) Suhu

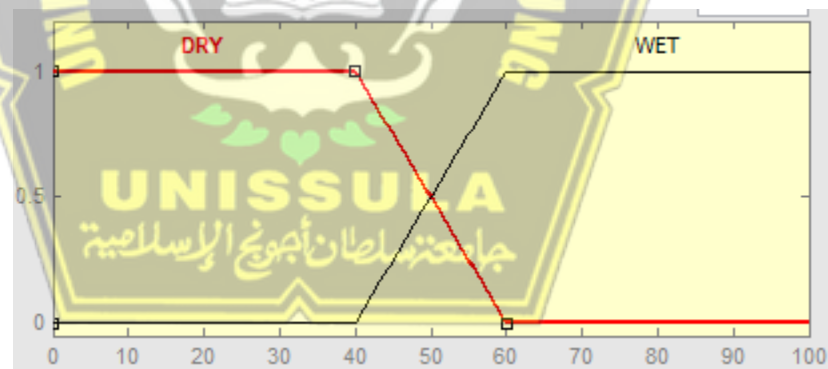
Pada variabel suhu menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *COLD*, dan *HOT* seperti Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan suhu

d) Kelembaban udara

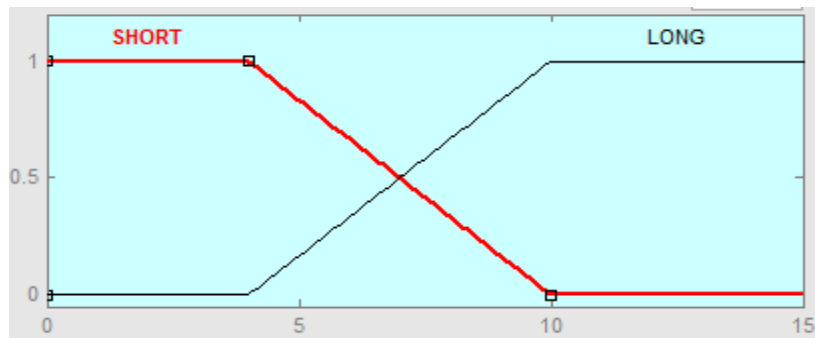
Pada variabel kelembaban udara menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *DRY* dan *WET* seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan kelembaban udara

e) Supply fan

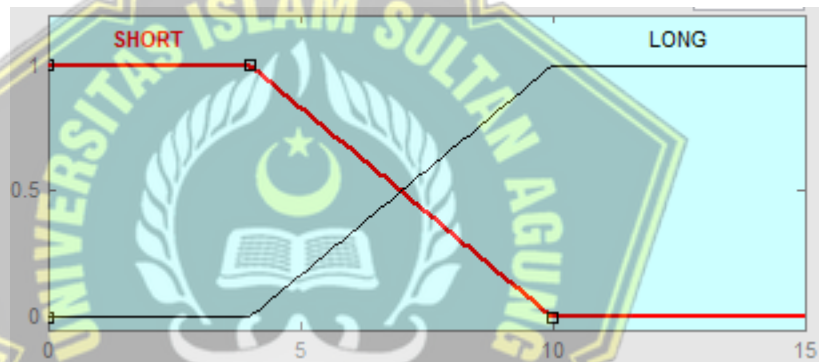
Pada variabel *supply fan* menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *SHORT* dan *LONG* seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Fungsi Keanggotaan *Supply fan*

f) *Exhaust fan*

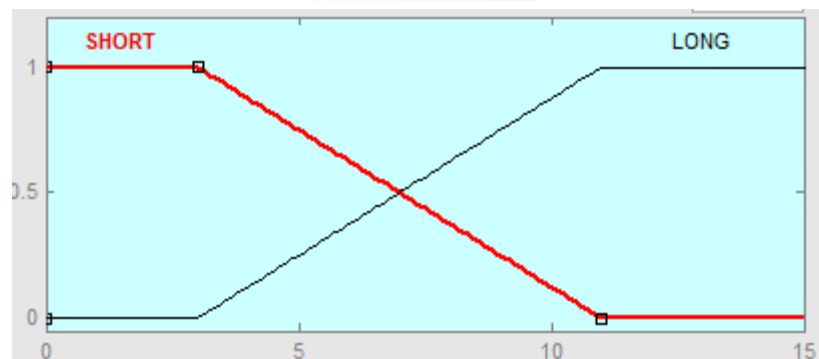
Pada variabel *exhaust fan* menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *SHORT* dan *LONG* seperti Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Fungsi Keanggotaan *Exhaust fan*

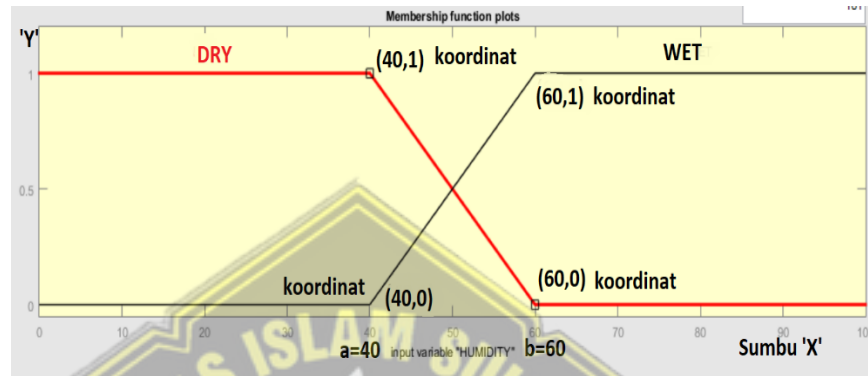
g) *Ionizer nyala*

Pada variabel lama *ionizer nyala* menggunakan fungsi keanggotaan bahu dengan himpunan *SHORT* dan *LONG* seperti Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Fungsi Keanggotaan *Ionizer nyala*

- h) Persamaan dasar yang berlaku untuk seluruh parameter diatas yaitu dengan *domain* TURUN dan *domain* NAIK, persamaan yang berlaku dengan mengambil contoh dari keanggotaan kelembaban udara dimana $a = 40\%$ dan $b = 60\%$. ditunjukan Gambar 3.13



Gambar 3.13. Persamaan dasar Domain Naik dan Turun

Persamaan garis untuk domain Turun (DRY) dari kordinat

(40,1) ke koordinat (60,0) adalah sebagai berikut:

Nilai $x_1(40)$, $x_2(60)$, $y_1(1)$, $y_2(0)$; maka persamaan yang berlaku yaitu:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

$$\frac{x - 40}{60 - 40} = \frac{y - 1}{0 - 1}$$

$$\frac{x - 40}{60 - 40} = \frac{(y - 0)}{(-1)}$$

$$(-1) \times (x - 40) = (y - 0) \times (60 - 40)$$

$$(40 - x) = \{y(60 - 40) - (60 + 40)\}$$

$$(40 - x + 60 - 40) = y(60 - 40)$$

$$(60 - x) = y(60 - 40)$$

$$y = \frac{(60 - x)}{(60 - 40)}$$

Maka diperoleh persamaan untuk domain Naik (y) adalah $\mu(x)$ DRY:

$$\mu(x)_{DRY} = \frac{(60 - x)}{(60 - 40)}$$

$$\text{Maka untuk } \mu(x)_{DRY} = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ \frac{b-x}{b-a}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 0; & x \geq 60 \end{cases}$$

Persamaan garis untuk *domain* Naik (WET) dari koordinat (40,0) ke koordinat (60,1) adalah sebagai berikut:

Nilai $x_1(40)$, $x_2(60)$, $y_1(0)$, $y_2(1)$; maka persamaan yang berlaku yaitu:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

$$\frac{x - 40}{60 - 40} = \frac{y - 0}{1 - 0}$$

$$\frac{x - 40}{60 - 40} = \frac{y}{1}$$

$$(x - 40) = y(60 - 40)$$

$$y = \frac{(x - 40)}{(60 - 40)}$$

Maka diperoleh persamaan untuk domain Naik (y) adalah $\mu(x)$ WET:

$$\mu(x)_{WET} = \frac{(x - 40)}{(60 - 40)}$$

$$\text{Maka untuk } \mu(x)_{WET} = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{b-x}{b-a}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

2) Pembentukan Rules Fuzzy

Fuzzy Rules yang digunakan pada *prototype smart smoking room* ini ditunjukkan pada Tabel 3.3:

Tabel 3.3 FUZZY RULES

RULE	INPUT				OUTPUT		
	Temperature (IF)	Humidity (AND)	CO (AND)	Smoke (AND)	Supply (THEN)	Exhaust (AND)	Ionizer (AND)
1	Cold	Dry	Light	Light	Short	Short	Short
2	Cold	Dry	Light	Heavy	Short	Long	Long
3	Cold	Dry	Heavy	Light	Short	Long	Long
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	Long	Long	Long
5	Cold	Wet	Light	Light	Short	Short	Short

RULE	INPUT				OUTPUT		
	Temperature (IF)	Humidity (AND)	CO (AND)	Smoke (AND)	Supply (THEN)	Exhaust (AND)	Ionizer (AND)
6	Cold	Wet	Light	Heavy	Short	Long	Long
7	Cold	Wet	Heavy	Light	Short	Long	Long
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	Long	Long	Long
9	Hot	Dry	Light	Light	Long	Short	Short
10	Hot	Dry	Light	Heavy	Long	Long	Long
11	Hot	Dry	Heavy	Light	Long	Long	Long
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	Long	Long	Long
13	Hot	Wet	Light	Light	Long	Short	Short
14	Hot	Wet	Light	Heavy	Long	Long	Long
15	Hot	Wet	Heavy	Light	Long	Long	Long
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	Long	Long	Long

3) Mesin Inferensi

Proses pembentukan dengan mengikuti *Rules* menggunakan fungsi MIN untuk setiap aturan sehingga akan diperoleh nilai *alpha predicate* (α) dan komposisi antar *rules* menggunakan fungsi MAX untuk menghasilkan himpunan fuzzy baru.

Sistem inferensi fuzzy dapat mengambil input fuzzy atau *crisp*, tetapi outputnya berupa himpunan fuzzy. Pada tahap ini adalah mencari α predikat dari hasil fuzzyfikasi untuk digunakan pada fungsi MIN dari hasil pembacaan sensor (Tabel 3.4.)

Tabel 3.4 Pembacaan Sensor

No	Suhu (°C)	RH (%)	Kadar Asap	Kadar CO (ppm)
		Humidity	(ppm)	
1	32,9	51	245	7
2	33,2	51	246	8
3	33,7	50	249	7

Dari pembacaan sensor Tabel 3.4 secara matematis dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

a. Suhu

Berdasarkan Gambar 3.8 tentang fungsi keanggotaan suhu, maka angka 32,9 °C, 33,2°C, dan 33,7°C berada pada himpunan *Hot* dengan α predikat =1, sedangkan pada suhu *Cold* adalah 0 dengan melihat persamaan berikut

$$\mu_{Suhu\ Hot}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 18 \\ \frac{x - 18}{28 - 18}; & 18 \leq x < 28 \\ 1; & x \geq 28 \end{cases}$$

b. Kelembaban

Nilai kelembaban 51 dan 50 berdasarkan gambar 3.9 berada pada keanggotaan *Dry* dan *Wet* dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Kelembaban\ Dry}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ \frac{60 - x}{60 - 40}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 0; & x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Kelembaban\ Wet}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{x - 40}{60 - 40}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

Sehingga Kelembaban 51%

$$\mu_{Kelembaban\ Dry} = (60-51)/(60-40) = 0,45$$

$$\mu_{Kelembaban\ Wet} = (51-40)/(60-40) = 0,55$$

Pada kelembaban 50 % diperoleh

$$\mu_{Kelembaban\ Dry} = (60-50)/(60-40) = 0,5$$

$$\mu_{Kelembaban\ Wet} = (50-40)/(60-40) = 0,5$$

c. Kadar Asap

Kadar asap 245, 246 dan 249 berdasarkan gambar 3.6 berada pada keanggotaan *Light* dan *Heavy* dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Asap - Light}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{400 - x}{400 - 100}; & 100 \leq x \leq 400 \\ 0; & x \geq 400 \end{cases}$$

$$\mu_{Asap - Heavy}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 100 \\ \frac{x - 100}{400 - 100}; & 100 \leq x \leq 400 \\ 1; & x \geq 400 \end{cases}$$

Sehingga kadar asap 245 diperoleh

$$\mu_{Asap - Light} = (400 - 245) / (400 - 100) = 0,52 \text{ dan}$$

$$\mu_{Asap - Heavy} = (245 - 100) / (400 - 100) = 0,48$$

Pada kadar Asap 246 diperoleh

$$\mu_{Asap - Light} = (400 - 246) / (400 - 100) = 0,51 \text{ dan}$$

$$\mu_{Asap - Heavy} = (246 - 100) / (400 - 100) = 0,49$$

Pada kadar Asap 249 diperoleh

$$\mu_{Asap - Light} = (400 - 249) / (400 - 100) = 0,503 \text{ dan}$$

$$\mu_{Asap - Heavy} = (249 - 100) / (400 - 100) = 0,496$$

d. Kadar CO

Kadar CO 7 dan 8 berdasarkan gambar 3.7 berada pada keanggotaan *Light* dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{CO - Light}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{20 - x}{20 - 10}; & 10 \leq x \leq 20 \\ 0; & x \geq 20 \end{cases}$$

Sehingga kadar CO 7 diperoleh

$\mu_{CO- Light} = 1$ dan

$\mu_{CO- Heavy} = 0$

Pada kadar CO 8 diperoleh

$\mu_{CO- Light} = 1$ dan

$\mu_{CO- Heavy} = 0$

Berdasarkan pembacaan Tabel 3.4 No 1 diperoleh suhu *hot*, kelembaban udara *dry* dan *wet*, asap *light* dan *heavy* serta kadar CO *light*. Maka Fuzzy Rules base yang dipakai adalah R9, R10, R13 dan R14 dengan rincian sebagai berikut:

R9 : IF suhu *hot* and kelembaban *dry* and kadar asap *light* and kadar CO *light* Then supply fan long and exhaust fan short and ionizer short.

Sedangkan α predikat R9 adalah

$$\begin{aligned}\alpha \text{ predikat R9} &= \mu_{hot} \cap \mu_{dry} \cap \mu_{light} \cap \mu_{light} \\ &= \min (\mu_{hot}[32,9], \mu_{dry}[51], \mu_{light}[245], \mu_{light}[7]) \\ &= \min (1; 0,45; 0,52; 1) \\ &= 0,45\end{aligned}$$

Nilai z1 dengan melihat fungsi keanggotaan supply fan long and exhaust fan short and nyala ionizer short

Pada fungsi keanggotaan supply fan long z1

$$0,45 = (z1-4)/(10-4)$$

$$0,45 = (z1-4) / 6$$

$$Z1 = 0,45*6 + 4$$

$$= 6,7$$

Pada fungsi keanggotaan exhaust fan short diperoleh z1

$$0,45 = (10-z1)/(10-4)$$

$$0,45 = (10-z1) / 6$$

$$Z1 = 10-(0,45*6)$$

$$= 7,3$$

Pada fungsi keanggotaan *ionizer short* diperoleh z_1

$$0,45 = (11 - z_1) / (11 - 3)$$

$$0,45 = (11 - z_1) / (8)$$

$$Z_1 = 11 - (0,45 \cdot 8)$$

$$= 7,4$$

Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan baru:

$$\mu_{1 \text{ supply fan long}} = \begin{cases} 0 & ; z \leq 4 \\ 0,45 & ; 4 < z \leq 7,3 \\ \frac{z - 4}{6} & ; 7,3 < z \leq 10 \\ 1 & ; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{1 \text{ exhaust fan short}} = \begin{cases} 1 & ; z \leq 4 \\ \frac{10 - z}{6} & ; 4 < z \leq 7,3 \\ 0,45 & ; 7,3 < z \leq 10 \\ 0 & ; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{1 \text{ ionizer short}} = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq z \leq 3 \\ 0,45 & ; 3 < z \leq 7,85 \\ \frac{11 - z}{8} & ; 7,4 < z \leq 11 \\ 0 & ; z \geq 11 \end{cases}$$

R10: IF suhu *hot* and kelembaban *dry* and kadar asap *heavy* and kadar CO *light* then supply fan long and exhaust fan long and ionizer long.

Sedangkan α predikat R10 adalah

$$\alpha \text{ predikat R10} = \min (\mu_{hot} \cap \mu_{dry} \cap \mu_{heavy} \cap \mu_{light})$$

$$= \min (\mu_{hot}[32,9], \mu_{dry}[51], \mu_{heavy}[245], \mu_{light}[7])$$

$$= \min (1; 0,45; 0,48; 1)$$

$$= 0,45$$

Nilai z_2 dengan melihat fungsi keanggotaan *supply fan long and exhaust fan long and ionizer long*

Pada fungsi keanggotaan *supply fan long, exhaust fan long* diperoleh z_2

$$0,45 = (z_2 - 4) / (10 - 4)$$

$$0,45 = (z_2 - 4) / 6$$

$$Z_2 = 0,45 * 6 + 4$$

$$= 6,7$$

Pada fungsi keanggotaan *ionizer long* diperoleh z_2

$$0,45 = (z_2 - 3) / (11 - 3)$$

$$0,45 = (z_2 - 3) / 8$$

$$Z_2 = 0,45 * 8 + 3$$

$$= 6,6$$

Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan baru:

$$\mu_{2 \text{ supply fan long}} = \begin{cases} 0; z \leq 4 \\ 0,45; 4 < z \leq 6,7 \\ \frac{z - 4}{6}; 6,7 < z \leq 10 \\ 1; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{2 \text{ exhaust fan long}} = \begin{cases} 0; z \leq 4 \\ 0,45; 4 < z \leq 6,7 \\ \frac{z - 4}{6}; 6,7 < z \leq 10 \\ 1; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{2 \text{ ionizer long}} = \begin{cases} 0; z \leq 3 \\ 0,45; 3 < z \leq 6,6 \\ \frac{z - 3}{8}; 6,6 < z \leq 11 \\ 1; z \geq 11 \end{cases}$$

R13 : *IF suhu hot and kelembaban wet and kadar asap light and kadar CO light then supply fan long and exhaust fan short and ionizer short.*

Sedangkan α predikat R13 adalah

$$\begin{aligned}\alpha \text{ predikat13} &= \min (\mu_{hot} \cap \mu_{wet} \cap \mu_{light} \cap \mu_{light}) \\ &= \min (\mu_{hot}[32,9], \mu_{wet}[51], \mu_{light}[245], \mu_{light}[7]) \\ &= \min (1; 0,55; 0,52; 1) \\ &= 0,52\end{aligned}$$

Nilai z_3 dengan melihat fungsi keanggotaan *supply fan long and exhaust fan short and ionizer short*.

