



Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat

Proposal Tugas Akhir

**Oleh:
Tasya Tri Aprilia
(4242201032)**

**Program Studi Teknologi Rekayasa Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2026**

Lembar Pengesahan

**Proposal Tugas Akhir disusun untuk digunakan sebagai rencana kerja
pada pelaksanaan Tugas Akhir**

**Disusun oleh:
Tasya Tri Aprilia (4242201032)**

Tanggal Sidang : 27 Juli 2026

Disetujui oleh :



**Dosen Penguji I
Ika Karlina Laila Nur
Suciningtyas, S.Si., M.Si
NIK: 119219**



**Dosen Pembimbing
Dr. Iman Fahruzi, ST., MT
NIK: 100007**



**Dosen Penguji II
Mishthafiyatillah, S.Si, M.Sc
NIK: 124328**

Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat

Abstrak

Rokok adalah sumber penyakit, namun kebiasaan merokok masih banyak dilakukan oleh masyarakat dengan beragam usia. Selain membahayakan diri sendiri, perokok sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu perokok pasif dan perokok aktif. Perokok aktif merupakan individu yang melakukan kegiatan merokok, sedangkan perokok pasif merupakan individu yang menghirup asap rokok tanpa merokok. Berdasarkan masalah tersebut, muncul gagasan untuk menyediakan *smoking area/smoking room* di sebagian tempat umum dengan tujuan tetap menjaga kesehatan lingkungan. Di dalam *smoking room* sendiri dilengkapi dengan kipas angin yang mengganti udara kotor dalam ruangan dengan udara bersih dari luar ruangan atau yang biasa disebut *Exhaust Fan*. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) yang memantau konsentrasi asap dan parameter kualitas udara, seperti kadar CO₂, suhu, kelembapan, serta partikel polutan lainnya di area merokok. Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang lebih sehat di area merokok dalam bandara. Merokok di ruang publik khususnya di bandara, dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas udara dan kesehatan pengunjung serta staf. Data yang terkumpul akan dianalisis secara *real-time* melalui LCD untuk memberikan informasi terkait kondisi kualitas udara dan tingkat paparan asap rokok. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan, kesehatan dan keselamatan pengunjung, serta mendukung upaya keberlanjutan dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat di bandara.

Kata kunci: Asap, Kualitas Udara, Smoking Area, IoT

Smoke and Air Quality Monitoring System at Airport Smoking Area to Support Healthy Environment

Abstract

Cigarettes are a source of disease, yet smoking remains a common habit among people of all ages. In addition to endangering themselves, smokers themselves are divided into two types, namely passive smokers and active smokers. Active smokers are individuals who engage in smoking activities, while passive smokers are individuals who inhale cigarette smoke without smoking. Based on this problem, the idea to provide smoking area/smoking rooms in some public places with the aim of maintaining environmental health. The smoking room itself is equipped with a fan that replaces dirty air in the room with clean air from outside the room or what is commonly called Exhaust Fan. This research develops a system based on Internet of Things (IoT) technology that monitors smoke concentration and air quality parameters, such as CO₂ levels, temperature, humidity and other pollutant particles in smoking areas. Smoke and Air Quality Monitoring System in Airport Smoking Area to Support Healthy Environment aims to create a healthier environment in the smoking area in the airport. Smoking in public spaces, especially in airports, can have a negative impact on air quality and the health of visitors and staff. The data collected will be analyzed in real-time through LCD to provide information related to air quality conditions and the level of exposure to cigarette smoke. The implementation of this system is expected to improve the comfort, health and safety of visitors, as well as improve the quality of life of visitors.

Keywords: Smoke, Air Quality, Smoking Area , IoT

Daftar Isi

Lembar Pengesahan.....	i
Abstrak.....	ii
<i>Abstract</i>	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel	viii
Bab 1. Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka.....	4
Bab 3. Metodologi Penelitian.....	6
3.1. Perancangan	6
3.1.1. Perancangan Tahap Penelitian.....	6
3.1.2. Perancangan Sistem.....	7
3.1.3. Blok Diagram Sistem	8
3.2. Deskripsi Kerja Sistem.....	9
3.3. Rancangan Desain Elektrical.....	9
3.4. Rancangan Desain Mekanikal	11
3.5. <i>Fuzzy Logic</i>	11
3.5.1. <i>Fuzzyfication</i>	12
3.5.2. <i>Membership Function</i>	12
3.5.3. Deffuzifikasi.....	14

3.5.4. <i>Fuzzy Rule</i>	15
3.6. <i>Internet Of Things</i>	15
3.7. Sistem Terkait	16
3.7.1. Arduino Uno.....	16
3.7.2. Sensor MQ-2	16
3.7.3. Kipas (<i>Exhaust Fan</i>).....	17
3.7.4. <i>Liquid Crystal Display</i> 16X2 (LCD)	18
3.7.5. <i>Driver Motor</i> L298N.....	18
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	20
4.1. Hasil	20
4.1.1. Hasil Pengujian Konsentrasi Sensor MQ-2	21
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Fuzzy Logic</i>	22
4.1.3. Hasil Pengujian <i>Exhaust Fan</i>	24
4.2. Pembahasan.....	26
4.2.1. Pembahasan Konsentrasi Sensor MQ-2.....	26
4.2.2. Pembahasan Kinerja <i>Fuzzy Logic</i> Berdasarkan Ketebalan Asap	26
Bab 5. Penutup	28
5.1. Kesimpulan.....	28
5.2. Saran.....	28
Daftar Pustaka	29

Daftar Gambar

Gambar 3.1 Perancangan Tahap Penelitian.....	6
Gambar 3.2 Perancangan Sistem.....	7
Gambar 3.3 Blok Diagram	8
Gambar 3.4 Desain Elektrikal	9
Gambar 3.5 Rancangan Desain Mekanikal	11
Gambar 3.6 <i>Membership Function</i> Sensor MQ-2	13
Gambar 3.7 <i>Membership Function Exhaust Fan</i>	14
Gambar 3.8 Arduino Uno	16
Gambar 3.9 Sensor MQ-2	17
Gambar 3.10 Kipas (<i>Exhaust Fan</i>).....	17
Gambar 3.11 LCD 16X2	18
Gambar 3.12 <i>Driver Motor</i> L298N	19
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Sensor MQ-2.....	21
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian <i>Fuzzy Logic</i>	23
Gambar 4.3 <i>Tachometer Digital</i>	24

Daftar Tabel

Tabel 3.1 *Wiring* Desain Elektrikal 10

Tabel 3.2 *Membership Function* sensor MQ-2..... 12

Tabel 3.3 *Membership Function Exhaust Fan*..... 13

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Konsentrasi Sensor MQ-2 20

Tabel 4.2 Pengujian *Fuzzy Logic* Pada Sensor dan Outputnya..... 22

Tabel 4.3 Pengujian Pada *Exhaust Fan* 24

Tabel 4.4 Kategori Pada *Exhaust Fan* 26

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang menjadi perhatian. Emisi gas karbon monoksida (CO), tar, dan nikotin yang terbentuk dari kendaraan dan asap rokok ini memiliki banyak pengaruh buruk bagi kesehatan tubuh maupun lingkungan.[1] Meningkatnya aktivitas merokok manusia terutama di daerah publik seperti bandara dan terminal sangat berkontribusi pada menurunnya kualitas udara yang bisa berdampak sangat negatif terhadap kesehatan masyarakat. Salah satu area yang sering terabaikan yaitu *smoking area*[2], dimana asap rokok dan polutan lainnya berkumpul yang mana jika hal-hal itu tidak terkoordinir dengan baik, sangat bisa mencemari lingkungan sekitarnya sehingga berdampak pada kesehatan pengunjung dan para staf bandara.

