

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI DAN KONTROL KADAR ASAP ROKOK MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Shylvester simanjuntak¹, Himatul Amri²

^{1,2}Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Riau, Indonesia
email: shylvestersimanjuntak@gmail.com¹, hikmatul_amri@polbeng.ac.id²

Abstrak - Paparan asap rokok di ruang tertutup berpotensi menimbulkan dampak kesehatan serius, terutama bagi perokok pasif. Penelitian ini merancang sistem pendeteksi dan pengendali kadar asap rokok berbasis *Fuzzy Logic* Tsukamoto dengan menggunakan sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida (CO) dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu ruangan. Data yang diperoleh diproses melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi aturan *fuzzy*, dan defuzzifikasi. Hasil keluaran berupa sinyal PWM digunakan untuk mengatur kecepatan kipas DC sebagai aktuator sirkulasi udara, sedangkan *buzzer* berfungsi sebagai alarm peringatan. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu beroperasi secara *real-time* dan menyesuaikan kondisi lingkungan. ketika suhu berada pada 30,5 °C dan kadar asap 491 PPM, kipas berputar pada kecepatan maksimum dengan nilai PWM 220 serta *buzzer* aktif. Sebaliknya, pada suhu 24,0 °C dan kadar asap 173 PPM, kipas berputar sedang dengan nilai PWM 113 dan *buzzer* tidak aktif. Perbandingan antara hasil pengukuran dan perhitungan pada kecepatan kipas menghasilkan nilai rata-rata selisih sebesar 3,627 PWM dan nilai *error* sebesar 2,666 %, yang menunjukkan kinerja sistem dalam mengendalikan kecepatan kipas sesuai kondisi ruangan. Rancangan ini digunakan pada sistem pengendali kadar asap di ruang tertutup serta mendukung implementasi kawasan tanpa rokok (KTR).

Kata Kunci – Paparan, asap rokok, *fuzzy logic*

Abstract - *Exposure to cigarette smoke in enclosed spaces has the potential to cause serious health impacts, especially for passive smokers. This study designs a cigarette smoke detection and control system based on Tsukamoto Fuzzy Logic by employing the MQ-7 sensor to detect carbon monoxide (CO) and the DHT22 sensor to measure room temperature. The acquired data are processed through the stages of fuzzification, rule inference, and defuzzification. The output in the form of a PWM signal is used to control the speed of a DC fan as an air circulation actuator, while a buzzer functions as a warning alarm. The test results show that the system is capable of operating in real time and adapting to environmental conditions. When the temperature is 30.5 °C and the smoke concentration reaches 491 PPM, the fan rotates at maximum speed with a PWM value of 220 and the buzzer is activated. Conversely, at a temperature of 24.0 °C and a smoke concentration of 173 PPM, the fan rotates at medium speed with a PWM value of 113 and the buzzer remains inactive. A comparison between measured and calculated fan speed values yields an average difference of 3.627 PWM and an error of 2.666%, indicating the system's performance in controlling fan speed according to room conditions. This design can be applied to smoke control systems in enclosed spaces and supports the implementation of smoke-free areas.*

Keywords – *Exposure, cigarette smoke, fuzzy logic.*

I. PENDAHULUAN

Asap rokok merupakan salah satu sumber polusi udara di ruangan tertutup yang berdampak negatif terhadap kesehatan, terutama bagi perokok pasif. Kandungan kimia berbahaya seperti nikotin dan karbon monoksida (CO) dapat menyebabkan gangguan pernapasan serta penyakit kardiovaskular. Paparan asap rokok di ruang publik seperti kantor, sekolah, dan rumah sakit tidak hanya menurunkan kualitas udara, tetapi juga menimbulkan ketidaknyamanan bagi penghuni ruangan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu mendeteksi dan mengendalikan kadar asap rokok secara otomatis untuk menjaga kebersihan udara dalam ruangan.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai sistem deteksi asap menggunakan sensor gas dan pengendali berbasis mikrokontroler. Namun, sebagian besar sistem tersebut masih menggunakan metode konvensional yang belum mampu menyesuaikan kondisi lingkungan secara dinamis. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menerapkan metode *Fuzzy Logic*, yang mampu menangani data tidak pasti dan memberikan keputusan adaptif berdasarkan kondisi suhu dan kadar asap yang terdeteksi.

Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor MQ-7 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida (CO) dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu ruangan. Data dari kedua sensor diolah menggunakan algoritma *Fuzzy Logic* untuk menentukan kecepatan kipas DC sebagai aktuator pembuang asap, serta mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm peringatan. Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengendali yang memproses data sensor dan menjalankan keputusan logika *fuzzy*.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem dapat mendeteksi kadar asap rokok secara akurat, mengolah data sensor menggunakan metode *Fuzzy Logic*, serta mengendalikan kipas dan alarm berdasarkan tingkat paparan asap. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi serta pengendali kadar asap rokok berbasis *Fuzzy Logic* yang mampu bekerja secara otomatis dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

II. METODE

A. Kajian Pustaka

Penelitian mengenai sistem pendeteksi dan kontrol kadar asap rokok menggunakan metode *Fuzzy Logic* telah dilakukan oleh berbagai penelitian. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan kualitas udara di ruangan tertutup secara otomatis menggunakan sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida (CO) dan sensor DHT22 untuk membaca suhu ruangan. Data dari kedua sensor diolah menggunakan algoritma *Fuzzy Logic* sehingga sistem mampu menentukan kecepatan kipas DC sebagai pembuang asap dan mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm peringatan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat bekerja secara real-time, di mana pada suhu 30,5 °C dan kadar asap 491 PPM kipas berputar maksimal dengan nilai PWM 220 serta *buzzer* aktif, sedangkan pada suhu 24,0 °C dan kadar asap 173 PPM kipas berputar sedang dengan nilai PWM 113 dan *buzzer* tidak aktif. Perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan nilai rata-rata error sebesar 2,66 %, yang menandakan sistem bekerja stabil dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan[1]

Beberapa teori yang dapat digunakan dalam menyelesaikan skripsi rancang bangun sistem pendeteksi dan kontrol kadar asap rokok menggunakan metode *fuzzy Logic*, yaitu sebagai berikut:

1. *Fuzzy Logic*

Merupakan cabang logika matematika yang digunakan untuk menangani ketidakpastian atau data yang tidak pasti. Berbeda dengan logika biner yang hanya mengenal nilai 0 dan 1, *Fuzzy Logic* memungkinkan nilai kebenaran berada di antara 0 hingga 1. Metode ini digunakan untuk mengolah data dari sensor yang bersifat samar atau berubah-ubah, seperti kadar asap rokok di udara. Dengan menerapkan sistem inferensi *fuzzy*, sistem dapat mengambil keputusan otomatis untuk mengatur kecepatan kipas dan mengaktifkan *buzzer* sesuai kondisi ruangan [2].

Beberapa perhitungan rumus yang digunakan untuk menentukan nilai fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi, sebagaimana tertera pada Persamaan

$$\mu_A = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b < x < c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x < d \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{output} = \min(\text{suhu}, \text{asap}) \quad (2)$$

$$\text{Defuzzifikasi (PWM)} = \frac{\sum(\mu_i \times z_i)}{\sum \mu_i} \quad (3)$$

2. Sensor MQ-7

Digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari asap rokok. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dengan keluaran berupa sinyal analog yang akan dikonversi oleh Arduino menjadi nilai PPM. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 V DC dan membutuhkan waktu pemanasan untuk mencapai hasil pembacaan yang stabil [3].