Pada fungsi keanggotaan *supply fan long* diperoleh z_3

$$0,52 = (z_3 - 4) / (10 - 4)$$

$$0,52 = (z_3 - 4) / 6$$

$$Z_3 = 0,52 * 6 + 4$$

$$= 7,12$$

Pada fungsi keanggotaan *exhaust fan short* diperoleh z_3

$$0,52 = (10 - z_3) / (10 - 4)$$

$$0,52 = (10 - z_3) / 6$$

$$Z_3 = 10 - (0,52 * 6)$$

$$= 6,88$$

Pada fungsi keanggotaan *ionizer short* diperoleh z_3

$$0,52 = (11 - z_3) / (11 - 3)$$

$$0,52 = (11 - z_3) / (8)$$

$$Z_3 = 11 - (0,52 * 8)$$

$$= 6,84$$

Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan baru:

$$\mu_{3 \text{ supply fan long}} = \begin{cases} 0; z \leq 4 \\ 0,52; 4 < z \leq 7,12 \\ \frac{z-4}{6}; 7,12 < z \leq 10 \\ 1; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{3 \text{ exhaust fan short}} = \begin{cases} 1; z \leq 4 \\ \frac{10-z}{6}; 4 < z \leq 6,88 \\ 0,52; 6,88 < z \leq 10 \\ 0; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{3 \text{ ionizer short}} = \begin{cases} 1; 0 \leq z \leq 3 \\ 0,52; 3 < z \leq 6,84 \\ \frac{11-z}{8}; 6,84 < z \leq 11 \\ 0; z \geq 11 \end{cases}$$

R14 : IF suhu hot and kelembaban wet and kadar asap heavy and kadar CO light then supply fan long and exhaust fan long and ionizer long. Sedangkan α predikat R14 adalah

$$\begin{aligned} \alpha \text{ predikat}_{14} &= \min(\mu_{\text{hot}} \cap \mu_{\text{wet}} \cap \mu_{\text{heavy}} \cap \mu_{\text{light}}) \\ &= \min(\mu_{\text{hot}}[32,9], \mu_{\text{wet}}[51], \mu_{\text{heavy}}[245], \mu_{\text{heavy}}[7]) \\ &= \min(1; 0,55; 0,48; 1) \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

Nilai z_4 dengan melihat fungsi keanggotaan supply fan long and exhaust fan long and ionizer long. Pada fungsi keanggotaan diperoleh z_4 .

$$0,48 = (z_4 - 4) / (10 - 4)$$

$$0,48 = (z_4 - 4) / 6$$

$$Z_4 = 0,48 * 6 + 4$$

$$= 6,88$$

Pada fungsi keanggotaan ionizer long diperoleh z_4

$$0,48 = (z_4 - 3) / (11 - 3)$$

$$0,48 = (z_4 - 3) / 8$$

$$\begin{aligned}
 Z4 &= 0,48 \cdot 8 + 3 \\
 &= 6,84
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan baru:

$$\mu_{4 \text{ supply fan long}} = \begin{cases} 0; z \leq 4 \\ 0,48; 4 < z \leq 6,88 \\ \frac{z-4}{6}; 6,88 < z \leq 10 \\ 1; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{4 \text{ exhaust fan long}} = \begin{cases} 0; z \leq 4 \\ 0,48; 4 < z \leq 6,88 \\ \frac{z-4}{6}; 6,88 < z \leq 10 \\ 1; z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{4 \text{ ionizer long}} = \begin{cases} 0; z \leq 3 \\ 0,48; 3 < z \leq 6,84 \\ \frac{z-3}{8}; 6,84 < z \leq 11 \\ 1; z \geq 11 \end{cases}$$

4) Defuzzifikasi

Langkah mencari nilai output yang merupakan nilai *crisp(z)* yang disebut proses defuzzifikasi menggunakan metode *centroid*. Dalam Hasil fuzzifikasi membandingkan antara hasil pengukuran menggunakan Arduino IDE dengan *analysis fuzzy Matlab*.

Adapun hasil dalam perhitungan Matlab dan penggunaan rumus di Arduino IDE mengikuti persamaan (2.10)[41]

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_i}{\sum \mu_i} \quad \dots (2.10)$$

Hasil defuzzifikasi dari perhitungan diatas adalah:

Z supply fan :

$$= \frac{\alpha \text{ predikat9} \times z1 + \alpha \text{ predikat10} \times z2 + \alpha \text{ predikat13} \times z3 + \alpha \text{ predikat14} \times z4}{\alpha \text{ predikat9} + \alpha \text{ predikat10} + \alpha \text{ predikat13} + \alpha \text{ predikat14}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,45 \times 6,7 + 0,45 \times 6,7 + 0,52 \times 7,12 + 0,48 \times 6,88}{0,45 + 0,45 + 0,52 + 0,48} \\
&= \frac{13,0348}{1,9} \\
&= 6,86
\end{aligned}$$

Z exhaust fan :

$$\begin{aligned}
&= \frac{\alpha \text{ predikat9} \times z1 + \alpha \text{ predikat10} \times z2 + \alpha \text{ predikat13} \times z3 + \alpha \text{ predikat14} \times z4}{\alpha \text{ predikat9} + \alpha \text{ predikat10} + \alpha \text{ predikat13} + \alpha \text{ predikat14}} \\
&= \frac{0,45 \times 7,3 + 0,45 \times 6,7 + 0,52 \times 6,88 + 0,48 \times 6,88}{0,45 + 0,45 + 0,52 + 0,48} \\
&= \frac{13,18}{1,9} \\
&= 6,93
\end{aligned}$$

Z ionizer :

$$\begin{aligned}
&= \frac{\alpha \text{ predikat9} \times z1 + \alpha \text{ predikat10} \times z2 + \alpha \text{ predikat13} \times z3 + \alpha \text{ predikat14} \times z4}{\alpha \text{ predikat9} + \alpha \text{ predikat10} + \alpha \text{ predikat13} + \alpha \text{ predikat14}} \\
&= \frac{0,45 \times 7,4 + 0,45 \times 6,6 + 0,52 \times 6,84 + 0,48 \times 6,84}{0,45 + 0,45 + 0,52 + 0,48} \\
&= \frac{13,14}{1,9} \\
&= 6,92
\end{aligned}$$

3.8. Hipotesis

Penerapan Logika Fuzzy pada *system monitoring smart smoking room* ini, diharapkan memiliki hasil penghitungan yang baik terhadap keempat *parameter input*, sehingga hasil kerja dari *prototype* untuk mengontrol kondisi kadar udara ruangan menjadi lebih cepat.

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Dasar

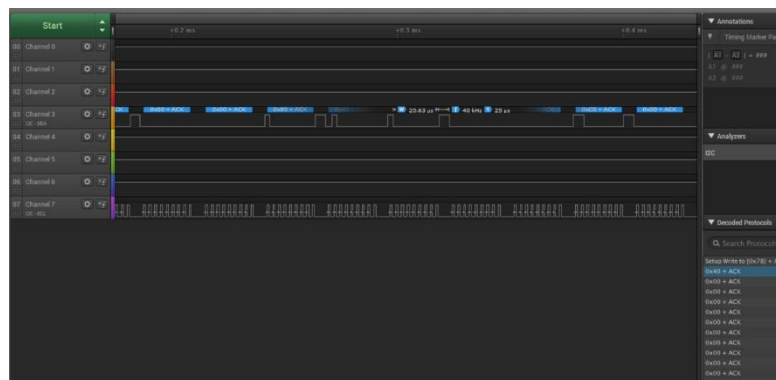
Pengujian dasar terhadap model *smart smoking room* dilakukan pada ketiga sensor dan program *Fuzzy Logic* dalam *board* Arduino Mega, hal ini dilakukan untuk memastikan komponen sensor dan *program board* pada *prototype* dapat bekerja dengan baik. Pengujian dasar yang dilakukan yaitu:

- 1) Pengujian terhadap sensor DHT22 dengan *Logic Analyzer*, ditunjukkan pada Gambar 4.1.

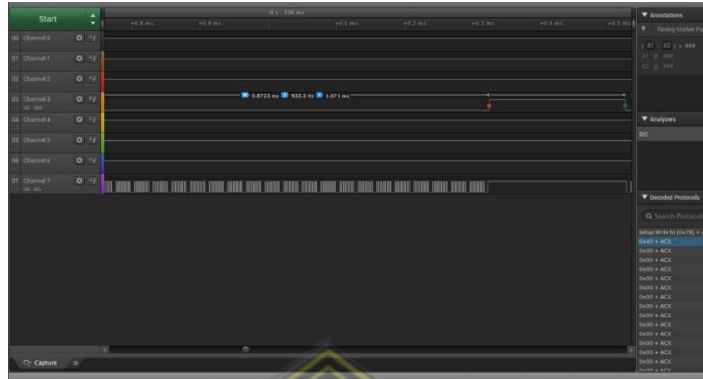


Gambar 4.1 Uji DHT 22 dengan Logic analyser

- 2) Hasil uji *Logic analyzer* untuk sensor MQ2 dan MQ 7 ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan 4.3 berikut:

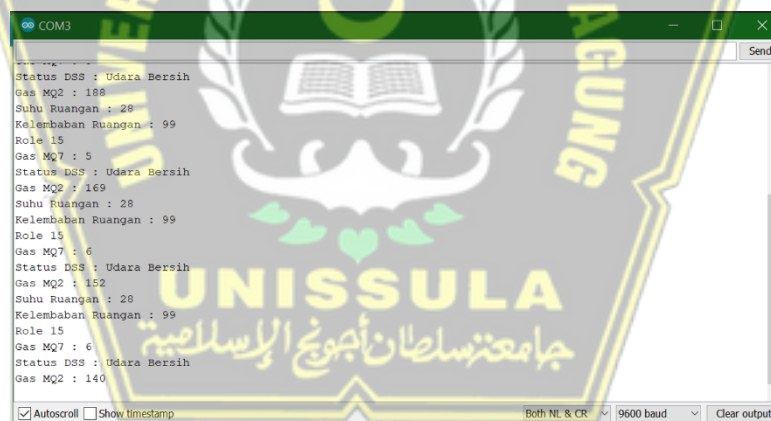


Gambar 4.2 Uji MQ 2 dengan *Logic analyzer*



Gambar 4.3 Uji MQ 7 dengan *Logic analyzer*

- 3) Pengujian dasar dilakukan untuk mengetahui nilai keluaran dari sensor DHT22, MQ 2 dan MQ7 pada Serial Monitor, ditunjukan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan serial monior input sensors

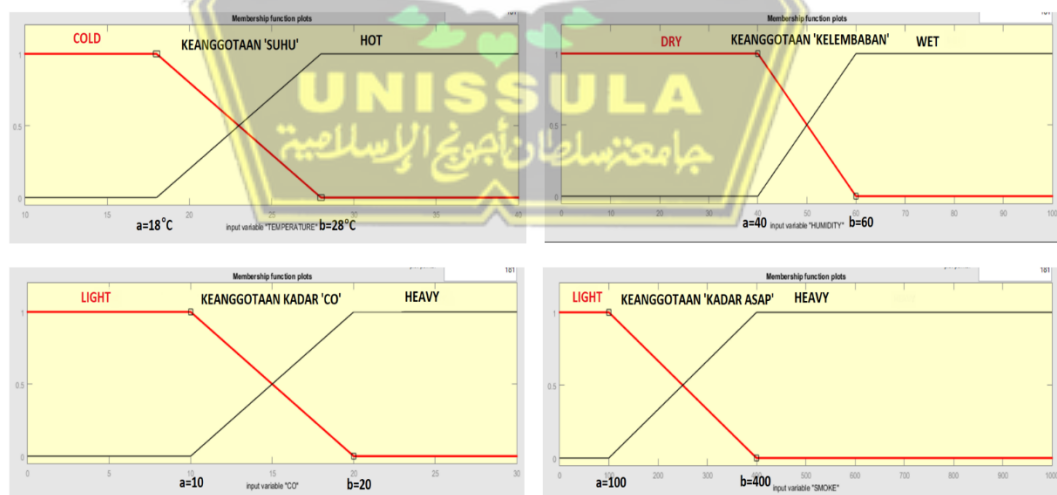
- 4) Pengujian kadar CO oleh sensor MQ7 dengan *Gas Detector*
 Hasil pengujian kadar CO oleh sensor MQ7 dengan *Portable Gas detector series Microclip XL, BW Technology* memiliki perbedaan nilai 1-3 ppm. Hasil pengujian ditunjukan pada Tabel 5.1.

Table 4.1. Uji sensor MQ7 dengan *Portable gas detector*

No	Sensor MQ7	Gas Detector	Diff value	No	Sensor MQ7	Gas Detector	Diff Value
1	9	7	2	16	5	7	2
2	8	7	1	17	6	5	1
3	8	8	0	18	7	6	1
4	11	8	3	19	5	7	2
5	12	10	2	20	5	6	1
6	10	7	3	21	7	7	0
7	8	6	2	22	7	8	1
8	6	7	1	23	7	7	0
9	6	7	1	24	11	11	0
10	6	8	2	25	9	8	1
11	8	10	2	26	10	10	0
12	6	7	1	27	9	10	1
13	6	8	2	28	8	11	3
14	6	8	2	29	8	10	2
15	9	7	2	30	9	10	1

4.2. Pengujian Perhitungan Manual

Fuzzy logic yang dipergunakan dalam *board system smart smoking room* mengacu pada keempat parameter input. Proses fuzzyfikasi terhadap keempat input parameter yaitu suhu, kelembaban, kadar CO dan asap, memiliki dua *variable* yaitu *variable* naik sesuai persamaan 2.1 dan *variable* turun sesuai persamaan 2.2. Keanggotaan fuzzy dari keempat parameter ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Keanggotaan Fuzzy untuk Suhu, Kelembaban, Kadar CO, Kadar asap

Penghitungan pengujian dilakukan terhadap keempat parameter input dengan memberikan nilai dengan *Low Range*, *Mid Range* dan *Hi Range*.

Low Range = suhu (20°C) kelembaban (42) kadar CO (12) kadar asap (120)

Mid Range = suhu (24°C) kelembaban (48) kadar CO (16) kadar asap (215)

Hi Range = suhu (27°C) kelembaban (58) kadar CO (19) kadar asap (360)

4.2.1. Perngujian I

Variable input fuzzyfikasi dengan masukan *Low Range* = suhu (20°C) kelembaban (42) kadar CO (12) kadar asap (120)

- 1) Keanggotaan suhu (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *COLD* – *HOT* dengan nilai $a = 18$; dan $b = 28$, pengujian dengan diberikan nilai suhu = 20°C.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *COLD* dan *HOT* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut

- $\mu(x)_{cold} = (b-x)/(b-a) = (28-20)/(28-18) = 0,8$
- $\mu(x)_{hot} = (x-a)/(b-a) = (20-18)/(28-18) = 0,2$

- 2) Keanggotaan kelembaban (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *DRY* – *WET* dengan nilai $a = 40$ dan $b = 60$, pengujian dengan diberikan kelembaban = 42.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *DRY* dan *WET* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x)_{dry} = (b-x)/(b-a) = (60-42)/(60-40) = 0,9$
- $\mu(x)_{wet} = (x-a)/(b-a) = (42-40)/(60-40) = 0,1$

- 3) Keanggotaan kadar CO (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *LIGHT* – *HEAVY* dengan nilai $a = 10$ dan $b = 20$, pengujian dengan diberikan kadar CO = 12. Maka nilai $\mu(x)$ untuk *LIGHT* dan *HEAVY* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x)_{light} = (b-x)/(b-a) = (20-12)/(20-10) = 0,8$
- $\mu(x)_{heavy} = (x-a)/(b-a) = (12-10)/(20-10) = 0,2$

4) Keanggotaan kadar asap (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *LIGHT – HEAVY* dengan nilai $a=100$ dan $b=400$, pengujian diberikan kadar asap 120.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *LIGHT – HEAVY* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ light} = (b-x)/(b-a) = (400-120)/(400-100) = 0,93$
- $\mu(x) \text{ heavy} = (x-a)/(b-a) = (120-100)/(400-100) = 0,06$

Setelah diperoleh derajat keanggotaan pada masing-masing *parameters*, maka diperoleh α *predicate Min* sesuai dengan *FUZZY RULES* (Table 3.3) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha \text{ predikat R1} &= \text{MIN} [\mu \text{TempCold} \cap \mu \text{HumDry} \cap \mu \text{CO Light} \cap \mu \text{Smoke Light}] \\ &= \text{MIN} [\mu \text{Cold}(20) \cap \mu \text{Dry}(42) \cap \mu \text{Light}(12) \cap \mu \text{Light}(120)] \\ &= \text{MIN} (0,8 ; 0,9 ; 0,8 ; 0,9) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

Untuk perhitungan α *predicate* menggunakan operasi irisan dengan operator *AND* diperoleh nilai terkecil. Adapun α *predicate* didapatkan dengan mengacu kepada *FUZZY RULES* (Table 3.3) dan Fungsi keanggotaan *input parameters* (Gambar 4.5). Nilai *alfa predicate Min* dari *Rules 1-16* ditunjukkan pada Table 4.2.

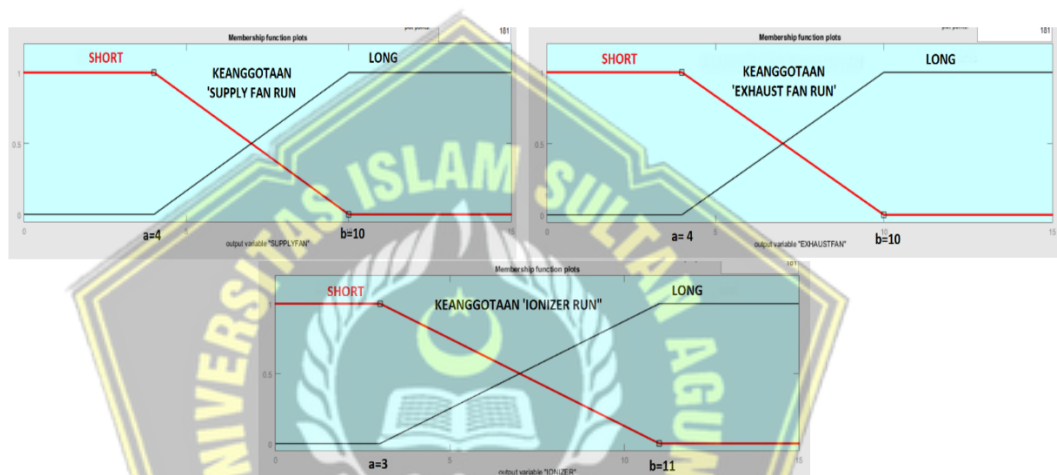
Table 4.2. Result α *predikat Min* Input parameter with LOW RANGE

RULE	INPUT				RESULT INFERENCE ENGINE				RESULT α (MIN)
	Temp (IF)	Hum (AND)	CO (AND)	Smoke (AND)	Temp	Hum	CO	Smoke	
1	Cold	Dry	Light	Light	0,8	0,9	0,8	0,93	0,8
2	Cold	Dry	Light	Heavy	0,8	0,9	0,8	0,06	0,06
3	Cold	Dry	Heavy	Light	0,8	0,9	0,2	0,93	0,2
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	0,8	0,9	0,2	0,06	0,06
5	Cold	Wet	Light	Light	0,8	0,1	0,8	0,93	0,1
6	Cold	Wet	Light	Heavy	0,8	0,1	0,8	0,06	0,06
7	Cold	Wet	Heavy	Light	0,8	0,1	0,2	0,93	0,1
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	0,8	0,1	0,2	0,06	0,06
9	Hot	Dry	Light	Light	0,2	0,9	0,8	0,93	0,2
10	Hot	Dry	Light	Heavy	0,2	0,9	0,8	0,06	0,06
11	Hot	Dry	Heavy	Light	0,2	0,9	0,2	0,93	0,2
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	0,2	0,9	0,2	0,06	0,06

13	Hot	Wet	Light	Light	0,2	0,1	0,8	0,93	0,1
14	Hot	Wet	Light	Heavy	0,2	0,1	0,8	0,06	0,06
15	Hot	Wet	Heavy	Light	0,2	0,1	0,2	0,93	0,1
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	0,2	0,1	0,2	0,06	0,06

Pengujian I. Untuk *Inference Engine Output* dengan nilai *LOW RANGE*

Inference engine mengacu pada keanggotaan fuzzy dari *supply fan*, *exhaust fan* dan *ionizer*. Keanggotaan fuzzy *output* ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Keanggotaan fuzzy untuk *supply fan*, *exhaust fan* dan *ionizer*.