Sebagai pintu gerbang internasional [3], bandara bertanggung jawab untuk menyediakan kualitas udara yang baik dan sehat untuk semua pengunjung maupun pekerjanya. Selain rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kualitas udara, pengelola bandara juga dituntut untuk memenuhi standar kesehatan dan keselamatan lingkungan [4], serta regulasi yang semakin ketat terkait dengan kesehatan dan keselamatan, dibutuhkan suatu sistem yang diharapkan efektif untuk mengelola kualitas udara, khususnya pada area merokok (*smoking area*). [5]

Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada *Smoking Area* Bandara ini bertujuan untuk memberikan solusi yang menyeluruh dalam mengatasi masalah pencemaran udara di bandara. Dengan memanfaatkan teknologi yang sudah maju dan modern, sistem ini mampu mendeteksi dan menganalisis tingkat polutan dan asap rokok, serta memberikan data *real-time* melalui LCD yang bisa digunakan sebagai acuan untuk mengambil tindakan yang tepat. Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem monitoring yang memanfaatkan data yang diterima dari sensor MQ-2 dan di proses menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan *fuzzy logic*. Implementasi atau penerapan sistem ini diharapkan tidak hanya akan meningkatkan kualitas udara di *smoking area*, namun juga membantu memberikan kesadaran

kepada perokok tentang bahaya asap rokok dan polutan untuk kesehatan orang lain yang berada di sekitarnya.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat menggunakan sensor MQ-2 berbasis Arduino Uno?
2. Bagaimana menerapkan *Fuzzy Logic* untuk mengendalikan kecepatan *exhaust fan* berdasarkan konsentrasi asap rokok?
3. Bagaimana kinerja sistem dalam memonitor konsentrasi asap dan mengendalikan *exhaust fan* berdasarkan hasil pembacaan sensor MQ-2?

1.3. Tujuan

Penelitian ini dirancang sebagai alat untuk mendukung lingkungan sehat dan menganalisis tingkat pencemaran udara akibat asap rokok di *smoking area* bandara, diantara lain ;

1. Guna menjaga lingkungan di *smoking area* bandara agar terhindar dari pencemaran udara, maka diperlukan adanya kipas yang berfungsi untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan atau biasa disebut dengan *exhaust fan*, sistem kerjanya yaitu menukar udara yang tercemar di *smoking area* dengan udara segar yang ada diluar *smoking area*.
2. Pada *smoking area* akan dipasang sensor MQ-2 yang mana fungsi sensor tersebut adalah mendeteksi asap. Semakin banyak asap yang dihasilkan di *smoking area*, maka semakin kuat pula putaran *exhaust fan*-nya.
3. Ketika sensor MQ-2 tidak mendeteksi asap, maka *exhaust fan* akan bergerak sangat lambat atau tidak bergerak sama sekali.

Dengan penerapan Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat ini diharapkan tetap bisa menjaga lingkungan sehat dan terhindar dari pencemaran udara di bandara.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat membantu mengurangi pencemaran udara yang berasal dari asap rokok dan berbagai polutan lainnya pada *smoking area* bandara. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan kualitas udara di area tersebut bisa menjadi lebih bersih dan sehat, sehingga orang

yang berada di sekitar—baik perokok maupun non-perokok—dapat merasa lebih nyaman. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan bisa menjadi langkah awal bagi pengelola bandara untuk menciptakan lingkungan yang lebih ramah bagi semua pengunjung, dengan udara yang lebih segar dan bebas dari paparan asap berlebih.

1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada kuatnya putaran *exhaust fan*.
2. Penelitian di implementasikan di *smoking area* menggunakan sensor asap MQ-2.
3. Sensor ini hanya akan bekerja pada ruangan tertutup dalam jarak efektif deteksi sensor maksimum 2 meter

Bab 2. Tinjauan Pustaka

Monitoring merupakan sebuah kegiatan untuk menjamin akan tercapainya semua tujuan organisasi dan manajemen.[6] Monitoring juga didefinisikan sebagai langkah untuk mengkaji apakah kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana, mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi, melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah tepat untuk mencapai tujuan, mengetahui kaitan antara kegiatan dengan tujuan untuk memperoleh ukuran kemajuan. Berdasarkan definisi diatas disimpulkan bahwa monitoring adalah kegiatan yang mengkaji dan mengevaluasi atas informasi tentang kinerja pelaksanaan suatu proyek atau kegiatan dengan melihat apakah telah terjadi peningkatan dengan adanya tindakan serta memastikan kepatuhan terhadap peraturan.

Kualitas udara merupakan faktor penting bagi kesehatan manusia dan merupakan perhatian jangka panjang. Terutama di daerah perkotaan, karena akan berpengaruh langsung terhadap kesehatan masyarakat maupun kenyamanan kota. Timbulnya kualitas udara ini berasal dari aktivitas alam maupun dari aktivitas manusia. Kualitas udara cukup memprihatinkan dalam kondisi sekarang ini. Banyak sekali kegiatan manusia yang dibuat sehingga menghasilkan pencemaran udara. Berbagai pencemaran udara dapat dibilang berasal dari kegiatan antara lain, transportasi, pabrik industri perkantoran dan perumahan. [7]

Smoking area merupakan area atau tempat-tempat yang mengizinkan para perokok untuk merokok. Biasanya area atau tempat ini bisa kita dapati di tempat-tempat umum, seperti; bandara, pelabuhan, mal dan lain-lain. 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.[8]

Kesehatan merupakan hal yang sangat penting dalam hidup kita yang tidak bisa di beli dengan uang. Merokok merupakan hal yang telah diketahui sangat membahayakan kesehatan. Asap rokok mengandung bahan kimia

beracun seperti Karbon Monoksida(CO) yang menimbulkan bahan berbahaya dan racun di dalam rokok tidak hanya mengakibatkan gangguan kesehatan pada orang yang merokok (perokok aktif), namun juga pada orang-orang di sekitarnya yang tidak merokok (perokok pasif).[9]

Penyusunan laporan tugas akhir ini merujuk pada jurnal sebagai literatur. Penelitian dengan judul “Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2” membahas tentang perancangan alat yang mampu menghitung jumlah zat CO₂ dan CO dalam satuan PPM. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai otak utama yang digunakan sebagai pengolah data hasil pendeteksian dari sensor MQ-135 dan MQ-2. Menurut Ramady, sensor MQ-2 juga mempunyai kepekaan, waktu respon dan pengukuran yang cepat dan tepat.