- 1) Berdasarkan Gambar 4.6 untuk fungsi keanggotaan dari *supply fan* dibagi atas dua variabel *SHORT-LONG*, dengan persamaan sebagai berikut:
 - $\mu(x) \text{ Short} = (b-x)/(b-a)$
 - $\mu(x) \text{ Long} = (x-a)/(b-a)$
- 2) Berdasarkan Gambar 4.6 untuk fungsi keanggotaan dari *exhaust fan* dibagi atas dua variabel *SHORT-LONG*
 - $\mu(x) \text{ Short} = (b-x)/(b-a)$
 - $\mu(x) \text{ Long} = (x-a)/(b-a)$
- 3) Berdasarkan Gambar 4.6 untuk fungsi keanggotaan dari *ionizer* dibagi atas dua variabel *SHORT-LONG*

- $\mu(x) \text{ Short} = (b-x)/(b-a)$
- $\mu(x) \text{ Long} = (x-a)/(b-a)$

Mengacu pada *FUZZY RULES Output* (Tabel 3.3) dan nilai hasil α predicate *MIN* (Tabel 4.2), contoh untuk *Rules 2* dinyatakan, $R2 = \text{IF temperature (Cold) AND humidity (Dry) AND CO (Light) AND smoke (Heavy) THEN supply fan (Short) AND exhaust fan (Long) AND ionizer (Long)}$. Maka untuk nilai $z2$ untuk *Rules 2* adalah sebagai berikut:

$Z2$ untuk fungsi keanggotaan *Supply Fan SHORT (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (b-z2)/(b-a) = (10-z2)/(10-4)$$

$$0,06 = (10-z2) / 6$$

$$Z2 = 9,64$$

$Z2$ untuk fungsi keanggotaan *Exhaust Fan LONG (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (z2-a)/(b-a) = (10-z2)/(10-4)$$

$$0,06 = (z2-4) / 6$$

$$Z2 = 4,36$$

$Z2$ untuk fungsi keanggotaan *Ionizer LONG (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (z2-a)/(b-a) = (10-z1)/(11-3)$$

$$0,06 = (z2-3) / 8$$

$$Z2 = 3,48$$

Untuk perhitungan mesin inferensi yang menggunakan operasi irisan dengan operator *AND* diperoleh nilai terkecil, perhitungan mengacu kepada *FUZZY RULES* (Tabel 3.3) dan hasil *alfa predicate MIN* (Tabel 4.2). Maka nilai z berdasarkan *RULES 1-16* ditunjukkan pada *Table 4.3*. berikut:

Table 4.3. Fungsi keanggotaan baru parameter output *LOW RANGE*

Output Rule				Tabel 4.2 RESULT α (MIN)	New Memberships		
Rule	Supply	Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)

Output Rule				Tabel 4.2 RESULT α (MIN)	New Memberships		
Rule	Supply	Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	Short	Short	Short	0,8	5,2	5,2	4,6
2	Short	Long	Long	0,06	9,64	4,36	3,48
3	Short	Long	Long	0,2	8,8	5,2	4,6
4	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
5	Short	Short	Short	0,1	9,4	9,4	10,2
6	Short	Long	Long	0,06	9,64	4,36	3,48
7	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
8	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
9	Long	Short	Short	0,2	5,2	8,8	9,4
10	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
11	Long	Long	Long	0,2	5,2	5,2	4,6
12	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
13	Long	Short	Short	0,1	4,6	9,4	10,2
14	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
15	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
16	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48

Defuzzifikasi untuk Pengujian I

Defuzzification menggunakan metode *Center Average Defuzzifier* karena output fungsi keanggotaan dari beberapa proses fuzzy mempunyai bentuk yang sama. Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan. Berikut *Defuzzification* menggunakan metode *Center Average Defuzzifier* sesuai persamaan 2.10.

Defuzzifikasi untuk Pengujian I dengan nilai *Low Range* = suhu (20°C) kelembaban (42) kadar CO (12) kadar asap (120).

Perhitungan diambil dari *alfa predicate MIN* (Tabel 4.2) dan nilai *z* dari tiap *output parameters* (Tabel 4.3), maka diperoleh nilai *Z* sebagai berikut:

1) *Z* untuk lama *Supply Fan* berputar

$$Z = \frac{0,8 \cdot 5,2 + 0,06 \cdot 9,64 + 0,2 \cdot 8,8 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,1 \cdot 9,4 + 0,06 \cdot 9,64 + 0,1 \cdot 9,4 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,2 \cdot 5,2 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,2 \cdot 5,2 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,1 \cdot 4,6 + 0,06 \cdot 4,36}{0,8 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,1 + 0,06 + 0,1 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,1 + 0,06 + 0,1 + 0,06}$$

$$Z_{supply fan} = 5.932 \text{ sec}$$

2) *Z* untuk lama *Exhaust Fan* berputar

$$Z = \frac{0,8 \cdot 5,2 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,2 \cdot 5,2 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,1 \cdot 9,4 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,1 \cdot 4,6 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,2 \cdot 8,8 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,2 \cdot 5,2 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,1 \cdot 9,4 + 0,06 \cdot 4,36 + 0,1 \cdot 4,6 + 0,06 \cdot 4,36}{0,8 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,1 + 0,06 + 0,1 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,1 + 0,06 + 0,1 + 0,06}$$

$$Z_{exhaust fan} = 5.661 \text{ sec}$$

3) Z untuk lama *Ionizer* aktif

$$Z = \frac{0,84,6+0,063,48+0,24,6+0,063,48+0,110,2+0,063,48+0,13,8+0,063,48+0,29,4+0,063,48+0,24,6+0,063,48+0,110,2+0,063,48+0,13,8+0,063,48}{0,8+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06+0,2+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06}$$

Z *ionizer* = 5.206 sec

4.2.2 Pengujian II

Variable input fuzzyfikasi dengan masukan *Mid Range* = suhu (24°C) kelembaban (48) kadar CO (16) kadar asap (215)

1) Keanggotaan suhu (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *COLD* – *HOT* dengan nilai a= 18; dan b=28, pengujian dengan diberikan nilai suhu = 24°C.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *COLD* dan *HOT* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ cold} = (b-x)/(b-a) = (28-24)/(28-18) = 0,4$
- $\mu(x) \text{ hot} = (x-a)/(b-a) = (24-18)/(28-18) = 0,6$

2) Keanggotaan kelembaban (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *DRY* - *WET* dengan nilai a=40 dan b=60, pengujian dengan diberikan kelembaban= 48.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *DRY* dan *WET* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ dry} = (b-x)/(b-a) = (60-48)/(60-40) = 0,6$
- $\mu(x) \text{ wet} = (x-a)/(b-a) = (48-40)/(60-40) = 0,4$

3) Keanggotaan kadar CO (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *LIGHT* - *HEAVY* dengan nilai a=10 dan b=20, pengujian dengan diberikan kadar CO = 16.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *LIGHT* dan *HEAVY* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ light} = (b-x)/(b-a) = (20-16)/(20-10) = 0,4$
- $\mu(x) \text{ heavy} = (x-a)/(b-a) = (16-10)/(20-10) = 0,6$

4) Variable kadar asap (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *LIGHT* – *HEAVY* dengan nilai $a=100$ dan $b=400$, pengujian diberikan kadar asap 215.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *LIGHT* – *HEAVY* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ light} = (b-x)/(b-a) = (400-215)/(400-100) = 0,62$
- $\mu(x) \text{ heavy} = (x-a)/(b-a) = (215-100)/(400-100) = 0,37$

Pada pengujian II, *Rules 1* dengan *input parameters* untuk nilai *Mid Range* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha \text{ predikat R1} &= \text{MIN} [\mu_{\text{TemCold}} \cap \mu_{\text{Hum Dry}} \cap \mu_{\text{CO Light}} \cap \mu_{\text{Smoke Light}}] \\ &= \text{MIN} [\mu_{\text{Cold}}(24) \cap \mu_{\text{Dry}}(48) \cap \mu_{\text{Light}}(16) \cap \mu_{\text{Light}}(215)] \\ &= \text{MIN} (0,4 ; 0,6 ; 0,4 ; 0,6) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Penghitungan α predicate didapatkan dengan mengacu kepada *FUZZY RULES* (Table 3.3) dan fungsi keanggotaan *input parameters* (Gambar 4.5). Maka nilai α predicate Min dari *RULES 1-16* ditunjukkan pada Table 4.4.

Table 4.4. Result α predikat Min Input parameter MID RANGE

RULE	INPUT				RESULT INFERENCE ENGINE				RESULT α (MIN)
	Temp (IF)	Hum (AND)	CO (AND)	Smoke (AND)	Temp	Hum	CO	Smoke	
1	Cold	Dry	Light	Light	0,4	0,6	0,4	0,62	0,4
2	Cold	Dry	Light	Heavy	0,4	0,6	0,4	0,37	0,37
3	Cold	Dry	Heavy	Light	0,4	0,6	0,6	0,62	0,4
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	0,4	0,6	0,6	0,37	0,37
5	Cold	Wet	Light	Light	0,4	0,4	0,4	0,62	0,4
6	Cold	Wet	Light	Heavy	0,4	0,4	0,4	0,37	0,37
7	Cold	Wet	Heavy	Light	0,4	0,4	0,6	0,62	0,4
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	0,4	0,4	0,6	0,37	0,37
9	Hot	Dry	Light	Light	0,6	0,6	0,4	0,62	0,4
10	Hot	Dry	Light	Heavy	0,6	0,6	0,4	0,37	0,37
11	Hot	Dry	Heavy	Light	0,6	0,6	0,6	0,62	0,6
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	0,6	0,6	0,6	0,37	0,37
13	Hot	Wet	Light	Light	0,6	0,4	0,4	0,62	0,4
14	Hot	Wet	Light	Heavy	0,6	0,4	0,4	0,37	0,37
15	Hot	Wet	Heavy	Light	0,6	0,4	0,6	0,62	0,4
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	0,6	0,4	0,6	0,37	0,37

Pengujian II. Untuk *Inference Engine Output* dengan nilai *MID RANGE*

Sesuai dengan *FUZZY RULES output* (Tabel 3.3) dan nilai α predicate *MIN* (Tabel 4.4) untuk *Rules 2* dinyatakan, $R2 = \text{IF temperature (Cold) AND humidity (Dry) AND CO (Light) AND smoke (Heavy) THEN supply fan (Short) AND exhaust fan (Long) AND ionizer (Long)}$. Maka untuk nilai $z2$ adalah sebagai berikut:

$Z2$ untuk fungsi keanggotaan *Supply Fan SHORT (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (b-z2)/(b-a) = (10-z2)/(10-4)$$

$$0,375 = (10-z2) / 6$$

$$Z2 = 7,75$$

$Z2$ untuk fungsi keanggotaan *Exhaust Fan LONG (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (z2-a)/(b-a) = (10-z2)/(10-4)$$

$$0,375 = (z2-4) / 6$$

$$Z2 = 6,25$$

$Z2$ untuk fungsi keanggotaan *Ionizer LONG (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (z2-a)/(b-a) = (10-z1)/(11-3)$$

$$0,375 = (z2-3) / 8$$

$$Z2 = 6$$

Perhitungan mengacu pada *FUZZY RULES (Table 3.3)* dan hasil *alfa predicate Min (Table 4.4)*. Maka nilai z pada *supply fan, exhaust fan* dan *ionizer* sesuai *Rules 1-16* ditunjukkan pada *Table 4.5*.

Table 4.5. Fungsi keanggotaan baru *output parameter MID RANGE*

Rule	Output Rule			Tabel 4.4 RESULT α (MIN)	New Memberships		
	Supply	Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	Short	Short	Short	0,4	7,6	7,6	7,8
2	Short	Long	Long	0,37	7,75	6,25	6

Rule	Output Rule			Tabel 4.4 RESULT α (MIN)	New Memberships		
	Supply	Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
3	Short	Long	Long	0,4	7,6	6,4	6,2
4	Long	Long	Long	0,37	6,25	6,25	6
5	Short	Short	Short	0,4	7,6	7,6	7,8
6	Short	Long	Long	0,37	7,75	6,25	6
7	Short	Long	Long	0,4	7,6	6,4	6,2
8	Long	Long	Long	0,37	6,25	6,25	6
9	Long	Short	Short	0,4	6,4	7,6	7,8
10	Long	Long	Long	0,37	6,25	6,25	6
11	Long	Long	Long	0,4	6,4	6,4	7,8
12	Long	Long	Long	0,37	6,25	6,25	6
13	Long	Short	Short	0,4	6,4	7,6	7,8
14	Long	Long	Long	0,37	6,25	6,25	6
15	Long	Long	Long	0,4	6,4	6,4	6,2
16	Long	Long	Long	0,37	6,25	6,25	6

Defuzzifikasi untuk Pengujian II.

Defuzzifikasi untuk Pengujian II dengan nilai *Mid Range* = suhu (24°C) kelembaban (48) kadar CO (16) kadar asap (215).

Perhitungan diambil dari hasil *alfa predicate Min* (Table 4.4) dan nilai *z output parameters* (Table 4.5), maka diperoleh nilai *Z* sebagai berikut:

- 1) *Z* untuk lama Supply Fan berputar

$$Z = \frac{0,4 \cdot 7,6 + 0,375 \cdot 7,75 + 0,4 \cdot 7,6 + 0,375 \cdot 7,75 + 0,4 \cdot 7,6 + 0,375 \cdot 7,75 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25}{0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375}$$

$$Z \text{ supply fan} = 6.818 \text{ sec}$$

- 2) *Z* untuk lama Exhaust Fan berputar

$$Z = \frac{0,4 \cdot 7,6 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 7,6 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 7,6 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25 + 0,4 \cdot 6,4 + 0,375 \cdot 6,25}{0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375}$$

$$Z \text{ exhaust fan} = 6.637 \text{ sec}$$

- 3) *Z* untuk lama Ionizer aktif

$$Z = \frac{0,4 \cdot 7,8 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 6,2 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 7,8 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 6,2 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 7,8 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 6,2 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 6,2 + 0,375 \cdot 6 + 0,4 \cdot 6,2 + 0,375 \cdot 6}{0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375 + 0,4 + 0,375}$$

$$Z \text{ ionizer} = 6.475 \text{ sec}$$

4.2.3 Perngujian III

Variable input fuzzyfikasi dengan masukan *Hi Range* = suhu (27°C) kelembaban (58) kadar CO (19) kadar asap (360)

- 1) Keanggotaan suhu (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *COLD* – *HOT* dengan nilai $a=18$; dan $b=28$, pengujian dengan diberikan nilai suhu $= 27^{\circ}\text{C}$.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *COLD* dan *HOT* mengacu pada Gambar 4.5 sebagai berikut

- $\mu(x) \text{ cold} = (b-x)/(b-a) = (28-27)/(28-18) = 0,1$
- $\mu(x) \text{ hot} = (x-a)/(b-a) = (27-18)/(28-18) = 0,9$

- 2) Keanggotaan kelembaban (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *DRY* – *WET* dengan nilai $a=40$ dan $b=60$, pengujian dengan diberikan kelembaban $= 58$.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *DRY* dan *WET* mengacu pada Gambar 4.5 sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ dry} = (b-x)/(b-a) = (60-58)/(60-40) = 0,1$
- $\mu(x) \text{ wet} = (x-a)/(b-a) = (58-40)/(60-40) = 0,9$

- 3) Keanggotaan kadar CO (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *LIGHT* – *HEAVY* dengan nilai $a=10$ dan $b=20$, pengujian dengan diberikan kadar CO $= 19$.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *LIGHT* dan *HEAVY* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ light} = (b-x)/(b-a) = (20-19)/(20-10) = 0,1$
- $\mu(x) \text{ heavy} = (x-a)/(b-a) = (19-10)/(20-10) = 0,9$

- 4) Keanggotaan kadar asap (Gambar 4.5) terdiri dari dua variable yaitu *LIGHT* – *HEAVY* dengan nilai $a=100$ dan $b=400$, pengujian diberikan kadar asap 360.

Maka nilai $\mu(x)$ untuk *LIGHT* – *HEAVY* mengacu pada Gambar 4.5 adalah sebagai sebagai berikut:

- $\mu(x) \text{ light} = (b-x)/(b-a) = (400-360)/(400-100) = 0,15$
- $\mu(x) \text{ heavy} = (x-a)/(b-a) = (360-100)/(400-100) = 0,84$

Pengujian III. *Rules 1* dengan *input parameters* untuk nilai *Hi Range* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha \text{ predikat } R1 &= \text{MIN} [\mu_{\text{Temp Cold}} \cap \mu_{\text{Hum Dry}} \cap \mu_{\text{CO Light}} \cap \mu_{\text{Smoke Light}}] \\ &= \text{MIN} [\mu_{\text{Cold}}(27) \cap \mu_{\text{Dry}}(58) \cap \mu_{\text{Light}}(19) \cap \mu_{\text{light}}(360)] \\ &= \text{MIN} (0,1 ; 0,1 ; 0,1 ; 0,15) \\ &= 0,1\end{aligned}$$

Perhitungan α predicate *Min* didapatkan dengan mengacu pada *FUZZY RULES* (Table 3.3) dan Fungsi keanggotaan *input parameters* (Gambar 4.5). Maka nilai α predicate *MIN* dari *RULES 1-16* ditunjukkan pada Table 4.6 berikut:

Table 4.6. Result α predicate *Min* Input parameter *HI RANGE*

RULE	INPUT				RESULT INFERENCE ENGINE				
	Temp (IF)	Hum (AND)	CO level (AND)	Smoke (AND)	Temp	Hum	CO	Smoke	RESULT α (MIN)
1	Cold	Dry	Light	Light	0,1	0,1	0,1	0,15	0,1
2	Cold	Dry	Light	Heavy	0,1	0,1	0,1	0,84	0,1
3	Cold	Dry	Heavy	Light	0,1	0,1	0,9	0,15	0,1
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	0,1	0,1	0,9	0,84	0,1
5	Cold	Wet	Light	Light	0,1	0,9	0,1	0,15	0,1
6	Cold	Wet	Light	Heavy	0,1	0,9	0,1	0,84	0,1
7	Cold	Wet	Heavy	Light	0,1	0,9	0,9	0,15	0,1
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	0,1	0,9	0,9	0,84	0,1
9	Hot	Dry	Light	Light	0,9	0,1	0,1	0,15	0,1
10	Hot	Dry	Light	Heavy	0,9	0,1	0,1	0,84	0,1
11	Hot	Dry	Heavy	Light	0,9	0,1	0,9	0,15	0,1
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	0,9	0,1	0,9	0,84	0,1
13	Hot	Wet	Light	Light	0,9	0,9	0,1	0,15	0,1
14	Hot	Wet	Light	Heavy	0,9	0,9	0,1	0,84	0,1
15	Hot	Wet	Heavy	Light	0,9	0,9	0,9	0,15	0,15
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	0,9	0,9	0,9	0,84	0,84

Pengujian III. Untuk *Inference Engine Output* dengan *HI RANGE*

Berdasarkan *FUZZY RULES* (Table 3.3) dan nilai α predicate *MIN* (Tabel 4.4) untuk *Rules 2* dinyatakan, $R2 = \text{IF temperature (Cold) AND humidity (Dry)}$

AND CO (Light) AND smoke (Heavy) THEN supply fan (Short) AND exhaust fan (Long) AND ionizer (Long). Maka untuk nilai z2 adalah sebagai berikut:

Z2 untuk fungsi keanggotaan *Supply Fan SHORT (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (b-z2)/(b-a) = (10-z2)/(10-4)$$

$$0,1 = (10-z2) / 6$$

$$Z2 = 9,4$$

Z2 untuk fungsi keanggotaan *Exhaust Fan LONG (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (z2-a)/(b-a) = (10-z2)/(10-4)$$

$$0,1 = (z2-4) / 6$$

$$Z2 = 4,6$$

Z2 untuk fungsi keanggotaan *Ionizer LONG (Rule 2)*

$$\alpha \text{ predikat MIN} = (z2-a)/(b-a) = (10-z1)/(11-3)$$

$$0,1 = (z2-3) / 8$$

$$Z2 = 3,8$$

Perhitungan mengacu pada **FUZZY RULES** (Table 3.3) dan hasil *alfa predicate Min* (Table 4.6). maka nilai z berdasarkan **RULES 1-16** ditunjukkan pada Table 4.7 berikut:

Table 4.7. Fungsi keanggotaan baru output parameter *HI RANGE*

Output Rule				Tabel 4.6 RESULT α (MIN)	New Memberships		
Rule	Supply	Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	Short	Short	Short	0,1	9,4	9,4	10,2
2	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
3	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
4	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
5	Short	Short	Short	0,1	9,4	9,4	10,2
6	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
7	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
8	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
9	Long	Short	Short	0,1	4,6	9,4	10,2
10	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
11	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8

Rule	Output Rule			Tabel 4.6 RESULT α (MIN)	New Memberships		
	Supply	Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
12	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
13	Long	Short	Short	0,1	4,6	9,4	10,2
14	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
15	Long	Long	Long	0,15	4,9	4,9	4,2
16	Long	Long	Long	0,84	9,04	9,04	9,72

Defuzzifikasi untuk Pengujian III

Defuzzifikasi untuk Pengujian III. *input parameter Hi Range* = suhu (27°C) kelembaban (58) kadar CO (19) kadar asap (360).

Perhitungan diambil dari hasil *alfa predicate MIN* (Table 4.6) dan nilai *z output parameters* (Table 4.7), maka diperoleh nilai Z sebagai berikut:

- 1) Z untuk lama *Supply Fan* berputar

$$Z = \frac{0,1,9,4+0,1,9,4+0,1,9,4+0,1,4,6+0,1,9,4+0,1,9,4+0,1,9,4+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,4,6+0,15,4,9+0,84,9,04}{0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,15+0,84}$$

$$Z \text{ supply fan} = 7.384 \text{ sec}$$

- 2) Z untuk lama *Exhaust Fan* berputar

$$Z = \frac{0,1,9,4+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,9,4+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,9,4+0,1,4,6+0,1,4,6+0,1,9,4+0,1,4,6+0,15,4,9+0,84,9,04}{0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,15+0,84}$$

$$Z \text{ exhaust fan} = 6.982 \text{ sec}$$

- 3) Z untuk lama *Ionizer* aktif

$$Z = \frac{0,1,10,2+0,1,3,8+0,1,3,8+0,1,10,2+0,1,3,8+0,1,3,8+0,1,3,8+0,1,10,2+0,1,3,8+0,1,3,8+0,1,3,8+0,1,10,2+0,1,3,8+0,15,4,2+0,84,9,72}{0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,15+0,84}$$

$$Z \text{ ionizer} = 6.976 \text{ sec}$$

4.3. Pengujian Models dan Analysis Matlab

Hasil pengujian *Smart smoking room* dengan mengambil 10 *samples* pengujian ditunjukkan pada Table 4.8. Hasil pengujian *prototype* yaitu nilai *output* alat dibandingkan dengan nilai *analysis Matlab*. Perbandingan nilai *actual* alat dengan *analysis Matlab* untuk menghitung nilai *Mean Squared Error (MSE)*.

Tabel 4.8. Result of Smart Smoking Room

NILAI INPUT	NILAI OUTPUT ALAT	NILAI OUTPUT MATLAB
-------------	-------------------	---------------------

NO	Temp	Hum	CO level	Smoke level	Supply (z)	Exhst (z)	Ionizer (z)	Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	22	85	8	76	6,54	4,15	4,34	6,74	4,13	4,37
2	22	84	9	80	6,54	4,15	4,34	6,74	4,13	4,37
3	23	82	9	83	7,34	4,03	4,18	7,5	4,26	4,54
4	23	82	11	91	7,38	4,91	5,03	7,5	5,16	5,28
5	24	80	13	98	8,18	6,17	6,11	8,24	6,23	6,24
6	25	77	14	103	8,23	6,53	6,53	8,7	6,74	6,74
7	25	76	15	108	8,11	7,13	7,13	8,39	7,5	7,5
8	26	76	15	114	8,74	7,11	7,11	8,95	7,5	7,5
9	26	74	17	121	9,06	8,76	8,74	9,44	8,96	8,95
10	26	75	19	130	9,47	10	9,87	9,64	10,1	10

4.4. Mean Squared Error (MSE)

Nilai output smart smoking room dan perhitungan menggunakan simulasi Matlab terdapat sedikit perbedaan nilai, perhitungan nilai MSE yaitu perbandingan antara nilai output prototype yaitu supply fan, exhaust fan dan nilai berdasarkan analisis Matlab adalah sebagai berikut.

MSE untuk supply fan:

$$MSE = \frac{(AT1 - FT1)^2 + (AT2 - FT2)^2 + (AT3 - FT3)^2 + (AT4 - FT4)^2 + (AT5 - FT5)^2 + (AT6 - FT6)^2 + (AT7 - FT7)^2 + (AT8 - FT8)^2 + (AT9 - FT9)^2 + (AT10 - FT1)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(6,54 - 6,74)^2 + (6,54 - 6,74)^2 + (7,34 - 7,5)^2 + (7,38 - 7,5)^2 + (8,18 - 8,24)^2 + (8,23 - 8,7)^2 + (8,11 - 8,39)^2 + (8,74 - 8,95)^2 + (9,06 - 9,44)^2 + (9,47 - 9,64)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(0,2)^2 + (0,2)^2 + (0,16)^2 + (0,12)^2 + (0,06)^2 + (0,47)^2 + (0,28)^2 + (0,21)^2 + (0,38)^2 + (0,17)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{0,6403}{10} = 0,06403$$

MSE untuk exhaust fan:

$$MSE = \frac{(AT1 - FT1)^2 + (AT2 - FT2)^2 + (AT3 - FT3)^2 + (AT4 - FT4)^2 + (AT5 - FT5)^2 + (AT6 - FT6)^2 + (AT7 - FT7)^2 + (AT8 - FT8)^2 + (AT9 - FT9)^2 + (AT10 - FT1)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(4,15 - 4,13)^2 + (4,15 - 4,13)^2 + (4,03 - 4,26)^2 + (4,91 - 5,16)^2 + (6,17 - 6,23)^2 + (6,53 - 6,74)^2 + (7,13 - 7,5)^2 + (7,11 - 7,5)^2 + (8,76 - 8,96)^2 + (10 - 10,1)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(0,02)^2 + (0,02)^2 + (0,23)^2 + (0,25)^2 + (0,06)^2 + (0,21)^2 + (0,37)^2 + (0,39)^2 + (0,2)^2 + (0,1)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{0,5029}{10} = 0,05029$$

MSE untuk ionizer:

$$MSE = \frac{(AT1 - FT1)^2 + (AT2 - FT2)^2 + (AT3 - FT3)^2 + (AT4 - FT4)^2 + (AT5 - FT5)^2 + (AT6 - FT6)^2 + (AT7 - FT7)^2 + (AT8 - FT8)^2 + (AT9 - FT9)^2 + (AT10 - FT1)^2}{10}$$

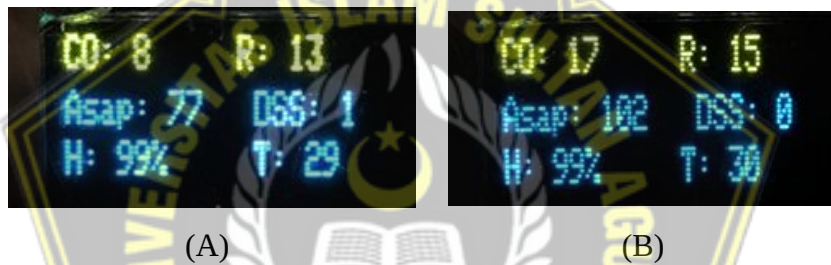
$$MSE = \frac{(4,34 - 4,37)^2 + (4,34 - 4,37)^2 + (4,18 - 4,54)^2 + (5,03 - 5,28)^2 + (6,11 - 6,24)^2 + (6,53 - 6,74)^2 + (7,13 - 7,5)^2 + (7,11 - 7,5)^2 + (8,74 - 8,95)^2 + (9,87 - 10)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(0,03)^2 + (0,03)^2 + (0,36)^2 + (0,25)^2 + (0,13)^2 + (0,21)^2 + (0,37)^2 + (0,39)^2 + (0,21)^2 + (0,13)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{0,6049}{10} = 0,06049$$

Nilai MSE yang diperoleh untuk *supply fan* (0,06403); MSE *exhaust fan* (0,05029) dan MSE *ionizer* (0,06049). Hasil penghitungan untuk nilai MSE adalah mendekati Nol, maka dapat disimpulkan bahwa *prototype smooking room* bekerja dengan baik.

4.5. Display Text Models

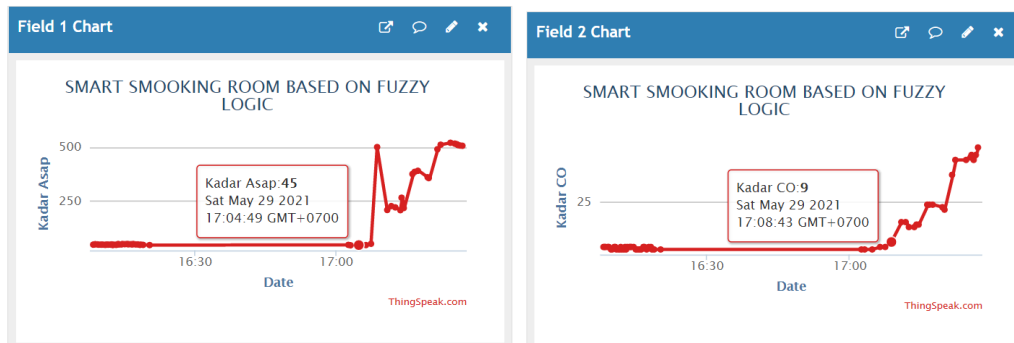


Gambar 4.7 A-B. *Oled display and Result Health or Unhealth*

Oled display pada *prototype smart smoking room* menampilkan *final result* yaitu ditampilkan Gambar 4.7 (A) dengan keterangan Result = 1, artinya kondisi udara ruangan sehat / baik. Gambar 4.7 (B) Result = 0, artinya kondisi udara ruangan tidak sehat / buruk. Nilai Result = 0, apabila nilai kadar CO lebih besar dari 10 ppm, dan nilai kadar asap lebih besar dari 80 ppm.

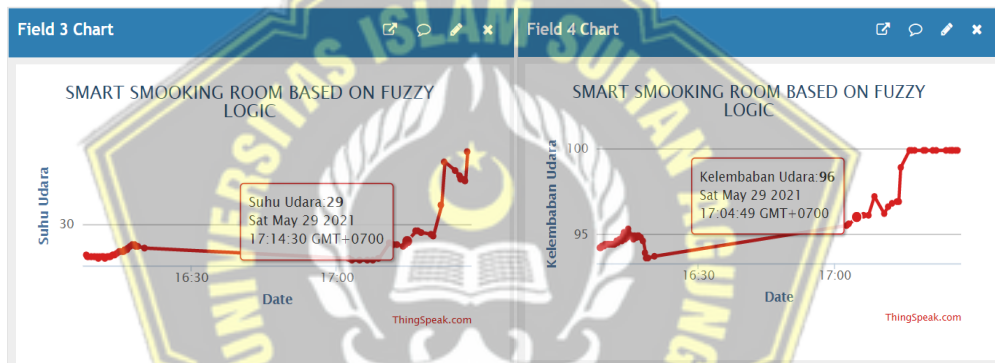
4.6 Hasil Monitoring Data Thingspeak

Monitoring kadar asap dan kadar CO dilakukan melalui *Thingspeak*. Tampilan layar monitoring untuk kadar asap dan CO ditunjukan pada Gambar 4.8



Gambar 4.8. *Data Monitoring* asap dan Co pada *Thingspeak*

Tampilan *Monitoring* suhu dan kelembaban pada *Thingspeak*, ditunjukan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. *Data Monitoring* suhu dan kelembaban pada *Thingspeak*.

Berdasarkan *sketch program arduino IDE*, pengiriman data ke *Thingspeak* dengan *delay 5 second*. Namun dalam pembacaan di *Thingspeak* pada Gambar 4.8 dan 4.9 mengalami *delay* antara 17 sec -25 sec yang disebabkan kondisi sinyal *tethering* tidak stabil. Berdasarkan Gambar 4.8 pembacaan nilai asap dan CO tidak selalu linier. Ketika pembacaan asap mengalami kenaikan, pembacaan nilai CO ada yang menunjukkan penurunan dan tetap. Berdasarkan Gambar 4.9 pembacaan nilai suhu dan kelembaban memiliki keterkaitan. Ketika nilai suhu mengalami kenaikan, nilai kelembaban akan mengalami penurunan dan sebaliknya. Namun setelah banyaknya asap yang menempel pada ruangan akan mempengaruhi sensor sehingga kelembaban terbaca tinggi.

Merujuk Gambar 3.2 *Model System* Penelitian dan Gambar 3.5 Alir Perancangan Program, proses pengiriman data oleh prototype ke *Thingspeak* adalah sebagai berikut:

- a) Data dari input parameter suhu, *humidity*, kadar CO, kadar asap dan data *output supply fan, exhaust fan, ionizer* akan dikirimkan melalui *modul wifi connection (ESP 8266)*
- b) Inisialisasi ESP 8266 sebagai *Client #include<WiFiEspServer>* atau sebagai *server #include <WiFiEspServer.h>*. *Mod client* digunakan untuk konfirmasi *protocol MQTT* sedangkan *mode server* untuk melayani proses tampilan web.
- c) Menuliskan *Api key channel Thingspeak*
- d) Mengecek koneksi wifi dengan *SSID* dan *password*
- e) Jika koneksi *SSID* berhasil maka data yang terbaca dari *microcontroller* dapat dikirim ke web *Thingspeak*.
- f) Untuk membaca data di *Thingspeak*, maka *user* harus *Login* terlebih dahulu dan membuka *channel* yang sesuai dengan *Api key* pada program.

Pada penelitian ini *data monitoring* di *Thingspeak* digunakan sebagai pembandingan antara hasil *prototype* dengan nilai analisis Matlab untuk mendapatkan akurasi kerja *prototype*. *Data monitoring* ini hanya dapat dilakukan oleh *user* dengan *passcode* khusus untuk masuk ke dalam *Thingspeak*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis *smart smoking room* dengan menggunakan metode Fuzzy dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. *Prototype smart smoking room* berhasil dibuat dengan menggunakan sensor MQ2, MQ7, DHT 22 sebagai parameter input dan *supply fan*, *exhaust fan*, *ionizer* sebagai *actuator output* dengan ESP 8266 sebagai penghubung ke internet dengan memanfaatkan *control* metode logika Fuzzy.
2. Hasil pengujian model *smart smoking room* dibandingkan dengan analisis Matlab, diperoleh nilai *Mean Squared Error (MSE)* untuk *Supply fan* (0,06403), *Exhaust fan* (0,05029) dan *Ionizer* (0,06049). System dengan logika Fuzzy dapat bekerja pada dua kondisi kadar udara yaitu *healthy* dan *unhealthy*, dimana kadar CO dan asap dapat dikontrol dalam ruang merokok.