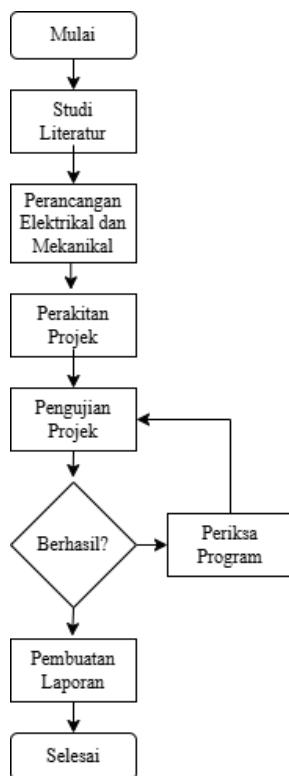
Untuk memastikan bahwa pengujian dilaksanakan sesuai harapan, pengembangan sistem otomatisasi dalam Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat sangat membantu untuk meningkatkan kualitas udara.

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1 Perancangan

Pada proyek yang dilaksanakan dengan judul Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara Pada Smoking Area Bandara Untuk Mendukung Lingkungan Sehat menggunakan metode *Fuzzy Logic*. Dimana *output* dari proyek ini nantinya menggunakan *exhaust fan* yang akan bergerak sesuai dengan kepekatan asap yang dibaca oleh sensor MQ-2 [10] dan juga tampilan pada LCD yang terdapat pada luar smoking area menunjukkan kategori keadaan dalam *smoking area*.

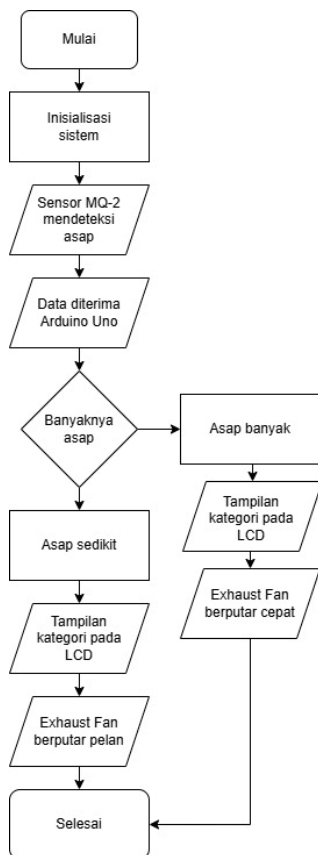
3.1.1 Perancangan Tahap Penelitian



Gambar 3.1 Perancangan Tahap Penelitian

Pada gambar 3.1 menunjukkan tahapan penelitian dimana diawali dengan studi literatur, perancangan mekanikal dan elektrik, perakitan proyek, pengambilan keputusan mengenai berhasil tidaknya perakitan proyek tersebut, jika berhasil maka dilanjutkan dengan pembuatan laporan.

3.1.2 Perancangan Sistem

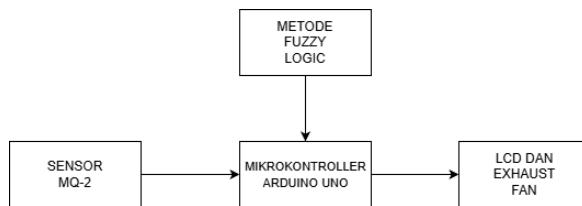


Gambar 3.2 Perancangan Sistem

Pada Gambar 3.2 menunjukkan *flowchart* yang menggambarkan bagaimana Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara Pada Smoking Area Bandara Untuk Mendukung Lingkungan Sehat bekerja. Dengan mengandalkan *input* dari sensor MQ-2 dan *output* berupa *exhaust fan* dan LCD yang diharapkan pengujian ini bisa mengatur kecepatan *exhaust fan* untuk menukar udara dari *smoking area* dengan udara yang bersih, LCD yang berfungsi menunjukkan kategori keadaan dalam *smoking area*.

3.1.3 Blok Diagram Sistem

Sistem yang bekerja pada penelitian kali ini yaitu bekerja pada nilai yang diperoleh dari sensor MQ-2. Data konsentrasi asap yang dibaca sensor diproses menggunakan *fuzzy logic* pada Arduino Uno yang menghasilkan *output* berupa *exhaust fan* dan tampilan yang bisa diakses pada *Liquid Crystal Display* (LCD).



Gambar 3.3 Blok Diagram

Pada Gambar 3.3 menunjukkan bagaimana blok diagram sistem dari proyek Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara Pada Smoking Area Bandara secara garis besar.

1. Sensor MQ-2
Proyek ini menggunakan sensor MQ2 yang berfungsi sebagai *input* untuk mendeteksi konsentrasi asap rokok dalam satuan *parts per million* (PPM) pada area merokok (*smoking area*).[11]
2. Arduino berperan sebagai mikrokontroler yang mengelola data dari sensor ketika mendeteksi asap rokok, kemudian mengaktifkan relay sehingga relay tersebut secara langsung mengaktifkan kipas.[12]
3. Dalam logika *fuzzy* ini fungsi keanggotaan *Input* dibagi menjadi 4 kondisi yaitu; normal, sedang, awas dan bahaya.
4. *Exhaust fan* digerakkan sesuai dengan kondisi konsentrasi asap.

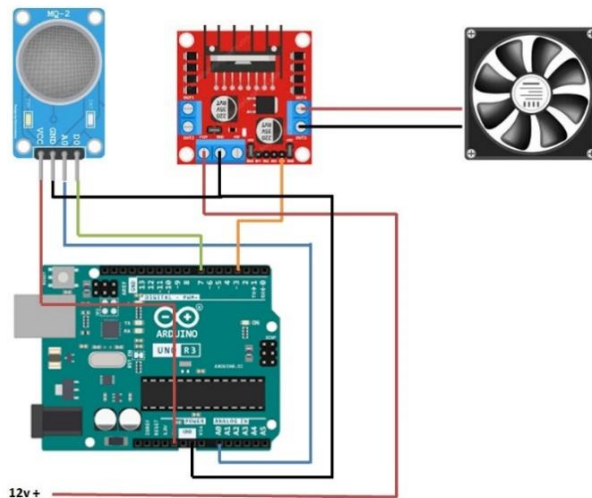
5. LCD digunakan sebagai tampilan (*display*) kategori keadaan dalam *smoking area*.

3.2 Deskripsi Kerja Sistem

Saat alat menerima daya, maka Arduino Uno akan mulai mendeteksi asap melalui sensor MQ-2. Data tersebut diolah oleh sistem *fuzzy* yang telah diterapkan pada mikrokontroler. Jika masuk kategori “Normal”, maka *exhaust fan* berputar sangat pelan dan LCD menampilkan kategori “Normal”. Ketika konsentrasi asap meningkat menjadi “Sedang”, kecepatan kipas akan meningkat secara berkala. Pada kategori “Awat”, kipas berputar cepat, sedangkan pada kategori “Bahaya”, *exhaust fan* akan beroperasi secara maksimal. LCD secara bersamaan akan menampilkan kategori beserta nilai konsentrasi asap dalam satuan *parts per million* (PPM).