5.2 Saran

Berikut saran peneliti untuk pengembangan penelitian di masa depan, yaitu:

1. *Data monitoring* yang tersimpan dalam web dapat digunakan untuk pengembangan penelitian *smart smoking* di masa depan, yaitu dengan menambahkan metode analisis lain seperti Algoritma Genetika, *Integrated Network* antar ruang merokok dalam Analisis *Big Data*.
2. *Prototype* tidak memperhitungkan jumlah perokok atau mengukur kadar *oxygen* dalam ruangan, maka untuk pengembangan penelitian dapat ditambahkan sensor PIR dan sensor O2, untuk memberikan masukan nilai baru pada parameter input.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. World Health, *World health statistics 2020: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*, no. September. 2020.
- [2] M. of H. of the R. of Indonesia, "Main Results of Riskesdas for Non-Communicable Diseases 2018," 2018.
- [3] A. S. R. Sujatmoko, J. Waworundeng, and A. K. Wahyudi, "Design of a Cigarette Smoke Detector Using SMS Gateway for Crystal Dormitory at Klabat University," in *Nasional Conference on System & Informatica 2015 STMIK STIKOM Bali, 9 – 10 Oktober 2015*, 2015, pp. 460–465.
- [4] D. I. Lestari, "The impact of health promotion in the Non-Smoking Area at Sultan Airport," *Mag. Dr. Sriwij.*, vol. 49, no. 1, pp. 24–33, 2019, doi: 10.32539/mks.v49i1.8321.
- [5] S. Dikman, I. H. E. H. S, R. Rakhmawati, and S. T. Mt, "Prototype of Cleaning and Monitoring Cigarette Smoke in an Enclosed Room Using a Fuzzy Logic Controller," *EEPIS Repos. PENS*, pp. 1–9, 2010.
- [6] D. Maharani, "The Dangers of Smoking Indoors," *Kompas.com*, 2017.
- [7] Y. T. Paulus and Annah, "Application of Microcontroller in Smoke Exhaust Devices," in *APTIKOM National Seminar*, 2017, no. November, pp. 1–5.
- [8] V. N. Kinanti, M. Yamin, and L. M. F. Aksara, "Prototype of Cigarette Smoke Filters in Smoking Areas Using Pulse Width Modulation (PWM) and Fuzzy Tsukamoto," *semanTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 195–202, 2016, doi: 10.1002/hlca.200390335.
- [9] H. Alvian, W. S. Pambudi, and A. Fahrudi, "Prototype of Exhaust Fan Control System in Smoking Room Using Fuzzy Method," in *Proceedings of the National Seminar on Applied Science and Technology*, 2019, pp. 273–278.
- [10] Ratono, "Prototype of Monitoring and Cleaning Cigarette Smoke in a Closed Room Using Arduino Uno Based on the Internet of Things," Politeknik Harapan Bersama, 2019.
- [11] A. B. Handoko, Y. R. S, T. S. P, and J. T. Elektro, "Co Neutralizer in Smoking Area Using Corona Discharge," in *Prosiding Elektronik (e-*

- Proceedings) PIMNAS PKM-KC*, 2013, pp. 1–4.
- [12] G. D. and R. M. Aldiki Febriantono, “Design and Manufacture of Cigarette Smoke Decomposers in Smoking Rooms Using PID Controllers,” *J. Mhs. TEB*, vol. 2, no. 4, pp. 1–8, 2014.
- [13] F. Agil, D. Effendy, I. M. Sarwoko, and B. Setiadi, “Control of Exhaust Fan Speed in a Smoking Special Room as a Microcontroller-Based Cleaner and Air Circulation Controller,” *J. Prodi S1 Tek. Elektro Univ. Telkom Univ. Telkom*, 2015.
- [14] D. Safrina, “Designing a Smart Smking Area Using MQ2 and MQ7 Gas Sensors,” Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [15] Iswanto, K. Purwanto, W. Hastuti, A. Prabowo, and M. Y. Mustar, “Smart smoking area based on fuzzy decision tree algorithm,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 6, pp. 500–504, 2019, doi: 10.14569/ijacsa.2019.0100665.
- [16] D. H. Nurfiana, “Cigarette Smoke Monitoring System Using Internet of Things (IoT)-Based Smartphone,” *J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 10, no. 1, 2019.
- [17] A. S. Muharom, “Design of Temperature Control and Air Circulation in Smoking Room,” *J. Ultim. Comput.*, vol. 9, no. 2, pp. 78–82, 2018, doi: 10.31937/sk.v9i2.697.
- [18] D. Irawan, “Design of Smoke Level Monitoring Application Based on Wireless Sensor Network in indoor environment,” Yogyakarta, 2017.
- [19] F. Susanto and S. Syafnidawati, “Fast Tracking of Detection Offenders Smoking Zone Using the Internet of Things-Based MQ-2 Sensor,” *J. Ultim. Comput.*, vol. 10, no. 1, pp. 5–8, 2018, doi: 10.31937/sk.v10i1.749.
- [20] D. Zaliluddin and M. Iqbal, “Prototype of Cigarette Smoke Detection and Neutralization System Using Robotics with Android-Based Air Quality Features,” Majalengka, 2017.
- [21] D. D. Hutagalung, “Design and Build a Gas and Fire Leak Detector Using the MQ2 Sensor and Flame Detector,” *J. Inf. Eng.*, vol. 7, no. 2, p. 11, 2018.
- [22] Pololu, “MQ-2 Semiconductor Sensor for Combustible Gas,” Pololu, 2016.

- [23] Hanwei Electronics, *MQ-7 carbon monoxide gas sensor datasheet*, vol. 1. sparfun.com, 2018.
- [24] K. Robot, "MQ-7 Carbone Monoxide Gas Sensor -," *kedairobot.com*, 2012.
- [25] T. Liu, *DHT22*, vol. 22. Aosong Electronics Co.,Ltd, 2015.
- [26] Aosong, *Temperature and Humidity Module*, vol. 1. 2015.
- [27] H. Muhammad, "Infusion Monitoring System Using Arduino Mega2560," 2017.
- [28] A. Electronics, "Arduino Mega 2560 Product Overview," 2010.
- [29] FEC, "Relay modules 1-channel features," *Futur. Electron. Corp.*, no. 5 V, pp. 1–2, 2019, [Online]. Available: http://fecegypt.com/uploads/dataSheet/1522335719_relay module.pdf.
- [30] J. Arifin, I. E. Dewanti, and D. Kurnianto, "Prototype of Cooling Telecommunication Devices DC Current Source using Smartphones," *Media Elektr.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–29, 2017.
- [31] ThemesDNA, "12cm DC Fan Or Fan For Cooling _ The Most Complete Electronic Component Sales Center," *Glodokharco.online*, 2019. .
- [32] F. Agil, D. Effendy, I. M. Sarwoko, and B. Setiadi, "Control of Exhaust Fan Speed in a Smoking Special Room as a Microcontroller-Based Cleaner and Air Circulation Regulator," *J. eproc*, 2015.
- [33] L. B. Setyawan, "OLED Working Principles and Technology," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 16, no. 02, pp. 121–132, 2017, doi: 10.31358/techne.v16i02.165.
- [34] R. Purbakawaca, "Monochrome 0.96" 128 x64 OLED graphic display," 2019.
- [35] W. Display, "OLED Spesification Model No WEA012864D-03," in *Winstar Display*, Winstar, 2015.
- [36] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Techniques and Applications)*. Graha Ilmu, 2003.
- [37] E. M. dan V. S. T. Sutojo, *Artificial intelligence*. penerbit andi, 2011.
- [38] A. R. Wardani, Y. N. Nasution, and F. D. T. Amijaya, "Application of Fuzzy Logic in Optimizing Palm Oil Production at PT. Waru Kaltim

- Plantation Using the Mamdani Method,” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 2, p. 94, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.651.
- [39] H. P. Sri Kusumadewi, *Fuzzy logic application for decision support*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [40] Suyanto, *Artificial intelligence: searching, reasoning, planning and learning*. Bandung: Informatika, 2011.
- [41] E. Haerani, “Analysis of Fuzzy Logic Control Using the COA (Center of Area) Defuzzification Method, Bisector, MOM (Mean of Maximum), LOM (Largest of Maximum), AND SOM (Smallest of Maximum),” *J. Sains Teknologi Ind.*, 2015.
- [42] F. Khodadadi, A. V. Dastjerdi, and R. Buyya, *Internet of Things: An Overview*. Elsevier Inc., 2017.
- [43] R. Ramadania, “Analysis of Decision Support Systems in Choosing Study Programs Using Fuzzy Logic Methods,” *Bimaster*, vol. 7, no. 4, pp. 329–334, 2018.
- [44] @advernesia, “What is MATLAB and its Uses,” *article/id_ID*, 2017. .
- [45] I. R. Inayatillah, E. Syahrudin, and A. D. Susanto, “Expiratory Air Carbon Monoxide Levels in Smokers and Non-Smokers and Influencing Factors,” *J. Respirologi Indones.*, vol. 34, no. 4, pp. 180–90, 2014.
- [46] Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co. Ltd, “MQ-135 Air QualityGas Sensor.” Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd, 2015.
- [47] A. Sujudi, *Decree of the Minister of Health concerning Health Requirements for Office and Industrial Work Environments*. 2002, pp. 8–11.
- [48] A. R. Anggraini and J. Oliver, “Research Methods,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.

LAMPIRAN 1: CODING PROGRAM

```
#include <WiFiEsp.h>
#include <WiFiEspClient.h>
#include <WiFiEspServer.h>
#include <WiFiEspUdp.h>

String apiKey = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";
char ssid[] = "xxxxxxxxxxxxxxxx";
char password[] = "xxxxxxxxxxxxxxxx";
char server[] = "api.thingspeak.com";

boolean DEBUG=true;
//SMART SMOKING ROOM MENGGUNAKAN FUZZY
#include <i2cmaster.h>
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include "DHT.h"
WiFiEspClient client;
int status = WL_IDLE_STATUS; // the Wifi radio's status

int data, data2;
const int lebar=128;
const int tinggi=32;
const int reset=4;

Adafruit_SSD1306 display(lebar,tinggi,&Wire,reset);

#define DHTPIN 4 //pin DHT
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
const int relay = 3;

float a,b,c,d,e,f,g,h;
float aa,bb,cc,dd,ee,ff,gg,hh;
float satu,dua,tiga,empat,lima,enam,tujuh,delapan;
float minus1,minus2;
float minus11,minus22;
float terbesar,terkecil;

int xx=40;
int yy=0;
```

```

int tt=0;
{
Serial.print(response);
}*/

//===== showResponse =====

void showResponse(int waitTime){
    long t=millis();
    char c;
    while (t+waitTime>millis()){
        if (Serial1.available()){
            c=Serial1.read();
            if (DEBUG) Serial.print(c);
        }
    }

void setup(){
//esp8266.begin(4800);

DEBUG=true;    // enable debug serial
Serial.begin(9600);
Serial1.begin(115200); // enable software serial
WiFi.init(&Serial1);

if (WiFi.status() == WL_NO_SHIELD) {
    Serial.println("WiFi shield not present");
}
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
    Serial.print("Menghubungkan ke jaringan SSID: ");
    Serial.println(ssid);
    status = WiFi.begin(ssid, password);
}
Serial.println("Berhasil terhubung ke jaringan");

//OLED
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //alamat lcd oled
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0,0);
display.print("TESIS");
delay(2000);

//GT SENSE

```

```

i2c_init();           //I2C init
display.setCursor(0,0);
Serial.begin(9600);
display.display();
delay(1000);

//relay
pinMode(relay, OUTPUT);

//dht22
dht.begin();

void fuzzy() {
  //delay(2000);
  i2c_write(0x41);
  i2c_stop();
  delay(10);
  i2c_start(0xE1);
  data = (int) i2c_readAck();
  data = data*255 + i2c_readNak();
  i2c_stop();
  delay(21);

  float lembab = dht.readHumidity();
  float suhu = dht.readTemperature();
  }
  } else {
  }
  a = min(a_predikat1,a_predikat2);
  b = min(a_predikat3,a_predikat4);
  satu = min(a,b);
  c = min(a_predikat5,a_predikat6);
  d = min(a_predikat7,a_predikat8);
  dua = min(c,d);

  // Serial.print("a_terkecil =");
  // Serial.println(terkecil);

  aa = max(a_predikat1,a_predikat2);
  bb = max(a_predikat3,a_predikat4);
  lima = max(aa,bb);
  cc = max(a_predikat5,a_predikat6);
  dd = max(a_predikat7,a_predikat8);

```

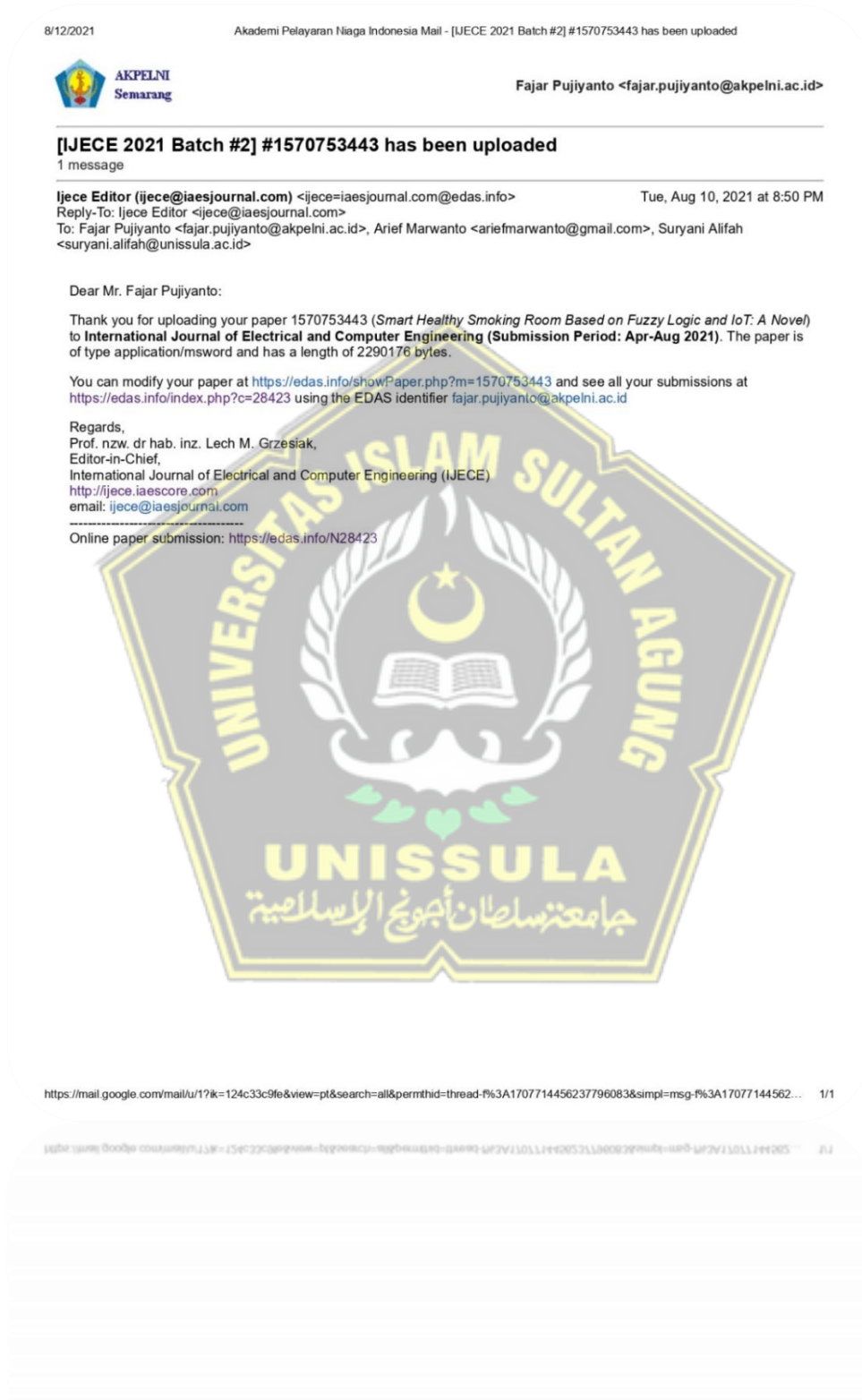
```

minus11 = max(lima, enam);
minus22 = max(tujuh, delapan);
terbesar = max(minus11, minus22);
// Serial.print("a_terbesar =");
//Serial.println(terbesar);
{
client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
client.print("Content-Length: ");
client.print(postStr.length());
client.print("\n\n");
client.print(postStr);
client.stop(); //menghentikan*/
}
return true;
}
void loop()
{
fuzzy(); completed(program, thesis)

```



LAMPIRAN 2: LETTER OF SUBMISSION



SMART SMOKING ROOM BASED ON FUZZY LOGIC AND IOT SYSTEM: A NOVEL

Fajar Pujiyanto¹, Arief Marwanto², Suryani Alifah³

^{1,2,3} Department Postgraduate of Electrical Engineering, Sultan Agung Islamic University Semarang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received
Revised
Accepted

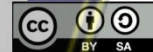
Keywords:

Smoking room
Smoke levels
Fuzzy logic

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with the highest number of smokers. Passive smokers are victims of cigarette smoke which is harmful to health, so a special smoking room is needed. Conventional smoking rooms do not have a monitoring system to automatically inform smokers of CO and smoke levels. This paper discusses a smart controls and monitoring for controlling air levels in smoking rooms based on fuzzy logic and IoT systems. Fuzzy Logic analysis is carried out with input parameters, namely temperature, humidity, CO levels, smoke levels and output parameters in the form of supply fan, exhaust fan, air purifier ionizers. All data is displayed on the ThingSpeak web for convenience in monitoring the air condition of the smoking room in real time. The test results obtained the MSE value on supply fan = 0.0640, MSE value on exhaust fan = 0.0502, and MSE on ionizer = 0.0604. The smart smoking rooms prototype displays Result = 1 (Healthy / good room air condition) and Result = 0 (Unhealthy room air condition) if CO levels exceed 10 ppm and smoke 80 ppm.

This is an open access article under the CC BY-SA license.



Corresponding Author:

Arief Marwanto,
Department of Postgraduate of Electrical Engineering,
Sultan Agung Islamic University (UNISSULA) Semarang, Indonesia
Jl. Kaligawe Raya No. KM 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Semarang, Central Java, Indonesia
E-mail: ariefmarwanto@gmail.com

1. INTRODUCTION

Indonesia is one of the countries with the highest number of smokers[1][2][3][4]. According to the Global Youth Tobacco Survey in 2019, 19.2% of students in Indonesia aged 13-15 years are smokers[5]. Smoking indoors will leave nicotine[6][7], smoke[8][9] and carbon monoxide[10][11] on the wall of the room[12]. More than 4800 chemicals[13]. The carcinogens in cigarettes will be more dangerous when the cigarette smoke is trapped in a confined space[14]. Smoking can cause various diseases such as heart disease[15], stroke[16], lung cancer[17][18], oral cavity cancer[19], diabetes, hypertension and others[20]. Passive smoking is one of the victims, as a result of many smokers who smoke indiscriminately[21].

People feel disturbed by cigarette smoke in public places such as office buildings, shopping places, restaurants, airports, or public places where smoking areas are usually reserved. However, many smokers don't smoke in a special smoking room due to many things, in terms of lack of comfort[22], cleanliness, and air circulation[23]. In addition to the impact on health, smoke also causes an unpleasant odor if it continues in the smoking room. In some designs, the smoking room only provides a fan as a chimney to release smoke in the room[24].

The solution to this problem is that it is necessary to conduct a study on the optimization of smoking rooms.[25]. Monitor smoke levels[26] and CO₂ levels[27] indoors to find out the clean air threshold[28]. Regulate the circulation of clean air into the room with the input fan and remove dirty air with the exhaust fan[29] and decompose it with an ionizer[30].

Previous research on smoking rooms include: prototype cleaners and cigarette smoke monitoring to detect smoke and CO[31], smoke and exhaust gases NO_x[32]. Smoking room design with smoke decomposer[33][34], room temperature control[35] and pay attention to health thresholds[36]. The TGS 2442 sensor is the CO sensor and the AF-30 sensor is the smoke sensor. Smoking room control system with two input parameters was developed using fuzzy tsukamoto[37], mamdani[38], decision tree[39], wireless sensor network[40] and PID[41]. Another research conducted based on IoT with smartphones[42], and web[43].

In this smart healthy smoking rooms study, four combinations of input parameters were used, namely the value of smoke levels, CO levels, temperature and humidity. With the combination of these four parameters generated a lot of input data to be processed with Fuzzy Logic. The fuzzy logic process with four input parameters produces

output values to the activate supply fan, exhaust fan and air ionizer, with the three output parameters it is expected that the air cleaning process will be better and faster. Supply fan as a supplier of clean air into the room, and exhaust fan to remove dirty air and ionizer as an air purifier in the smoking room. This smart smoking design model is equipped with a real-time data monitoring display using the Thingspeak web.

2. RESEARCH METHOD

2.1. Smart Healthy Smoking Rooms System Model

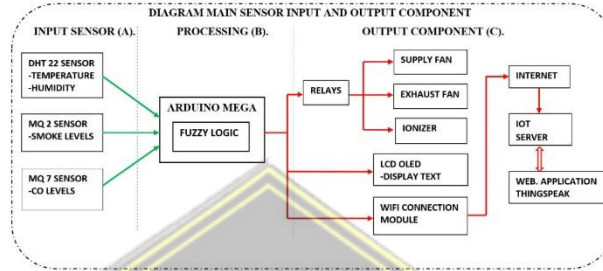


Figure 1. Block Diagram of Smart Healthy Smoking Room

The smart healthy smoking rooms method is presented in a system block diagram. Figure 1 is a smart healthy smoking rooms design, divided into input, process and output. On the input side there are sensors MQ-2 and MQ-7 as detectors of smoke and CO levels. DHT 22 as sensors for temperature and humidity levels. Input data is processed using Fuzzy Logic control in Arduino Mega. The output consists of a supply fan, exhaust fan and air ionizer. This smart smoking design model is equipped with IoT as a monitoring system display on the Thingspeak web and an LCD Oled display text containing information for smokers about the air conditions in the smoking room. The Oled text display also displays the results of healthy or unhealthy indoor air conditions based on health references and this information can be used for smokers to limit the number of people smoking in the room.

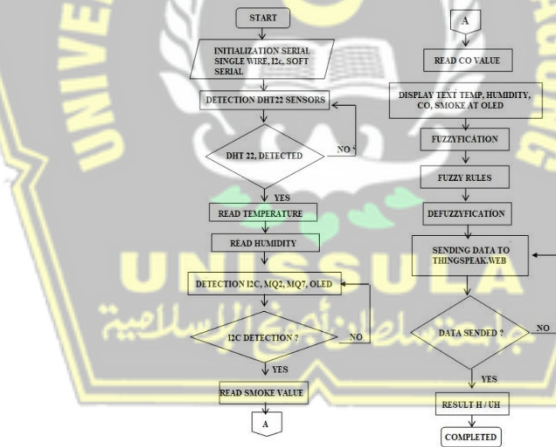


Figure 2. Flow Chart System of Smart Healthy Smoking Room

The process of the smart healthy smoking room starts from the input data for smoke and CO levels, also the Oled LCD output connected to I²C serial communication. Input data from temperature, humidity, smoke and CO levels are obtained in crisp form. After obtaining the input data, fuzzy control makes fuzzification, fuzzy rules and

defuzzification to get crisp output values for the duration of the supply fan and exhaust fan running and the duration of the active ionizer. Crisp input and output data are displayed on the OLED LCD and the Thingspeak web, the data is processed and compared with Fuzzy Matlab to get the Mean Squared Error (MSE) value

2.2. Smart Healthy System Model

Smart healthy smoking room analysis based on fuzzy logic with 4 process stages, namely fuzzification, fuzzy rule base, fuzzy inference engine and defuzzification[44].

a. Fuzzification

Fuzzification of input parameters is values of temperature, humidity, CO and smoke levels, while the output parameters are the supply fan, exhaust fan and air ionizer. Fuzzification for input and output according to Figure 3.

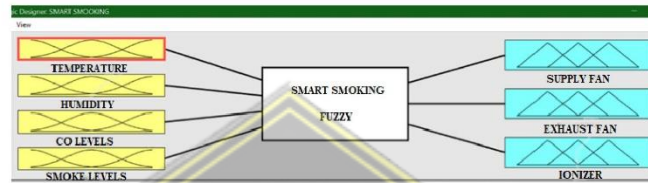


Figure 3. Smart Healthy Smoking Room Fuzzification

For mathematical analysis using triangle fuzzification with ascending and descending domains in equations (1) and (2)[44].

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Equation (1)

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Equation (2)

Table 1. Fuzzification of Input - Output Range Parameters

No	Parameter Input	Range
1	Temperature	Value a= 18°C, and value b= 28°C
2	Humidity	Value a= 40% and value b= 60%
3	CO levels	Value a= 10 ppm, and value b= 20 ppm
4	Smoke levels	Value a= 100 ppm, and value b= 400 ppm
Parameter Output		Range
5	Supply fans	Value a= 4 sec, and value b= 10 sec
6	Supply fans	Value a= 4 sec, and value b= 10 sec
7	Ionizer	Value a= 3 sec, and value b= 11 sec

b. Fuzzy Ruled Base

Fuzzy Rule base contains fuzzy logic statements (fuzzy statements)[44]with an IF-THEN statement on Table 2

Table 2. Fuzzy Rule Smart Healthy Smoking Room

RULE	INPUT PARAMETER				OUTPUT PARAMETER		
	Temperature (IF)	Humidity (AND)	CO level (AND)	Smoke level (AND)	Supply fan (THEN)	Exhaust fan (AND)	Ionizer (AND)
1	Cold	Dry	Light	Light	Short	Short	Short
2	Cold	Dry	Light	Heavy	Short	Long	Long
3	Cold	Dry	Heavy	Light	Short	Long	Long
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	Long	Long	Long
5	Cold	Wet	Light	Light	Short	Short	Short
6	Cold	Wet	Light	Heavy	Short	Long	Long
7	Cold	Wet	Heavy	Light	Short	Long	Long
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	Long	Long	Long
9	Hot	Dry	Light	Light	Long	Short	Short
10	Hot	Dry	Light	Heavy	Long	Long	Long
11	Hot	Dry	Heavy	Light	Long	Long	Long
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	Long	Long	Long
13	Hot	Wet	Light	Light	Long	Short	Short
14	Hot	Wet	Light	Heavy	Long	Long	Long
15	Hot	Wet	Heavy	Light	Long	Long	Long
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	Long	Long	Long

c. Fuzzy Inference Engine and Defuzzification

Defuzzification is the process of processing fuzzy values obtained from the Fuzzy Inference Engine be a firm value[44]. The first step is to form a fuzzy set, calculate the degree of membership, the value of alpha

predicate (α) with the MIN function. The final step is to find the crisp(z) value which is called defuzzification. Center of Area defuzzification method in equation (3)[44]

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_i}{\sum \mu_i} \quad (3)$$

2.3. Mean Squared Error (MSE)

MSE is the average squared error between the actual value and the forecast value[45]. A low MSE value or a value close to zero indicates that the forecasting results are in accordance in equation (4)[45]

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (At - Ft)^2}{n} \quad (4)$$

2.4. Basic Reference of Input and Output Parameters

Table 2. Basic Parameters Input and Output

No	Parameter	Range
1	CO Level	CO 7-10 ppm as light zone, CO levels 11-20 ppm as heavy zone and CO levels >20 ppm as dangerous zone[46]
2	Smoke Level	Range 100-1000 ppm[47]
3	Temperature Level	If the air temperature is > 28°C, it is necessary to use AC. If the outside air temperature is < 18°C, it is necessary to use a space heater.[48]
4	Air Humidity level	Workspace humidity > 60% need to use a dehumidifier. workspace air humidity < 40% need to use a humidifier[48]
5	Supply fan	The fan turns on based on the test with a time range of 0 to 10 seconds[49]
6	Exhaust fan	The fan turns on based on the test with a time range of 0 to 10 seconds[49]
7	Ionizer	The ionizer turns on based on testing with a time range of 0 to 11 seconds[43]

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Fuzzyfication Input Parameter

Tests are carried out on the four input parameters by providing Low Range and Hi Range values.

- a. Test I, with Low Range = temperature (20°C) humidity (42) CO levels (12) smoke levels (120)
- 1) Temperature
 - $\mu_{Cold} = (28-20)/(28-18) = 0.8$
 - $\mu_{Hot} = (20-18)/(28-18) = 0.2$
 - 2) Humidity
 - $\mu_{Dry} = (60-42)/(60-40) = 0.9$
 - $\mu_{Wet} = (42-40)/(60-40) = 0.1$
 - 3) CO Level
 - $\mu_{Light} = (20-12)/(20-10) = 0.8$
 - $\mu_{Heavy} = (12-10)/(20-10) = 0.2$
 - 4) Smoke level
 - $\mu_{Light} = (400-120)/(400-100) = 0.9$
 - $\mu_{Heavy} = (120-100)/(400-100) = 0.06$
- b. Test II, with the value of Hi Range = temperature (27°C) humidity (58) CO levels (19) smoke levels (360)
- 1) Temperature
 - $\mu_{Cold} = (28-27)/(28-18) = 0.1$
 - $\mu_{Hot} = (27-18)/(28-18) = 0.9$
 - 2) Humidity
 - $\mu_{Dry} = (60-58)/(60-40) = 0.1$
 - $\mu_{Wet} = (58-40)/(60-40) = 0.9$
 - 3) CO Level
 - $\mu_{Light} = (20-19)/(20-10) = 0.1$
 - $\mu_{Heavy} = (19-10)/(20-10) = 0.9$
 - 4) Smoke level
 - $\mu_{Light} = (400-360)/(400-100) = 0.15$
 - $\mu_{Heavy} = (360-100)/(400-100) = 0.84$

3.2 Fuzzy Rule base and Fuzzy Inference engine

Formation of fuzzy rules base according to Table 2, namely the IF-THEN statement to clarify the function of each rule. Fuzzy inference engine using the Min function is applied to each rule to get the value of Min α predicate.

- a. Test I with a value of LOW RANGE
- apredicate R1 = MIN [$\mu_{Temp Cold} \cap \mu_{Hum Dry} \cap \mu_{CO Light} \cap \mu_{Smoke Light}$]
 = MIN (0.8 ; 0.9 ; 0.8 ; 0.9) = 0.8

Table 4. Result MIN α Predicate Input Parameter LOW RANGE

RULE	INPUT				RESULT INFERENCE ENGINE				RESULT α (MIN)
	Temp (IF)	Humidity (AND)	CO level (AND)	Smoke level (AND)	Temp	Hum	CO	Smoke	
1	Cold	Dry	Light	Light	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8
2	Cold	Dry	Light	Heavy	0.8	0.9	0.8	0.06	0.06
3	Cold	Dry	Heavy	Light	0.8	0.9	0.2	0.9	0.2
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	0.8	0.9	0.2	0.06	0.06
5	Cold	Wet	Light	Light	0.8	0.1	0.8	0.9	0.1

6	Cold	Wet	Light	Heavy	0,8	0,1	0,8	0,06	0,06
7	Cold	Wet	Heavy	Light	0,8	0,1	0,2	0,9	0,1
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	0,8	0,1	0,2	0,06	0,06
9	Hot	Dry	Light	Light	0,2	0,9	0,8	0,9	0,2
10	Hot	Dry	Light	Heavy	0,2	0,9	0,8	0,06	0,06
11	Hot	Dry	Heavy	Light	0,2	0,9	0,2	0,9	0,2
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	0,2	0,9	0,2	0,06	0,06
13	Hot	Wet	Light	Light	0,2	0,1	0,8	0,9	0,1
14	Hot	Wet	Light	Heavy	0,2	0,1	0,8	0,06	0,06
15	Hot	Wet	Heavy	Light	0,2	0,1	0,2	0,9	0,1
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	0,2	0,1	0,2	0,06	0,06

- b. Test II with the value of HI RANGE
 predicate R1 = MIN [μ Temp Cold $\cap$ μ Hum Dry $\cap$ μ CO Light $\cap$ μ Smoke Light Light]
 = MIN (0,1 ; 0,1 ; 0,1 ; 0,15) = 0,1

Table 5. Result MIN α Predicate Input Parameter HI RANGE

RULE	INPUT				RESULT INFERENCE ENGINE				RESULT α (MIN)
	Temp (IF)	Humidity (AND)	CO level (AND)	Smoke level (AND)	Temp	Hum	CO	Smoke	
1	Cold	Dry	Light	Light	0,1	0,1	0,1	0,15	0,1
2	Cold	Dry	Light	Heavy	0,1	0,1	0,1	0,84	0,1
3	Cold	Dry	Heavy	Light	0,1	0,1	0,9	0,15	0,1
4	Cold	Dry	Heavy	Heavy	0,1	0,1	0,9	0,84	0,1
5	Cold	Wet	Light	Light	0,1	0,9	0,1	0,15	0,1
6	Cold	Wet	Light	Heavy	0,1	0,9	0,1	0,84	0,1
7	Cold	Wet	Heavy	Light	0,1	0,9	0,9	0,15	0,1
8	Cold	Wet	Heavy	Heavy	0,1	0,9	0,9	0,84	0,1
9	Hot	Dry	Light	Light	0,9	0,1	0,1	0,15	0,1
10	Hot	Dry	Light	Heavy	0,9	0,1	0,1	0,84	0,1
11	Hot	Dry	Heavy	Light	0,9	0,1	0,9	0,15	0,1
12	Hot	Dry	Heavy	Heavy	0,9	0,1	0,9	0,84	0,1
13	Hot	Wet	Light	Light	0,9	0,9	0,1	0,15	0,1
14	Hot	Wet	Light	Heavy	0,9	0,9	0,1	0,84	0,1
15	Hot	Wet	Heavy	Light	0,9	0,9	0,9	0,15	0,15
16	Hot	Wet	Heavy	Heavy	0,9	0,9	0,9	0,84	0,84

3.3 Inference Engine Output

The inference engine output with the result of MIN α predicate from Test I and II refers to the Rules Base output parameter.

- a. Testing I. Inference Engine Output for LOW RANGE values:

Based on the Rules Base output (Table 1) and the value of MIN α predicate (Table 3).

-Z2 for SHORT Supply fan (Rule 2)

$$\alpha \text{ predicate MIN } [0,06] = (10-z2)/(10-4) \longrightarrow \alpha \text{ predicate MIN } [0,06] = (10-z2)/(10-4)$$

-Z2 for LONG Exhaust (Rule 2)

$$\alpha \text{ predicate MIN } [0,06] = (10-z2)/(10-4) \longrightarrow \alpha \text{ predicate MIN } [0,06] = (10-z2)/(10-4)$$

-Z2 for LONG Ionizer (Rule 2)

$$\alpha \text{ predicate MIN } [0,06] = (10-z1)/(11-3) \longrightarrow \alpha \text{ predicate MIN } [0,06] = (10-z1)/(11-3)$$

Table 6. New Membership output parameter LOW RANGE

Rule	Supply	Output Rule		Table 3 RESULT α (MIN)	New Memberships		
		Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	Short	Short	Short	0,8	5,2	5,2	4,6
2	Short	Long	Long	0,06	9,4	4,36	3,48
3	Short	Long	Long	0,2	8,8	5,2	4,6
4	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
5	Short	Short	Short	0,1	9,4	9,4	10,2
6	Short	Long	Long	0,06	9,4	4,36	3,48
7	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
8	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
9	Long	Short	Short	0,2	5,2	8,8	9,4
10	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
11	Long	Long	Long	0,2	5,2	5,2	4,6
12	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
13	Long	Short	Short	0,1	4,6	9,4	10,2
14	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48
15	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
16	Long	Long	Long	0,06	4,36	4,36	3,48

- b. Testing II. Inference Engine Output for HI RANGE values

Table 7. Test II. New membership function HI RANGE output parameters

Rule	Supply	Output Rule		Table 4 RESULT α (MIN)	New Memberships		
		Exhaust	Ionizer		Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	Short	Short	Short	0,1	9,4	9,4	10,2
2	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8

3	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
4	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
5	Short	Short	Short	0,1	9,4	9,4	10,2
6	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
7	Short	Long	Long	0,1	9,4	4,6	3,8
8	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
9	Long	Short	Short	0,1	4,6	9,4	10,2
10	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
11	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
12	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
13	Long	Short	Short	0,1	4,6	9,4	10,2
14	Long	Long	Long	0,1	4,6	4,6	3,8
15	Long	Long	Long	0,15	4,9	4,9	4,2
16	Long	Long	Long	0,84	9,04	9,04	9,72

3.4 Defuzzification

The calculation of the crisp value (z) using the Center of Area method is in accordance with equation (3)

a. Defuzzification for value Low Range = temperature (20°C) humidity (42) CO levels (12) smoke levels (100).

1) Z for Supply Fan Run

$$Z = \frac{0,852+0,06964+0,288+0,06436+0,194+0,06964+0,194+0,06436+0,252+0,06436+0,146+0,06436+0,146+0,06436}{0,8+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06+0,2+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06} = 5,932 \text{ sec}$$

2) Z for Exhaust Fan Run

$$Z = \frac{0,852+0,06436+0,252+0,06436+0,194+0,06436+0,146+0,06436+0,288+0,06436+0,252+0,06436+0,146+0,06436}{0,8+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06+0,2+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06} = 5,661 \text{ sec}$$

3) Z for Ionizer Active

$$Z = \frac{0,856+0,06348+0,246+0,06348+0,1102+0,06348+0,138+0,06348+0,294+0,06348+0,246+0,06348+0,1102+0,06348+0,138+0,06348}{0,8+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06+0,2+0,06+0,2+0,06+0,1+0,06+0,1+0,06} = 5,206 \text{ sec}$$

b. Defuzzification for value Hi Range = temperature (27°C) humidity (58) CO levels (19) smoke levels (350).

1) Z for Supply Fan Run

$$Z = \frac{0,194+0,194+0,194+0,146+0,194+0,194+0,146+0,146+0,146+0,146+0,146+0,146+0,1549+0,84904}{0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,15+0,84} = 7,384 \text{ sec}$$

2) Z for Exhaust Fan Run

$$Z = \frac{0,194+0,146+0,146+0,146+0,194+0,146+0,146+0,146+0,146+0,146+0,146+0,146+0,1549+0,84904}{0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,15+0,84} = 6,982 \text{ sec}$$

3) Z for Ionizer Active

$$Z = \frac{0,1102+0,138+0,138+0,138+0,1102+0,138+0,138+0,138+0,138+0,138+0,138+0,138+0,1542+0,84972}{0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,15+0,84} = 6,976 \text{ sec}$$

The results of Smart healthy smoking room are shown in Table 8, in Table 8 the output value of the models is compared with the output value of Matlab Analysis.

Table 7. Result of Smart healthy smoking room

NO	Input Value			Output Value Models			Output Value Matlab			
	Temp	Hum	CO level	Smoke level	Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)	Supply (z)	Exhaust (z)	Ionizer (z)
1	22	85	8	76	6,54	4,15	4,34	6,74	4,13	4,37
2	22	84	9	80	6,54	4,15	4,34	6,74	4,13	4,37
3	23	82	9	83	7,34	4,03	4,18	7,5	4,26	4,54
4	23	82	11	91	7,38	4,91	5,03	7,5	5,16	5,28
5	24	80	13	98	8,18	6,17	6,11	8,24	6,23	6,24
6	25	77	14	103	8,23	6,53	6,53	8,7	6,74	6,74
7	25	76	15	108	8,11	7,13	7,13	8,39	7,5	7,5
8	26	76	15	114	8,74	7,11	7,11	8,95	7,5	7,5
9	26	74	17	121	9,06	8,76	8,74	9,44	8,96	8,95
10	26	75	19	130	9,47	10	9,87	9,64	10,1	10

Mean Squared Error (MSE)

The output value of the model with Matlab simulation is different. So the MSE value on the defuzzification of the supply fan, exhaust fan and ionizer generated from the smart healthy smoking room is as follows.