3.3 Rancangan Desain Elektrikal

Gambar desain elektrikal bisa dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Desain Elektrikal

Pada Gambar 3.4 desain elektrikal menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, dilengkapi oleh sensor MQ-2 yang berfungsi sebagai

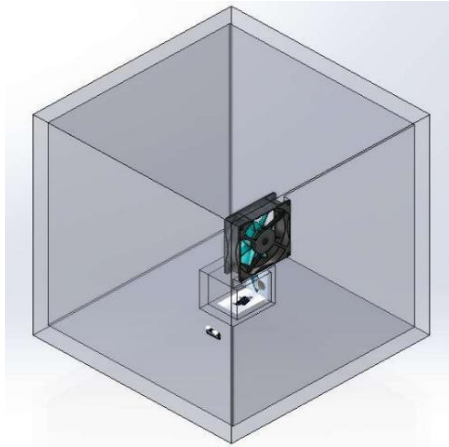
pendeteksi asap, L298N sebagai *driver* penggerak *exhaust fan*, *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai media tampilan kondisi *smoking area/smoking room*, *Exhaust fan* berfungsi sebagai media penukar udara *smoking area/smoking room* dengan udara segar diluar *smoking area/smoking room*.

Tabel 3.1 *Wiring* desain elektrikal

No	Komponen	Pin Komponen	Pin Mikrokontroler	Keterangan
1	Sensor MQ-2	VCC	5V	Tegangan
		GND	GND	Ground
		AO (<i>Analog Input</i>)	A0	Untuk pembacaan konsentrasi asap
2	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	GND	GND	Digunakan untuk media tampilan masukan berupa asap rokok (PPM)
		VCC	5V	
		SDA	A4	
		SCL	A5	
4	<i>Exhaust Fan</i>	VCC	Out 4	Out 4 dan Out 3 yang terhubung merupakan bagian dari <i>driver</i> L298N
		GND	Out 3	
5	<i>Driver</i> L298N	+12V	12V	Berfungsi sebagai <i>driver</i> untuk menjalankan <i>exhaust fan</i>
		GND	GND	

Berdasarkan Tabel 3.1 desain elektrikal pada proyek ini menggunakan Arduino Uno sebagai kendali utama. Sensor MQ-2 dihubungkan ke pin A0 untuk membaca konsentrasi asap, yang mana sinyal dari sensor MQ-2 ini nantinya akan disampaikan ke mikrokontroler. Sensor ini mempunyai tegangan 5V dan *ground* yang terhubung langsung dengan Arduino Uno.

3.4 Rancangan Desain Mekanikal



Gambar 3.5 Rancangan Desain Mekanikal

Pada Gambar 3.5 menunjukkan desain mekanikal yang dirancang sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang proses monitoring Asap dan Kualitas Udara pada *Smoking Area* Bandara secara optimal. Sensor MQ-2 diletakkan pada dalam ruangan sehingga bisa menerima asap yang berada pada lingkup *smoking area*.

Arduino Uno yang berfungsi sebagai mikrokontroller diletakkan bersebelahan dengan sensor MQ-2, dengan tujuan mengoptimalkan komunikasi antara *input* (sensor) dengan mikrokontroller. *Liquid Crystal Display* (LCD) berfungsi sebagai media penampil, data yang di tampilkan berupa kategori yang dihasilkan dari *input* itu sendiri. *Exhaust fan* sebagai *output* utama yang berfungsi sebagai media penukar udara tercemar dengan udara segar.

Komponen-komponen ini disusun secara berdekatan dengan guna memudahkan dalam proses *wiring* serta memudahkan akses untuk pemeliharaan.

3.5 Fuzzy Logic

Logika *Fuzzy* adalah suatu himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy set*) untuk menerangkan suatu logika bertingkat.[17] Peningkatan dari logika *boolean* yang berhadapan

dengan konsep kebenaran sebagian. Dimana logika klasik menyatakan bahwa segala dapat diekspresikan dalam istilah *binaary* (0 atau 1). Konsep yang tidak pasti seperti “kadang”, “selalu” dan “tidak pernah”. [18]

3.5.1 *Fuzzification*

Proses ini dilakukan untuk mengubah variabel nyata menjadi variabel *Fuzzy*, dengan tujuan agar *input* dalam kontrol *Fuzzy* dapat dipetakan ke dalam kategori yang sesuai dalam himpunan *Fuzzy*. [19] Pemetaan tersebut dilakukan menggunakan model fungsi keanggotaan, sehingga dapat diketahui seberapa besar keanggotaan dari *input* tersebut. Penggambaran fungsi keanggotaan biasanya mengacu pada bentuk fungsi keanggotaan (*membership function*) yang digunakan untuk mempresentasikan seberapa besar suatu nilai masuk ke dalam suatu himpunan *Fuzzy*, diantaranya yaitu; Fungsi Segitiga, Fungsi Trapesium, Fungsi Gaussian, Fungsi Bell dan Fungsi Sigmoid.

3.5.2 *Membership Function*

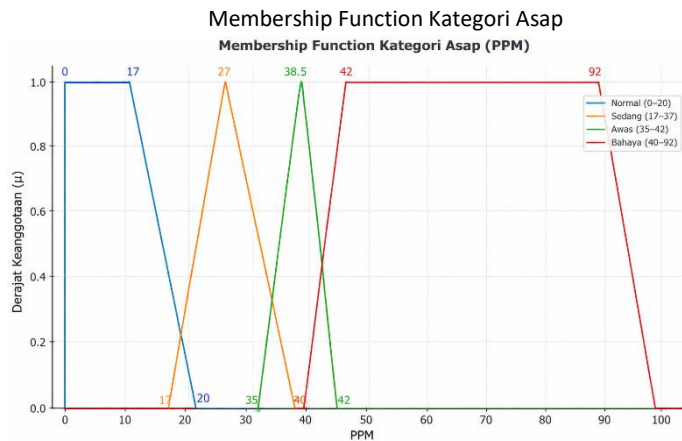
Pada penelitian ini *Fuzzy* berfungsi sebagai pengatur (*controller*) pada kipas (*exhaust fan*). Dimana asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 sebagai *input* mengirimkan data kepada Arduino Uno sebagai *microcontroller* yang setelah itu Arduino Uno akan mengatur kecepatan pada kipas (*exhaust fan*) untuk menukar udara pada *smoking room* ke udara segar diluar *smoking room*. Fungsi keanggotaan adalah kurva yang mempunyai rentang nilai 0 sampai 1. [20] Berikut merupakan tabel dan gambar *membership function input* pada penelitian ini.

Tabel 3.2 *Membership Function* sensor MQ-2

KATEGORI	RENTANG (PPM)
Normal	0-20
Sedang	17-37
Awas	35-42

KATEGORI	RENTANG (PPM)
Bahaya	40-92

Berdasarkan Tabel 3.2 kategori yang tertera pada *output* dimuat berdasarkan jumlah rentang ppm yang terdeteksi oleh sensor MQ-2.



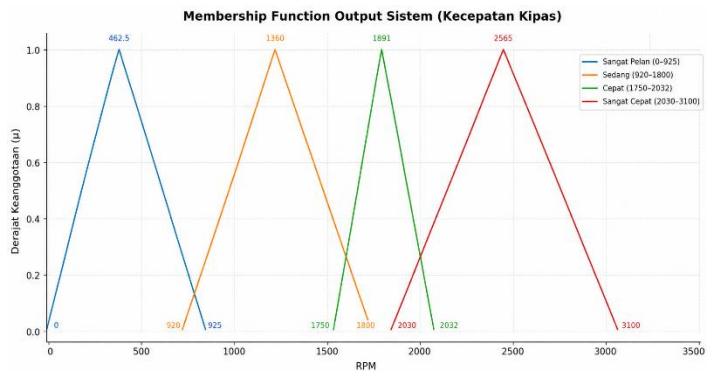
Gambar 3.6 *Membership Function* Sensor MQ-2

Pada Gambar 3.6 menunjukkan fungsi keanggotaan variabel *input* berupa konsentrasi asap rokok yang terbaca oleh sensor MQ-2. Konsentrasi asap tersebut dinyatakan dalam satuan PPM.

Tabel 3.3 *Membership Function Exhaust Fan*

KATEGORI	RENTANG (RPM)
Normal	0-925

KATEGORI	RENTANG (PPM)
Sedang	920-1800
Cepat	1750-2032
Sangat Cepat	2030-3100



Gambar 3.7 Membership Function Exhaust Fan

Kecepatan putaran kipas (*exhaust fan*) dipengaruhi oleh konsentrasi asap yang berada dalam *smoking room*. Pada gambar 3.7 menunjukkan fungsi keanggotaan variabel *output* berupa kecepatan putaran *exhaust fan* yang dinyatakan dalam satuan RPM.

3.5.3 Defuzzifikasi

Proses akhir dalam metode *fuzzy* yang mengubah nilai *fuzzy* menjadi *output* numerik dikenal sebagai proses *defuzzification*. Pada tahap ini, sistem mengidentifikasi nilai maksimum dan minimum dari derajat keanggotaan yang dihasilkan oleh setiap aturan (*rules*) yang aktif. Batas wilayah fuzzy (a_1 dan a_2) ditentukan dan luas segmen distribusi keanggotaan (M_1 , M_2 dan M_3) dihitung untuk mempresentasikan pengaruh aturan (*rules*). Luas area kontribusi (A_1 , A_2 dan A_3) dihitung dan digunakan titik pusat gravitasi guna memperoleh nilai akhir *output* sistem *fuzzy*, yakni nilai *crisp z*.

Dalam sistem ini, defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah keluaran *fuzzy* menjadi empat nilai tegas (*crisp value*) berupa kecepatan kipas dalam satuan RPM yang dapat diatur oleh Arduino Uno. Proses ini diawali dengan mendefinisikan :

1. *Input* : Asap Rokok (PPM) yang dibaca oleh MQ-2.
2. *Output fuzzy* : kecepatan kipas dalam level *fuzzy*.
3. *Output* defuzzifikasi : kecepatan kipas dalam RPM.

3.5.4 Fuzzy Rule

Aturan *fuzzy* (*fuzzy rule*) merupakan hal yang penting dari logika *fuzzy* yang digunakan untuk memproses informasi yang tidak pasti atau ambigu. Aturan ini menggunakan konsep himpunan *fuzzy*, yang memungkinkan nilai variabel memiliki derajat antara 0 dan 1.

3.6 Internet Of Things

IoT (*Internet of Things*) adalah konsep jaringan perangkat fisik (*things*) yang dilengkapi sensor, aktuator dan modul komunikasi untuk mengumpulkan, mengirim dan menerima data melalui internet. IoT (*Internet of Things*) banyak digunakan sebagai konsep dalam proyek-proyek dalam kehidupan sehari-hari.

Pada proyek ini, IoT (*Internet of Things*) digunakan untuk menampilkan kategori yang sudah ditentukan pada *Membership Function*, yaitu; Normal, Sedang, Awas dan Bahaya pada LCD yang terdapat diluar smoking area

3.7 Sistem Terkait

3.7.1 Arduino Uno

Pada proyek ini Arduino Uno berfungsi sebagai miktokontroler atau pusat kendali utama pada sistem monitoring asap dan kualitas udara. Arduino Uno menerima data masukan (*input*) dari sensor MQ-2 berupa nilai konsentrasi asap rokok, kemudian mengolah data tersebut menggunakan algoritma *fuzzy logic* yang telah di program.

Berdasarkan hasil pengolahan tersebut, Arduino Uno menghasilkan keluaran (*output*) berupa pengaturan kecepatan *exhaust fan* melalui *driver* L298N serta menampilkan informasi kategori kualitas udara dan nilai konsentrasi asap dalam satuan PPM pada LCD. Selain itu, Arduino Uno juga mengatur proses pembacaan sensor secara berkala sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis dan responsif terhadap perubahan konsentrasi asap di dalam *smoking area*.



Gambar 3.8 Arduino Uno

3.7.2 Sensor MQ-2

Pada penelitian ini sensor MQ-2 berfungsi sebagai sensor *input* yang mendeteksi konsentrasi asap rokok dalam *smoking area*. Sensor bekerja dengan mengubah konsentrasi asap yang terdeteksi menjadi sinyal analog yang kemudian dikirimkan ke Arduino Uno untuk diproses menggunakan metode *fuzzy logic*.

Data hasil pembacaan sensor MQ-2 digunakan sebagai dasar dalam menentukan kategori kualitas udara, yaitu Normal, Sedang, Awas, dan Bahaya.

Berdasarkan kategori tersebut, Arduino Uno mengatur kecepatan putaran *exhaust fan* secara otomatis sehingga proses sirkulasi udara dapat disesuaikan dengan tingkat konsentrasi asap yang terdeteksi.



Gambar 3.9 Sensor MQ-2

3.7.3 Kipas (*Exhaust Fan*)

Exhaust fan pada penelitian ini berfungsi sebagai keluaran (*output*) yang mengendalikan proses penukaran udara di dalam *smoking area*. Kecepatan putaran *exhaust fan* diatur secara otomatis

Ketika konsentrasi asap berada pada kategori Normal, *exhaust fan* berputar sangat pelan atau tidak beroperasi karena kualitas udara masih berada dalam kondisi aman. Seiring meningkatnya konsentrasi asap ke kategori Sedang, Awas, hingga Bahaya, kecepatan putaran *exhaust fan* akan meningkat secara bertahap. Hal ini bertujuan untuk mempercepat pembuangan udara yang telah tercemar oleh asap rokok dan menggantinya dengan udara yang lebih bersih dari luar ruangan.

Dengan demikian, *exhaust fan* berperan penting dalam menjaga sirkulasi udara, mengurangi konsentrasi asap rokok di dalam *smoking area*, serta membantu mempertahankan kualitas udara agar tetap berada pada kondisi yang lebih sehat dan nyaman bagi pengguna ruangan.



Gambar 3.10 Kipas

3.7.4 *Liquid Crystal Display 16X2 (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) pada penelitian ini berfungsi sebagai media penampil (display) yang menampilkan informasi hasil pembacaan sistem monitoring.

Informasi yang disampaikan pada LCD meliputi nilai konsentrasi asap dalam satuan PPM serta kategori kualitas udara, yaitu Normal, Sedang, Awas, atau Bahaya. Tampilan tersebut memungkinkan pengguna mengetahui kualitas udara di dalam *smoking area* secara langsung tanpa harus melihat proses pengukuran yang dilakukan oleh sensor.



Gambar 3.11 LCD 16X2

3.7.5 *Driver Motor L298N*

Driver L298N pada penelitian ini berfungsi sebagai *driver* motor yang menghubungkan Arduino Uno dengan *exhaust fan*. Modul L298N menerima sinyal kendali dari Arduino Uno dengan *exhaust fan* sehingga kipas dapat beroperasi sesuai dengan kecepatan yang telah ditentukan oleh algoritma *fuzzy logic*.