MSE for Supply fan:

$$MSE = \frac{(AT1 - FT1)^2 + (AT2 - FT2)^2 + (AT3 - FT3)^2 + (AT4 - FT4)^2 + (AT5 - FT5)^2 + (AT6 - FT6)^2 + (AT7 - FT7)^2 + (AT8 - FT8)^2 + (AT9 - FT9)^2 + (AT10 - FT10)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(6,54 - 6,74)^2 + (6,54 - 6,74)^2 + (7,34 - 7,5)^2 + (7,38 - 7,5)^2 + (8,18 - 8,24)^2 + (8,23 - 8,7)^2 + (8,11 - 8,39)^2 + (8,74 - 8,95)^2 + (9,06 - 9,44)^2 + (9,47 - 9,64)^2}{10}$$

$$MSE = 0.0640$$

MSE for Exhaust fan:

$$MSE = \frac{(AT1 - FT1)^2 + (AT2 - FT2)^2 + (AT3 - FT3)^2 + (AT4 - FT4)^2 + (AT5 - FT5)^2 + (AT6 - FT6)^2 + (AT7 - FT7)^2 + (AT8 - FT8)^2 + (AT9 - FT9)^2 + (AT10 - FT10)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(4,15 - 4,13)^2 + (4,15 - 4,13)^2 + (4,03 - 4,26)^2 + (4,91 - 5,16)^2 + (6,17 - 6,23)^2 + (6,53 - 6,74)^2 + (7,13 - 7,5)^2 + (7,11 - 7,5)^2 + (8,76 - 8,96)^2 + (10 - 10,1)^2}{10}$$

MSE= 0.0502

MSE for Ionizer:

$$MSE = \frac{(AT1 - FT1)^2 + (AT2 - FT2)^2 + (AT3 - FT3)^2 + (AT4 - FT4)^2 + (AT5 - FT5)^2 + (AT6 - FT6)^2 + (AT7 - FT7)^2 + (AT8 - FT8)^2 + (AT9 - FT9)^2 + (AT10 - FT10)^2}{10}$$

$$MSE = \frac{(4,34 - 4,37)^2 + (4,34 - 4,37)^2 + (4,18 - 4,54)^2 + (5,03 - 5,28)^2 + (6,11 - 6,24)^2 + (6,53 - 6,74)^2 + (7,13 - 7,5)^2 + (7,11 - 7,5)^2 + (8,74 - 8,95)^2 + (9,87 - 10)^2}{10}$$

MSE= 0.0604

Based on the MSE value obtained for the Supply fan (0.643); Exhaust fan (0.5029) and Ionizer (0.6049). The calculation results for the MSE value are close to Zero, so it can be concluded that the smart healthy smoking rooms prototype works well with high accuracy values. The OLED display on the smart Healthy smoking rooms prototype in shows the final decision with Result = 1, meaning that the air condition of the room is healthy / good see in Figure 9 (A). And then Result = 0, it means that the room air condition is Unhealthy / bad see in Figure 9 (B). Result = 0, if the value of CO content more than 10 ppm, and the value of smoke content more than 80 ppm.



Figure 9 A-B. OLED Display Text Result Health or Unhealth

4 CONCLUSION

The results showed that the smart healthy smoking room was successfully designed by decomposing CO and indoor smoke. There is a difference in the actual fuzzy output value in the smoking room prototype with Matlab analysis. The value of Mean Squared Error (MSE) on the supply fan is 0.0640, the value of Mean Squared Error (MSE) on the exhaust fan is 0.0502 and the value of Mean Squared Error (MSE) of the ionizer is 0.0604. The MSE value with results closed to zero, it is concluded that the prototype works well with high accuracy values. Prototype smart healthy smoking room displays information with a value of Result = 1 (healthy / good room air condition). Result value = 0 (unhealthy / bad room air condition) if CO levels exceed 10 ppm and smoke 80 ppm. Suggestions for the future research is need improvement with other methods such as artificial neural network, Genetic Algorithm or Integrated network between smoking rooms as Big Data Analysis, and also added other sensors such as PIR sensors, Oxygen sensors or Ozone sensor to provide new input parameters.

ACKNOWLEDGEMENTS

Praise be to Allah SWT for all the grace and guidance for the gift of goodness, health and the revelation of useful knowledge. I would like to thank my parents and wife for their continuous support until the completion of this research. Special thanks to Mr. Arief Marwanto and Mrs. Suryani Alifah as supervisors in this research, and also thanks to all Lecturers and the educational community for their useful knowledge and assistance during education at the Postgraduate Department, Faculty of Industrial Engineering, Master of Electrical Engineering, Sultan Agung Islamic University (UNISSULA) Semarang Indonesia.

REFERENCES

- [1] B. Amalia, S. L. Cadogan, Y. S. Prabandari, and F. T. Filippidis, "Socio-demographic inequalities in cigarette smoking in Indonesia, 2007 to 2014," *Prev. Med. (Baltim.)*, vol. 123, pp. 27–33, 2019.
- [2] O. World Health, *World health statistics 2020: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*, no. September. 2020.
- [3] M. of H. of the R. of Indonesia, "Main Results of Riskesdas for Non-Communicable Diseases 2018," 2018.
- [4] M. of H. of the R. of Indonesia, "Smoking behavior of the Indonesian people based on the 2007 and 2013 Riskesdas," *Center for Data and Information of the Indonesian Ministry of Health*, pp. 2–12, 2015.
- [5] G. Y. T. S. Ministry of Health of the Republic of Indonesia, WHO, CDC, "Indonesian Information Sheet 2019," *World Health Organization*. Kementrian Kesehatan RI, WHO, Center for Disease Control and Prevention, Jakarta, pp. 1–2, 2020.
- [6] A. Aji, L. Maulinda, and S. Amin, "Isolation of Nicotine from Cigarette Butts as Insecticides," *J. Chem.*

LAMPIRAN 4: DRAFT PATEN

Deskripsi

Smart Healthy Smoking Room Berbasis Logika Fuzzy dan IoT System

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berkaitan dengan pengembangan sistem ruang merokok dengan menggunakan proses logika Fuzzy untuk menjaga kebersihan dan kesehatan udara dalam ruang merokok, alat dilengkapi dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) (9) untuk dapat memantau kondisi ruang secara real time. Alat menggunakan tiga buah sensor yaitu sensor temperature dan humidity DHT22(1), sensor kadar asap MQ2(2), dan sensor kadar CO MQ7(3) sebagai input parameter, data input diproses menggunakan Analisa Fuzzy logic. Hasil analisa Fuzzy menghasilkan nilai output untuk mengaktifkan supply fan (5), exhaust fan (6) dan ionizer udara (7).

Latar Belakang Invensi

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah perokok terbanyak. Menurut Global Youth Tobacco Survey pada tahun 2019 menyebutkan bahwa sebesar 19,2% pelajar di Indonesia usia 13-15 tahun merupakan perokok. Merokok di dalam ruangan akan menyisakan nikotin, asap dan karbon monoksida di dinding ruangan. Lebih dari 4800 zat kimia karsinogen yang ada dalam rokok akan lebih membahayakan ketika asap rokok tersebut terjebak di ruang terbatas. Rokok dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti penyakit jantung, stroke, kanker paru-paru, kanker rongga mulut, diabetes, hipertensi dan lain lain[20]. Perokok pasif merupakan salah satu korban, akibat dari banyak perokok yang merokok diluar ruangan merokok.

Banyak orang merasa terganggu oleh asap rokok di tempat umum seperti di gedung kantor, tempat perbelanjaan, restoran, bandara, atau tempat umum yang biasanya disediakan tempat khusus merokok. Namun banyak perokok aktif yang tidak merokok di ruang khusus merokok dikarenakan banyak hal, dari kurangnya segi kenyamanan, kebersihan, maupun sirkulasi udara. Dalam beberapa desain smoking room hanya menyediakan fan sebagai cerobong untuk mengeluarkan asap dari dalam ruangan saja, tanpa memperhitungkan kondisi kesehatan udara didalamnya. Solusi dari permasalahan tersebut dilakukan kajian tentang optimasi ruangan merokok (*smoking room*) dalam mengontrol kadar asap dan kadar CO dalam ruangan untuk menjaga kesehatan dan kebersihan udara, dengan

cara mengontrol udara dalam ruangan menggunakan supply fan, exhaust fan dan ionizer udara.

Penelitian tentang *smoking room* antara lain: prototype pembersih dan monitoring asap rokok untuk mendeteksi asap dan CO[1], asap dan gas buang NOx[2]. Desain *smoking room* dengan pengurai asap[3][4], pengontrolan suhu ruangan[5] dan memperhatikan ambang batas kesehatan[6]. Sistem control *smoking room* dengan dua input parameter dikembangkan menggunakan fuzzy tsukamoto[7], mamdani[8], decision tree[9], wireless sensor network[10] dan PID[11]. Beberapa penelitian dilakukan berbasis IoT dengan smartphone[12], dan web[13].

Paten lain yang terkait dengan sistem pengontrol kesehatan dan kebersihan udara dalam ruang merokok antara lain yaitu: Paten CN 111043622B[14] Pemilikan alat oleh Shaoxing Aso New Energy Technology Co. Ltd, adalah model penemuan sistem pemurnian udara pada jalur ventilasi ruang merokok, menggunakan alat ini dapat secara otomatis memurnikan udara dalam ruang rokok dan menambahkan aroma rasa asap dengan media penyerapan air cuka. Kelebihan penemuan ini yaitu lingkungan udara yang lebih baik, tingkat otomatisasi lebih tinggi, dan perokok di ruang merokok memiliki kenyamanan dan pengalaman merokok yang baik.

Paten CN 110743294B[15] Pemilikan alat oleh Haoxing Kegiao Jingliang Machinery Co. Ltd, adalah model penemuan perangkat *ring turning* pada lubang pemurnian asap dari *chamber* penyerapan asap, yang secara struktural terdiri dari *chamber* perawatan pemurnian asap menggunakan gas pekat sebagai proses awal *filtering* asap dari ruang merokok. Kelebihan alat ini memaksimalkan kerja sirkulasi udara dan penyerapan asap dalam ruangan.

Paten CN 211114885U[16] Pemilikan alat oleh Shanghai Fuliang Environmental Technology Co. Ltd, adalah model penemuan ruang merokok yang secara konkret berkaitan sensor asap dan pengolahan gas buang, gas buang dihirup dan melalui tahap *multifilter* untuk membersihkan asap serta penyerapan bau asap oleh filter karbon aktif. Langkah akhir melalui filter HEPA untuk mendapatkan udara bersih sebelum dikeluarkan ke udara bebas. Sensor temperature dipasangkan pada frame ruangan untuk mendeteksi panas jika terjadi kebakaran.

Paten CN 208792826U[17] Pemilikan alat oleh Inner Mongolia Xiaohai Cultural Media Co. Ltd dan Hubei Open Air Energy Research Institute Co. Ltd, adalah model penemuan ruang merokok multifungsi yang cerdas dengan memperhatikan suhu dan sirkulasi udara dalam ruang merokok. Kelebihan efek ventilasi model utilitas baik, suhu kamar dapat diakomodasi dengan mudah.

Kekurangan dari penemuan ini tidak ada koneksi IoT untuk memonitor secara realtime.

Paten CN 208794605U[17] Pemilikan alat oleh Inner Mongolia Xiaohai Cultural Media Co. Ltd dan Hubei Open Air Energy Research Institute Co. Ltd, adalah model smoking room cerdas menggunakan sensor temperature, sensor asap dan proses pemurnian. Pemurnian asap dari ruangan melalui tiga tahap yaitu electrostatic, sterilisasi asap dan lampu UV. Udara bersih hasil pemurnian dialirkan kembali ke dalam ruangan melalui saluran sirkulasi udara ruangan. Kekurangan dari penemuan ini tidak adanya display text dan koneksi IoT untuk memonitor secara realtime.

Paten CN 107542284B[18] Pemilikan alat oleh Anui Xingyuan Environmental Protection Technology Co. Ltd, adalah model jenis ruang merokok baru dengan dilengkapi saluran pembuangan limbah dan tangki *akumulator*. Model ruang rokok dipasang penangkap debu dan juga tempat pembuangan puntung rokok secara otomatis. Tempat abu rokok dan puntung rokok saling berhubungan dengan saluran pembuangan limbah ruangan. Ruang merokok ini memiliki desain yang masuk akal, mudah digunakan, sementara memiliki nilai penggunaan yang sangat ramah lingkungan. Kekurangan dari alat ini yaitu belum ada koneksi IoT.

Paten CN 10887057B[19] Pemilikan alat oleh Shangluo University, adalah model ruang merokok khusus untuk kantor non-terbuka, perangkat ini terdiri camera monitor, camera asap, camera deteksi temperature dan perangkat mechanic pengunci saluran. Sensor asap dan temperatur digunakan untuk mengontrol kondisi udara dalam ruangan, sedangkan perangkat pengunci mekanik berfungsi memaksimalkan pembuangan asap melalui saluran ventilasi untuk menghindari asap keluar menuju ruang perkantoran. Kekurangan dari alat ini yaitu belum dilengkapi dengan sensor udara komplit dan tanpa koneksi IoT.

Uraian Singkat Invensi

Invensi yang di usulkan model smart smoking room berbasis logika Fuzzy, model alat berfungsi sebagai pengontrol untuk menjaga kesehatan dan kebersihan udara dalam ruang merokok. Sensor digunakan DHT 22 (1), MQ 2 (2), dan MQ 7 (3) sebagai sensor humidity dan temperature, sensor asap, sensor CO. Data input dari keempat nilai kemudian diproses menggunakan logika Fuzzy dalam board programing Arduino Mega (4). Hasil proses oleh logika Fuzzy menghasilkan nilai dan dijadikan acuan untuk menggerakkan actuator output yaitu supply fan (5), exhaust fan (6) dan ionizer udara (7). Nilai output berupa *duration time*

untuk ketiga komponen output aktif atau running. Nilai dari input parameter ditampilkan pada Oled display text (8) untuk memberikan informasi kepada perokok tentang kadar nilai asap, CO, humidity, temperature, dan final result dengan nilai 1 atau 0. Nilai 1 artinya kondisi udara dalam ruangan adalah sehat, sedangkan Nilai 0 artinya kondisi udara dalam ruangan adalah tidak sehat. Alat dilengkapi Internet of Thing (9) untuk kemudahan dalam mengontrol kondisi udara *smart healthy smoking room* secara *real time* dalam web thingspeak.

Tujuan dari invensi adalah memberikan rasa nyaman untuk perokok di dalam *smart healthy smooking room* dengan menjaga kondisi kandungan udara senantiasa bersih dan sehat sesuai dengan aturan kesehatan pemerintah tentang tata ruang *public*.

Uraian Singkat Gambar

Untuk memudahkan pemahaman mengenai inti invensi ini, selanjutnya akan diuraikan perwujudan invensi melalui gambar-gambar terlampir

Gambar 1. adalah Diagram Input Sensor dan Komponen utama untuk Smart Healthy Smoking Room sesuai dengan invensi ini.

Gambar 2. adalah Block diagram Input dan Output Component untuk Smart Healthy Smoking Room sesuai dengan invensi ini.

Gambar 3. adalah Block Diagram full system untuk Smart Healthy Smoking Room sesuai dengan invensi ini.

Gambar 5. adalah Oled Display text Result Healthy dan Unhelathy, untuk Smart Healthy Smoking Room sesuai dengan invensi ini.

Uraian Lengkap Invensi

Invensi ini adalah pengembangan Model smart smoking room yaitu ruang khusus yang disediakan untuk perokok untuk mendapatkan kenyamanan pada saat aktivitas merokok dalam ruangan. Desain invensi smart smoking room dibuat dengan memperhatikan pengontrolan temperature, humidity, kadar CO dan kadar asap agar kondisi udara tetap nyaman. Desain invensi ini dilengkapi dengan 3 sensor sebagai parameter input. Sensor tersebut berfungsi untuk mengukur kondisi temperature dan humidity(1), kadar asap (2) dan kadar CO (Carbon Monoxide) (3),

dan kadar asap. Data diproses dalam microcontroller board Arduino Mega (4) dengan program analisa logika Fuzzy.

Keempat data input yang diolah analisis logika Fuzzy menghasilkan nilai output berupa *duration time* untuk mengaktifkan supply fan(5), exhaust fan (6) dan ionizer udara(7). *Duration time* adalah menyatakan berapa lama komponen output akan *activated / running*. atas dasar hasil dari perhitungan logika Fuzzy mengacu kepala Fuzzy rule. Pada invensi ini smoking room dilengkapi dengan display text pada Oled screen(8) untuk menampilkan nilai parameter input berupa temperature, humidity, kadar CO dan kadar asap, serta menampilkan final result yang menyatakan sehat atau tidak sehat terhadap kandungan udara dalam ruangan. Internet of Thing (9) ditambahkan dalam invensi model smoking room ini, data dari setiap pengukuran udara dalam ruangan smoking room akan dikirim melalui jaringan internet ke web Thingspeak secara *continuous*, data bersifat *real time* untuk kemudahan dalam pengontrolan kondisi udara ruangan *smoking room*.

Invensi untuk smoking room ini dijelaskan dengan melihat diagram ditunjukkan pada Gambar 2. Invensi untuk model smoking room ini terbagi atas tiga kelompok utama yaitu sisi input, processing dan sisi output, dijelaskan sebagai berikut:

A. Sisi Input

Sisi input dalam invensi ini adalah terdiri dari tiga buah sensor utama, yaitu sensor untuk mendeteksi temperature dan humidity udara, dan sensor pengukur kadar asap dalam udara.

1. Sensor DHT 22(1) adalah sensor untuk mengukur nilai temperature dan humidity. Nilai temperature untuk sensor ini dalam satuan derajat celcius dan kadar kelembaban udara / humidity dalam satuan persen. Sensor ini merupakan polymer capacitor dimana daerah operasi dan suhu pada range -40°C sampai dengan 80°C. Tegangan input yang dibutuhkan oleh sensor ini 3,3V sampai dengan 6V. Sensor ini mempunyai 4 pin yang mempunyai konfigurasi pin 1 sebagai Vdd atau tegangan input, pin 2 sebagai sinyal atau data, pin 3 null, dan pin 4 sebagai grounding
2. Sensor MQ2(2) adalah sensor untuk mengukur kadar asap dalam udara dalam satuan ppm. Nilai acuan untuk sensor kadar asap adalah dibawah 80 ppm, nilai ini menyatakan bahwa kadar asap adalah rendah atau diartikan bahwa kondisi udara adalah baik dan bebas asap. Sensor gas asap dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan memutar trimpotnya. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri.