Dalam sistem ini, Arduino Uno mengolah data konsentrasi asap yang diperoleh dari sensor MQ-2, kemudian menghasilkan sinyal keluaran untuk mengatur kecepatan putaran *exhaust fan*. Karena Arduino Uno tidak mampu memberikan arus yang cukup untuk menggerakkan motor secara langsung, *driver* L298N digunakan sebagai penguat daya (*power driver*) agar *exhaust fan* dapat beroperasi dengan aman dan stabil.

Disamping itu, L298N memungkinkan pengaturan kecepatan pada *exhaust fan* menggunakan sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) dari Arduino Uno.

Dengan demikian, kecepatan kipas dapat berubah secara bertahap sesuai dengan kategori kualitas udara yang dihasilkan oleh metode *fuzzy logic*, yaitu Normal, Sedang, Awas, dan Bahaya,



Gambar 3.12 *Driver Motor L298N*

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja setiap komponen yang digunakan pada penelitian, meliputi pengujian konsentrasi sensor MQ-2, pengujian algoritma *fuzzy logic*, serta pengujian kinerja *exhaust fan* hingga evaluasi kinerja keseluruhan komponen. Seluruh pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa komponen dalam kondisi baik dan sistem bekerja sebagaimana semestinya.

4.1.1 Hasil Pengujian Konsentrasi Sensor MQ-2

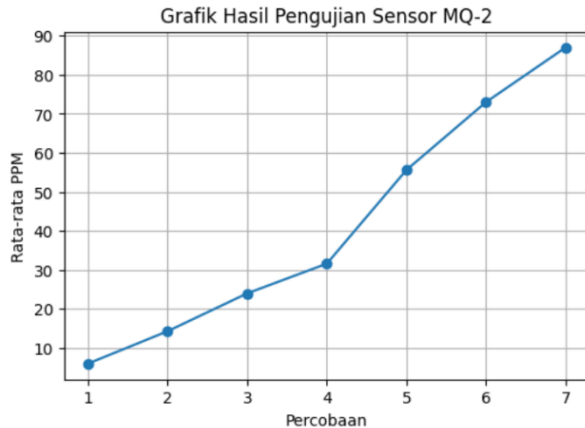
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat konsentrasi pembacaan sensor MQ-2 terhadap konsentrasi asap yang terdeteksi. Pengujian dilakukan dengan memaparkan asap rokok pada beberapa tingkat konsentrasi sehingga dapat diketahui tingkat sensitifitas sensor.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Konsentrasi Sensor MQ-2

Percobaan 1 (PPM)	Percobaan 2 (PPM)	Percobaan 3 (PPM)	Rata – Rata Hasil Percobaan (PPM)
5	6	7	6,0
14	15	14	14,3
22	23	27	24,0
31	33	31	31,6
54	59	64	55,6
76	73	70	73,0
84	90	87	87,0

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian sensor pada saat terpapar oleh asap rokok. Berdasarkan pengujian, diperoleh rata-rata hasil pembacaan sensor berada pada rentang 6 PPM hingga 87 PPM. Hal ini

menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu merespons perubahan konsentrasi asap secara bertahap sesuai dengan kondisi pengujian.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Berdasarkan gambar 4.1 grafik hasil pengujian sensor MQ-2, dipaparkan bahwa nilai rata-rata pembacaan sensor meningkat seiring bertambahnya konsentrasi asap rokok yang diberikan pada setiap percobaan. Hal ini membuktikan bahwa sensor MQ-2 memiliki respons yang baik terhadap perubahan konsentrasi asap. Kenaikan nilai pembacaan berlangsung secara bertahap tanpa adanya perubahan yang ekstrim, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor bekerja secara stabil dalam mendeteksi konsentrasi asap sehingga sensor MQ-2 dinilai memiliki tingkat konsentrasi yang baik dan layak digunakan sebagai masukan pada sistem monitoring asap berbasis *Fuzzy Logic*.

4.1.2 Hasil Pengujian *Fuzzy Logic*

Pengujian ini bertujuan mengetahui apakah rancangan algoritma *fuzzy* sudah sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya dan untuk mengetahui tingkat keberhasilan *fuzzy* pada proyek Sistem Monitoring Asap Rokok dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat.

Tabel 4.2 Pengujian *Fuzzy Logic* Pada Sensor dan Outputnya

No	<i>Input</i> Ketebalan (PPM)	Kategori <i>Fuzzy</i>	<i>Output</i> Sistem
1	0-20	Normal	Kipas bergerak sangat pelan dan LCD menunjukkan kategori serta jumlah asap yang terdeteksi oleh sensor dalam satuan PPM
2	17-37	Sedang	Kipas bergerak pelan dan LCD menunjukkan kategori serta jumlah asap yang terdeteksi oleh sensor dalam satuan PPM
3	35-42	Awas	Kipas bergerak cepat dan LCD menunjukkan kategori serta jumlah asap yang terdeteksi oleh sensor dalam satuan PPM
4	40-92	Bahaya	Kipas bergerak sangat cepat dan LCD menunjukkan kategori serta jumlah asap yang terdeteksi oleh sensor dalam satuan PPM

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan masukan berupa data dari sensor MQ-2 yang terpapar asap rokok dan juga *output* yang dihasilkan ketika sensor mencapai nilai tertentu.

Ketika asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 masih dalam kategori “Normal” maka kipas akan bergerak sangat pelan atau mungkin tidak bergerak sama sekali, dan LCD akan menunjukkan kategori sesuai dengan tabel percobaan serta nilai PPM dari asap yang terdeteksi oleh sensor.

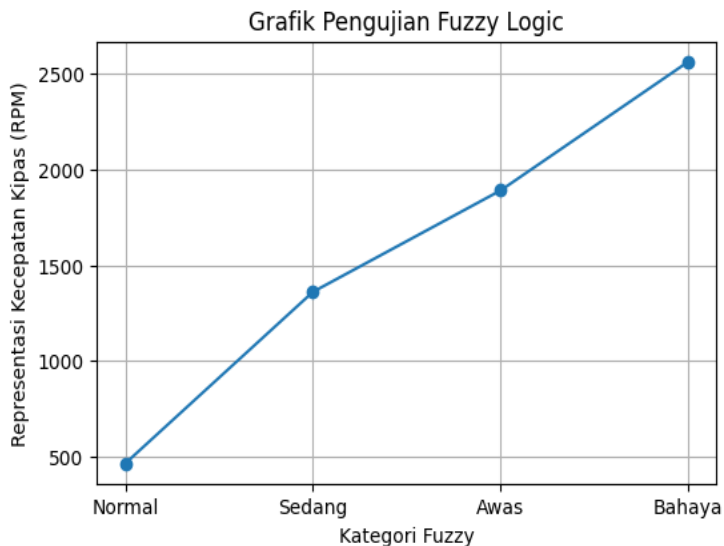
Ketika asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 masih dalam kategori “Sedang” maka kipas akan bergerak pelan, dan LCD akan menunjukkan kategori sesuai dengan tabel percobaan serta nilai PPM dari asap yang terdeteksi oleh sensor.

Ketika asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 masih dalam kategori “Awas” maka kipas akan bergerak cepat, dan LCD akan menunjukkan

kategori sesuai dengan tabel percobaan serta nilai PPM dari asap yang terdeteksi oleh sensor.

Ketika asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 masih dalam kategori “Bahaya” maka kipas akan bergerak sangat cepat, dan LCD akan menunjukkan kategori sesuai dengan tabel percobaan serta nilai PPM dari asap yang terdeteksi oleh sensor.

Secara keseluruhan, hasil dari pengujian sensor ini menunjukkan bahwa implementasi *fuzzy logic* pada mikrokontroler bekerja secara stabil, menunjukkan tingkat keberhasilan sistem dapat dinyatakan baik.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian *Fuzzy Logic*

Pada gambar 4.2 grafik hasil ujian *Fuzzy Logic* menunjukkan perubahan kecepatan *exhaust fan* tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan meningkat secara bertahap menyesuaikan perubahan derajat keanggotaan pada setiap kategori *Fuzzy*. Karakteristik ini merupakan salah satu keunggulan metode *Fuzzy Logic*, karena mampu menghasilkan pengendalian yang lebih halus (*smooth*) dibandingkan metode ambang batas (*threshold*).

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa implementasi metode *Fuzzy Logic* pada penelitian ini telah bekerja sesuai dengan rancangan sistem. Data dari sensor MQ-2 berhasil diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan kategori kualitas udara, kemudian digunakan sebagai dasar dalam mengatur kecepatan putaran *exhaust fan*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga sirkulasi udara didalam *smoking area* sesuai dengan tingkat konsentrasi asap yang terdeteksi.

4.1.3 Hasil Pengujian *Exhaust Fan*

Pengujian *exhaust fan* ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kecepatan putaran kipas terhadap keluaran *fuzzy* menggunakan *tachometer*. Pengujian ini dilakukan pada beberapa kecepatan *exhaust fan* yang sedang berputar.

Tabel 4.3 Pengujian Pada *Exhaust Fan*

Percobaan	Hasil Percobaan (RPM)	Hasil Percobaan (PPM)	Kategori Kipas	Kategori Asap
1	205	8	Sangat Pelan	Normal
2	1273	26	Sedang	Sedang
3	2046	47	Cepat	Awas
4	3059	90	Sangat Cepat	Bahaya
5	1502	29	Sedang	Sedang
6	587	16	Sangat Pelan	Normal

Berdasarkan tabel 4.3, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan kecepatan putaran *exhaust fan* sesuai dengan konsentrasi asap yang terdeteksi oleh sensor MQ-2. Secara keseluruhan, hasil

menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang searah antara konsentrasi asap dan *exhaust fan*. Semakin tinggi konsentrasi asap yang terdeteksi oleh sensor MQ-2, semakin tinggi pula kecepatan putaran *exhaust fan* yang terdeteksi dalam satuan RPM.



Gambar 4.3 *Tachometer Digital*

Implementasi pengukuran ini menggunakan *tachometer digital laser* yang diarahkan langsung ke titik *reflector* pada *exhaust fan*. *Tachometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suatu poros dalam satuan *rotation per minute* (RPM). Pada proses pengujian ini, *tachometer* diarahkan ke baling-baling kipas yang terdapat pada *exhaust fan* yang telah diberi tanda reflektif. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecepatan putaran *exhaust fan* meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi asap yang terdeteksi oleh sensor MQ-2.

Tabel 4.4 Kategori Pada *Exhaust Fan*

No	Kecepatan Kipas	Kategori <i>Fuzzy</i>	<i>Output</i> Sistem
1	0-925	Sangat Pelan	Kipas berputar sangat pelan, dan kecepatan putaran kipas tersebut diukur oleh tachometer dalam satuan RPM
2	920-1800	Sedang	Kipas berputar sedang, dan kecepatan putaran kipas tersebut diukur oleh tachometer dalam satuan RPM dalam satuan RPM
3	1750-2032	Cepat	Kipas berputar cepat, dan kecepatan putaran kipas tersebut diukur oleh tachometer dalam satuan RPM
4	2030-3100	Sangat Cepat	Kipas berputar sangat cepat, dan kecepatan putaran kipas tersebut diukur oleh tachometer dalam satuan RPM

Pada tabel 4.4 bisa disimpulkan bahwa variabel *output* dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu Sangat Pelan, Sedang, Cepat dan Sangat Cepat. Pembagian ini memungkinkan sistem *fuzzy* mengatur kecepatan kipas yang sesuai dengan konsentrasi asap rokok. Semakin tinggi nilai PPM yang terdeteksi oleh sensor MQ-2, semakin tinggi pula kecepatan kipas *exhaust fan*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali bekerja sesuai dengan aturan *fuzzy* yang telah dirancang.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan seluruh rangkaian pengujian yang telah dilakukan, sistem monitoring asap rokok berbasis sensor MQ-2 dan algoritma *fuzzy logic* mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem penghitung jumlah asap rokok

yang dilakukan oleh sensor MQ-2 dan cepatnya putaran kipas pada *exhaust fan* menunjukkan hasil yang stabil.

Integrasi antara sensor, mikrokontroler, LCD, dan *exhaust fan* menghasilkan sistem monitoring yang responsif, performa *fuzzy logic* yang sesuai dengan rancangan awal dan bisa dikatakan sistem bekerja dengan sangat baik.

4.2.1 Pembahasan Konsentrasi Sensor MQ-2

Berdasarkan tabel 4.1 mengenai pengujian sensor yang sudah dilakukan, sensor MQ-2 memiliki tingkat kepekaan yang baik dalam mendeteksi perubahan konsentrasi asap. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya nilai pembacaan sensor seiring bertambahnya konsentrasi asap yang diberikan selama pengujian. Pada setiap tingkat konsentrasi, sensor menghasilkan nilai pembacaan yang cukup konsisten.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sensor MQ-2 memiliki respon yang baik terhadap perubahan konsentrasi asap sehingga mampu memberikan data masukan yang stabil untuk diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic*.

4.2.2 Pembahasan Kinerja *Fuzzy Logic* Berdasarkan Ketebalan Asap

Pengujian *fuzzy logic* pada 4 kategori ketebalan asap, yaitu Normal, Sedang, Awas dan Bahaya menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan ketebalan asap secara konsisten dan adaptif.

Keberhasilan yang fundamental dapat diukur dari seberapa bisa *output exhaust fan* menyesuaikan dengan data *input* yang didapatkan dari sensor MQ-2. Begitu juga dengan tampilan yang dapat dilihat pada LCD, data yang ditampilkan oleh LCD sesuai dengan data yang didapatkan dari masukan, yaitu sensor MQ-2. Penggunaan jeda waktu dalam program juga membuktikan bahwa sistem bekerja lebih efektif dibandingkan tidak menggunakan jeda waktu dikarenakan pengukuran dilakukan pada konsentrasi asap yang bisa saja berubah dalam waktu cepat dalam waktu yang singkat.

Dapat disimpulkan dengan adanya jeda waktu, data yang diperoleh menjadi lebih stabil dan representatif terhadap kondisi sebenarnya.