3. Sensor MQ7 (3) adalah sensor untuk mengukur kadar CO (Carbon Monoxide) dengan satuan ppm. Nilai acuan untuk sensor kadar CO dalam invensi ini adalah dibawah 10 ppm, nilai ini menyatakan bahwa kadar CO adalah rendah atau diartikan bahwa kondisi udara adalah baik dan bebas Carbon Monoxide. Sensor ini tersusun dari keramik Al₂O₃ lapisan tipis SnO₂, elektroda serta heater yang kemudian digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastik dan stainless

B. Sisi Processing

Pada sisi processing dalam invensi ini adalah menggunakan board microcontroller Arduino Mega(4) dengan menggunakan program analisis logika Fuzzy .Pada bagian processing ini data atau nilai terukur untuk setiap parameter sensor input yaitu temperature dan humidity(1), kadar asap(2) dan kadar CO(3) diproses dengan logika Fuzzy untuk mendapatkan nilai baru sebagai duration time komponen output aktif atau running.

C. Sisi Output

Sisi output dalam invensi ini adalah terdiri dari supply fan (5), exhaust fan (6) dan ionizer udara(7) sebagai actuator untuk menjaga kondisi kebersihan dan Kesehatan udara didalam smoking room. Model invensi dilengkapi dengan koneksi IoT (9) dan display text pada Oled screen (8) untuk memberikan informasi sehat atau tidak sehat kondisi udara ruangan kepada perokok.

1. Supply fan (5) dalam invensi ini berfungsi sebagai pensupply udara bersih dari luar ruangan dan menghembuskan udara bersih tersebut ke dalam ruangan. Supply fan (5) beroperasi berdasarkan deration time yang merupakan nilai output berdasarkan analisis logika Fuzzy dalam board microcontroller Arduino Mega (4).
2. Exhaust fan (6) dalam invensi ini berfungsi sebagai penghisap udara asapdari dalam ruangan dan menghembuskan udara asap tersebut ke luar ruangan. Exhaust fan (6) beroperasi berdasarkan duration time yang merupakan nilai output berdasarkan analisis logika Fuzzy dalam board microcontroller Arduino Mega (4).
3. Ionizer generator(7) dalam invensi ini adalah perangkat yang menghasilkan tegangan tinggi untuk mengionisasi molekul udara, sehingga terbentuk ion negatif. Ion negatif atau anion adalah partikel dengan satu atau lebih elektron, dan merupakan partikel bermuatan negatif murni. Efek tegangan tinggi pada ionizer juga dapat menghasilkan ozon (senyawa O₃ hasil reaksi O₂ dengan Oradikal). Ionizer udara(7) ini

berfungsi sebagai *decomposer* asap sehingga menjadi udara bersih.

4. IoT connection (9) dalam invensi ini adalah koneksi untuk mengirimkan data ke Web Thingspeak, sehingga data dalam smoking room dapat dimonitor secara real time.
5. LCD oled (8) dalam invensi ini adalah sebagai display text untuk menampilkan nilai parameter temperature dan humidity (1), kadar asap (2), kadar CO (3) dalam ruangan, serta menampilkan final result tentang sehat atau tidak sehat kandungan udara dalam ruangan. OLED (Organic Light-Emitting Diode) adalah lembaran senyawa organik yang akan memancarkan cahaya bila dilalui arus elektrik. OLED dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah display dengan ketelitian pixel 128 x 64. Display OLED memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu panjangnya sekitar 0.96 inchi, karakter yang ditampilkan pada OLED dapat dengan mudah dibaca (*readable*) dikarenakan OLED memiliki tingkat kontras yang tajam.

Invensi untuk smoking room ini secara umum dijelaskan dengan melihat Gambar 3. Diagram full system invensi, dijelaskan sebagai berikut:

1. Invensi smoking room dimulai dari sensor DHT 22(1), sensor MQ 2(2) dan MQ 7(3), yaitu parameter input berupa temperatur dan humidity, kadar asap, dan kadar CO. Sisi output supply fan (5) exhaust fan (6) ionizer (7) LCD Oled(8) dan Iot(9).
2. Nilai temperature dan humidity (1), kadar asap (2), kadar CO (3) diolah sesuai tahapan Langkah Fuzzy yaitu Fuzzyfikasi (10) Rules Base (11), inferensi engine dan Defuzzyfikasi (12)
3. Setelah proses Fuzzyfikasi (10) Rules Base (11), inferensi engine dan Defuzzyfikasi (12) diperoleh nilai output crisp.
4. Nilai output crisp yang dihasilkan adalah *duration time* untuk supply fan (5), exhaust fan (6) dan ion generator (7)
5. Nilai sensor DHT 22 (1) MQ2 (2) MQ7 (3) ditampilkan pada LCD Oled (8), data dikirimkan melalui koneksi IoT (9) ke web Thingspeak.

Berdasarkan penjelasan alur singkat diatas, invensi smart healthy smoking room dijelaskan dalam kesatuan utuh dari tiap fungsi sensor, komponen processing dan actuator output adalah sebagai berikut,

1. Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 adalah representasi struktur dari alat pengontrol kondisi udara hasil perwujudan penemuan ini. Berdasarkan ilustrasi, perangkat sensor dari penemuan ini meliputi: Perangkat sensor DHT22 (1), sensor MQ2 (2) dan MQ7 (3) sebagai pembaca nilai kandungan udara ruang invensi. Perangkat sensor diletakan pada sisi atas belakang ruangan, digunakan untuk mendeteksi temperatur, kelembaban udara, kadar asap dan kadar CO. Nilai tersebut diolah dalam board Arduino Mega (4). Nilai berupa numerik dengan satuan ppm untuk asap dan CO. derajat celcius untuk temperature, persen untuk humidity udara.
2. Data numerik diolah dalam board program Arduino Mega (4), board menyalaikan lcd Oled (8)
3. Program board dengan Fuzzy logic dengan Langkah Fuzzyfikasi (10) Rules Base (14) Inferensi engine dan defuzzyfikasi (12) dengan persamaan berikut:

$$\mu_{Suhu\ Hot}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 18 \\ \frac{x - 18}{28 - 18}; & 18 \leq x < 28 \\ 1; & x \geq 28 \end{cases}$$

Proses defuzzyfikasi menggunakan persamaan centre of area, adalah sebagai berikut:

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_i}{\sum \mu_i}$$

4. Defuzzyfikasi (12) memperoleh duration time untuk menggerakkan Supply fan (5), Exhaust fan (6), Ionizer udara (7) sesuai dengan perhitungan analysis Fuzzy. Kondisi udara dalam ruangan sehat atau tidak sehat, acuan udara sehat jika kadar CO dan asap adalah dibawah 10 ppm dan 80 ppm.
5. Keseluruhan nilai oleh sensor DHT22 (1), MQ2 (2), MQ7 (3) yaitu temperature dan humidity, asap dan CO level, dan nilai komponen output Supply fan (5), Exhaust fan (6), dan Ionizer (7) dengan menggunakan teknologi IoT (9) seluruh data input dan output dikirimkan ke Web Thingspeak untuk kemudahan dalam monitor secara real time.

Klaim

1. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada smart healthy smoking room dengan karakteristik berbasis logika Fuzzy dan DSS system
2. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan karakteristik penggunaan teknologi IoT.
3. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan sensor pengukur temperature dan humidity udara.
4. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan sensor kadar asap
5. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan sensor carbon monoksida (CO)
6. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan display text pada Lcd Oled
7. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan board microcontroller Arduino mega dengan logika Fuzzy dan DSS
8. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan supply fan untuk sirkulasi udara
9. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan exhaust fan untuk sirkulasi udara
10. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik penggunaan decomposer udara oleh ionizer generator
11. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada Klaim 1, dengan katakteristik kebersihan udara pada kadar asap dibawah 80 ppm dan CO dibawah 10 ppm
12. Sistem pengontrol kebersihan dan kesehatan udara pada smart healthy smooking room mengacu pada Klaim 1-11 sebagai pengontrol kebersihan dan kesehatan udara untuk kenyamanan ruangan

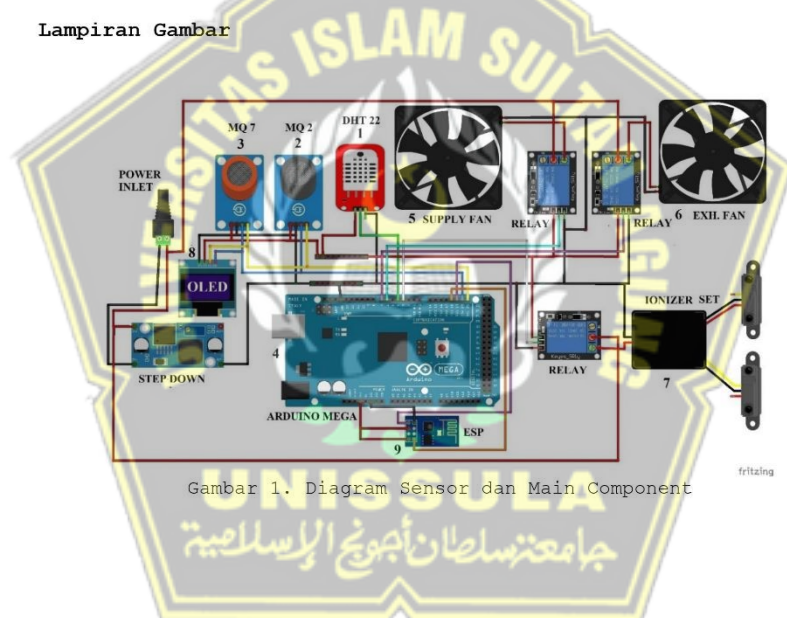
Abstrak:

Smart healthy smoking room adalah ruang merokok cerdas untuk kendali kadar udara baik pada ruang merokok yang menggunakan

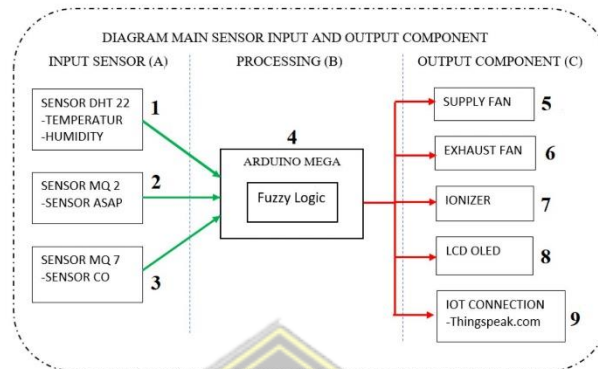
logika fuzzy. Logika Fuzzy dilakukan dengan parameter input yaitu temperature dan humidity (1), kadar asap (2), kadar CO (3) dan komponen output berupa supply fan (5), exhaust fan (6), ionizer (7) sebagai pembersih udara. Seluruh data ditampilkan dalam web Thingspeak untuk kemudahan dalam monitoring kondisi udara ruang merokok secara realtime.

Hasil tampilan display pada invensi smart smoking room ini dengan ditunjukan pada Gambar 4, yaitu invensi smart healthy smoking room dilengkapi LCD Oled(8) untuk menampilkan keputusan final Result = 1 artinya kondisi udara ruang sehat / baik(A), dan Result = 0 artinya kondisi udara ruang tidak sehat(B), apabila kadar CO melebihi 10 ppm dan asap 80 ppm. Smart smoking room ini bertujuan untuk memberikan kenyamanan kepada perokok dengan menjaga kondisi kebersihan dan Kesehatan udara dalam ruang merokok.

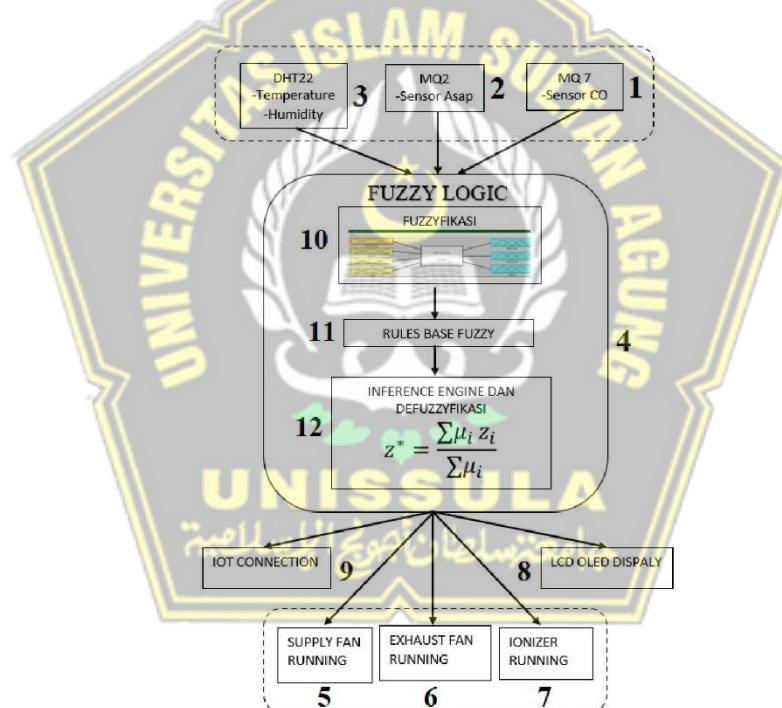
Lampiran Gambar



Gambar 1. Diagram Sensor dan Main Component



Gambar 2. Block Diagram Input dan output Component



Gambar 3. Diadram Block full system smart smoking



Gambar 4. OLED Display, Final Result healthy(A) - Unhealthy(B)

Referensi:

- [1] Iswanto, K. Purwanto, W. Hastuti, A. Prabowo, and M. Y. Mustar, "Smart smoking area based on fuzzy decision tree algorithm," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 6, pp. 500-504, 2019, doi: 10.14569/ijacsa.2019.0100665.
- [2] A. A. Wicaksono, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGONTROL KUALITAS KADAR GAS BUANG PADA RUANG TERTUTUP MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY," in *Electro National Conference (ENACO) Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2018, vol. 1, no. 1.
- [3] M. Kim, H. Jung, E. Park, and J. Jurng, "Performance of an air purifier using a MnOx/TiO2 catalyst-coated filter for the decomposition of aldehydes, VOCs and ozone: An experimental study in an actual smoking room," *Build. Environ.*, vol. 186, p. 107247, 2020.
- [4] H. Kim, K. Lee, J. An, and S. Won, "Determination of secondhand smoke leakage from the smoking room of an internet café," *J. Air Waste Manag. Assoc.*, vol. 67, no. 10, pp. 1061-1065, 2017, doi: 10.1080/10962247.2017.1338205.
- [5] R. Dejchanchaiwong, Y. Tirawanichakul, S. Tirawanichakul, A. Kumar, and P. Tekasakul, "Techno-economic assessment of forced-convection rubber smoking room for rubber cooperatives," *Energy*, vol. 137, pp. 152-159, 2017.
- [6] K. Lee, E. J. Hahn, H. E. Robertson, L. Whitten, L. K. Jones, and B. Zahn, "Air quality in and around airport enclosed smoking rooms," *Nicotine Tob. Res.*, vol. 12, no. 6, pp. 665-668, 2010.
- [7] V. N. Kinanti, M. Yamin, and L. M. F. Aksara, "Prototype Penyaring Asap Rokok Pada Smoking Area Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) dan Fuzzy Tsukamoto," *semantIK*, vol. 2, no. 1, pp. 195-202, 2016, doi: 10.1002/hlca.200390335.
- [8] H. Alvian, W. S. Pambudi, and A. Fahruzi, "Prototipe Sistem Kontrol Exhaust Fan pada Smoking Room Menggunakan

LAMPIRAN 5: *PLAGIATISM RECORD*



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 PO BOX. 1054 Telp. (024) 6583584 Ext. 349 Semarang 50012

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

KETERANGAN BEBAS PLAGIASI

Tim Pemeriksa Kemiripan Tulisan Ilmiah telah memeriksa unggahan file atas nama:

Nama : Fajar Pujiyanto
Program Studi : Magister Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung,
Semarang
Judul Tesis : SMART SMOKING ROOM BERBASIS FUZZY LOGIC
Pemeriksa : PJS. Sekretaris Program Studi MTE UNISSULA
Tanggal Periksa : 14 Agustus 2021

Menyatakan bahwa hasil pemeriksaan dengan menggunakan aplikasi Turnitin terhadap tulisan ilmiah dengan judul diatas menghasilkan kemiripan sebesar 9 % dengan sumber – sumber online lainnya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

PJS. Sekretaris Program Studi
Magister Teknik Elektro



Arif Marwanto, ST., M. Eng., Ph. D
NIK/NIDN: 210600018/0628097501



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 PO BOX. 1054 Telp. (024) 6583584 Ext. 349 Semarang 50012

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

MAGISTER TENIK ELEKTRO

ACC

Sesuai dengan ketentuan UNISSULA <24.99%

PJS. Sekretaris Prodi MTE

Arief Marwanto, Ph. D

Turnitin Originality Report

Document Viewer

Processed on: 14-Aug-2021 8:56 AM +08
ID: 1802175024
Word Count: 17058
Submitted: 1

SMART SMOKING ROOM BERBASIS LOGIKA FUZZY By Fajar Pujiyanto

Similarity Index	Similarity by Source
9%	Internet Sources: 9%
	Publications: 2%
	Student Papers: 2%

exclude sources	exclude bibliography	exclude matches < 1%	mode: quickview (classic) report	Change mode	print	refresh	download
1% match (Internet from 06-May-2019) https://repository.unissula.ac.id							
1% match (Internet from 14-May-2021) https://floodsforj.univ.ac.id							
1% match (Internet from 27-Dec-2020) https://journal.ums.ac.id/index.php/infatekmes/article/download/21/aff							
1% match (Internet from 04-Oct-2020) https://library.uin-suka.ac.id/doi/10.24060/engineering/article/download/1942/1843							
1% match (Internet from 01-Oct-2020) http://seprints.uin-suka.ac.id							
1% match (Internet from 08-Jun-2021) http://repository.uin-suka.ac.id							
1% match (Internet from 15-Jul-2021) http://repository.uin-suka.ac.id							

LAMPIRAN 6: SCREEN SHOOT PLAGIATISM RESULT

Turnitin Originality Report

Processed on: 14-Aug-2021 04:55 AM +08
 ID: 16811/5654
 Word Count: 1,056
 Submitted: 1

SMART SMOKING ROOM BERBASIS LOGIKA FUZZY By Fajar Pujiyanto

Similarity Index	Similarity by Source
9%	Internet Sources: 8% Publications: 0% Student Papers: 0%

exclude quoted exclude bibliography excluded matches < 1% modet: quickview (classic) report Change mode print refresh download

1% match (Internet from 06-May-2019) http://repository.unissula.ac.id	
1% match (Internet from 14-May-2021) http://Repository.umy.ac.id	
1% match (Internet from 27-Dec-2020) https://ejournal.uin-suka.ac.id/index.php/informasi/article/download/211/pdf	
1% match (Internet from 04-Oct-2020) https://lib.ugm.ac.id/ejournal/ejournal.unissula.ac.id/index.php/ugmjournal/article/download/1942/1941	
1% match (Internet from 01-Oct-2020) http://ejournal.unissula.ac.id	
1% match (Internet from 08-Jun-2021) http://repository.unissula.ac.id	
1% match (Internet from 15-Jul-2021) http://repository.unissula.ac.id	

ACC



Arief Marwanto, Ph. D