Bab 5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat dapat disimpulkan setiap komponen yang digunakan bekerja dengan baik sehingga menghasilkan sistem yang sesuai dengan tujuan penelitian yang selengkapya dijabarkan sebagai berikut :

1. Banyaknya asap yang terdeteksi oleh sensor MQ-2 sebagai *input* disalurkan melalui mikrokontroler berupa Arduino Uno, yang kemudian dituangkan dalam 2 *output*, yaitu *Liquid Crystal Display* (LCD) dan *exhaust fan*.
2. *Liquid Crystal Display* (LCD) digunakan sebagai *display* atau media tampil yang berfungsi menampilkan kategori asap dan banyaknya asap dalam satuan *Parts Per Million* (PPM) yang mana data ini diperoleh dari *input* berupa sensor MQ-2.
3. *Exhaust fan* digunakan sebagai media utama yang berfungsi menukarkan udara tercemar yang berada di dalam *smoking area/smoking room* dengan udara segar yang berada diluar *smoking area/smoking room*.
4. Keakuratan *input* yang didapat dari sensor MQ-2 dan *output* bisa dibuktikan dengan efektifitas pergerakan *exhaust fan* dan tampilan pada *liquid crystal display* (LCD).
5. Otomatisasi yang terjadi pada *liquid crystal display* (LCD) dan *exhaust fan* membuktikan berhasilnya penelitian menggunakan logika *fuzzy* (*fuzzy logic*)

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis yang sudah dilakukan pada Sistem Monitoring Asap dan Kualitas Udara pada Smoking Area Bandara untuk Mendukung Lingkungan Sehat, terdapat saran yang mungkin bisa dikembangkan di masa yang akan datang berupa mengintegrasikan dengan platform IoT berbasis web atau aplikasi mobile sehingga kualitas udara dapat dipantau secara real-time dan historis oleh petugas bandara tanpa harus berada di lokasi *smoking area/smoking room*.

Daftar Pustaka

- [1] Fairuz Rofifah Arifin and Nazwa Aulia Rahman, "Analisis Pengaruh Emisi Zat Karbon terhadap Kerusakan Kualitas Udara dan Pencemaran Lingkungan," *J. Innov. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 278–287, 2024, doi: 10.59841/inoved.v2i1.1043.
- [2] S. Hermawan, J. Purnomo, H. Prayogo, H. Handoyo, and J. Setiawan, "Pembangunan Smoking Area Untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Masyarakat Di Kawasan Eks-Lokalisasi Dolly," *SHARE "SHaring - Action - REflection"*, vol. 4, no. 1, pp. 29–36, 2018, doi: 10.9744/share.4.1.29-36.
- [3] J. J. E. R. Rungkat and E. Ahyudanari, "Analisis Bandara Internasional Sam Ratulangi Sebagai Gerbang Internasional Pariwisata Indonesia Timur Berdasarkan Travel Cost Dan Travel Time Wisatawan," *J. Tek. ITS*, vol. 13, no. 1, pp. 15–22, 2024, doi: 10.12962/j23373539.v13i1.128301.
- [4] W. D. Tinambunan, "Kajian Hukum Pencemaran Udara DKI Jakarta ditinjau Perbandingan Hukum Lingkungan Hidup Indonesia, Malaysia, dan Singapura," *J. Justisia J. Ilmu Hukum, Perundang-undangan dan Pranata Sos.*, vol. 7, no. 1, p. 30, 2022, doi: 10.22373/justisia.v7i1.12815.
- [5] Y. Usman and D. T. Suryati, "AMANDEMEN PASAL 18 BUTIR (B) PENYEDIAAN RUANG MEROKOK DALAM GEDUNG DALAM IMPLEMENTASI PERGUB DKI JAKARTA NO. 75/2005 (Amandemen Article 18 Clause b Provision of Smoking Roominside Building as Implementation the Governor Regulation of Jakarta/Pergub No. 75/2005)," vol. 2005, no. 75, pp. 345–353, 2012.
- [6] Agus Wantoro, Slamet Samsugi, and Muhammad Joko Suharyanto, "Sistem Monitoring Perawatan dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus : Kota Metro Lampung)," *J. Tekno Kompak*, vol. 15, no. 1, pp. 116–130, 2021.
- [7] B. P. Pratiwi, A. S. Handayani, and S. Sarjana, "Pengukuran Kinerja Sistem Kualitas Udara Dengan Teknologi Wsn Menggunakan Confusion Matrix," *J. Inform. Upgris*, vol. 6, no. 2, pp. 66–75, 2021, doi: 10.26877/jiu.v6i2.6552.
- [8] F. PUJIYANTO, "Smart Smoking Room Berbasis Logika Fuzzy," 2021.
- [9] N. Umar, S. A. K., L. Halide, M. I. Rusjdi, and I. A. Ijsam, "Sensor MQ-2 Deteksi Asap Rokok Berbasis Internet of Things," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 20, no. 2, p. 119, 2023, doi: 10.31963/elekterika.v20i2.4637.

- [10] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, and G. Dewantoro, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 1, pp. 131–144, 2022, doi: 10.31358/techne.v21i1.312.
- [11] Adi Winarno, W. Widodo, and R. Hanif Darmawan, "Smoke Detection Design Using MQ-2 Sensor and Exhaust Fan Based on Microcontroller," *BEST J. Appl. Electr. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 2714–2716, 2023, doi: 10.36456/best.vol5.no1.7216.
- [12] F. Nisa Az Zahro and R. Rahmadewi, "Prototype Pendeteksi Asap Kebakaran Dan Kebocoran Gas Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Gas MQ-5," *J. Ilm. Wahana Pendidikan*, Mei, vol. 2023, no. 10, pp. 161–171, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7983528>
- [13] M. S. Novelan, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 4, no. 2, pp. 50–54, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i2.2306>
- [14] A. S. Sandi, I. A. Ashari, R. A. Setiawan, and R. B. B. Sumantri, "Implementasi Sensor MQ-2 Sebagai Alat Deteksi Asap Rokok Menggunakan Atmega328," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 5, no. 2, pp. 110–115, 2021, doi: 10.46880/jmika.vol5no2.pp110-115.
- [15] N. A. / L. Alagari and J. Lias, "IoT Based Smart Exhaust Fan MALAYSIA *Corresponding Author Designation," *Evol. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 47–56, 2021, [Online]. Available: <http://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/eeee>
- [16] S. Siswanto, M. Anif, D. N. Hayati, and Y. Yuhefizar, "Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 66–72, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i1.797.
- [17] P. P. Surabaya, "SIMULASI OTOMATISASI EXHAUST FAN PADA RUANGAN MEROKOK BERBASIS METODE FUZZY SUGENO DI TERMINAL BANDAR UDARA INTERNASIONAL LOMBOK Ni Made Omiku R, Suhanto, Slamet Hariyadi," pp. 1–7, 2020.
- [18] F. Sbiaa, S. Kotel, R. Mghirbi, and A. G. Blaeich, "Revolutionizing Dyslexia Diagnosis: An Intelligent Model Featuring Machine Learning and

- Fuzzyfication,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 246, no. C, pp. 3624–3633, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.09.195.
- [19] J. Waluyo, “Pengoreksi Lampu Belok Sepeda Motor Menggunakan Accelerometer Dengan Metode Fuzzy,” 2017.
- [20] N. Khairina, “Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang,” *SinkrOn*, vol. 1, no. 1, p. 19, 2017, doi: 10.33395/sinkron.v1i1.5.