3. Sensor DHT22

Digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan udara di ruangan. Sensor ini memiliki akurasi tinggi, keluaran digital yang sudah terkalibrasi, serta mudah dihubungkan dengan Arduino. Data suhu dari sensor ini menjadi salah satu input penting dalam sistem *fuzzy* untuk menentukan kecepatan kipas berdasarkan kondisi ruangan [4].

4. Arduino Uno

Merupakan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem. Arduino mengolah data dari sensor MQ-7 dan DHT22, kemudian menggunakan logika *fuzzy* untuk menghasilkan keluaran berupa sinyal PWM yang mengatur kecepatan kipas dan kendali *buzzer*. Arduino juga menampilkan data hasil pembacaan pada LCD secara *real-time* [5].

5. *Driver* motor BTS7960

Digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah putaran kipas DC berdasarkan sinyal PWM dari Arduino. Modul ini mampu mengendalikan arus besar hingga 43 A dengan tegangan kerja 6–27 V, serta memiliki proteksi terhadap panas berlebih dan arus lebih [6].

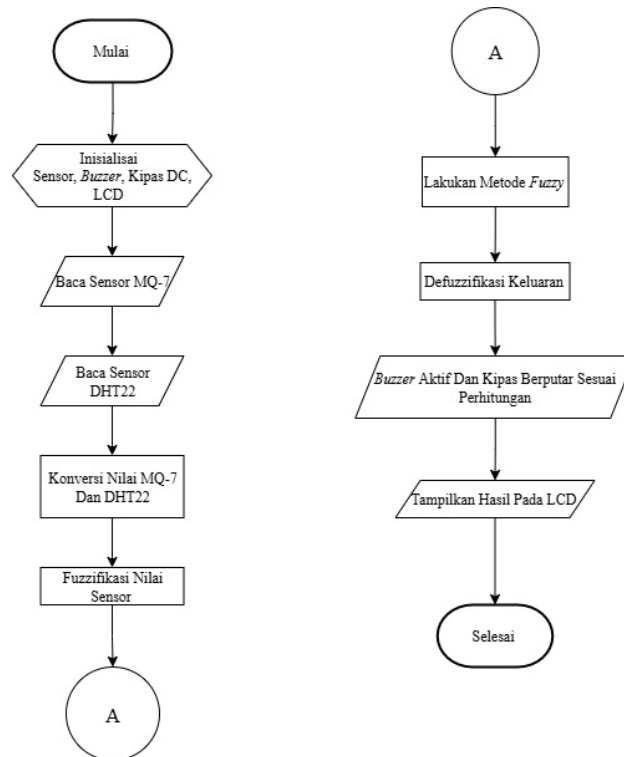
6. *Liquid Crystal Display* (LCD)

Digunakan untuk menampilkan nilai suhu, kadar asap, dan kecepatan kipas dalam bentuk tampilan digital. Modul LCD berbasis I2C hanya membutuhkan dua pin komunikasi (SDA dan SCL) dari Arduino sehingga lebih efisien dan mudah digunakan [7].

B. Tahapan Penelitian

Sistem ini menggunakan dua sumber daya utama, yaitu tegangan 12 V DC untuk mengaktifkan kipas DC dan relay *buzzer*, serta tegangan 5 V DC untuk mensuplai daya ke

Arduino Uno, sensor MQ-7, sensor DHT22, dan modul LCD I2C. Secara umum, cara kerja alat ini dimulai ketika sensor MQ-7 mendeteksi kadar karbon monoksida (CO) di udara dan sensor DHT22 membaca suhu ruangan. Data hasil pembacaan kedua sensor dikirim ke mikrokontroler Arduino Uno untuk diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic*. Arduino akan menentukan nilai keluaran berupa sinyal PWM yang digunakan untuk mengatur kecepatan kipas DC melalui motor *driver* BTS7960, serta mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan apabila kadar asap melebihi batas tertentu. Nilai kadar asap, suhu ruangan, dan status kipas ditampilkan pada LCD 16×2 berbasis komunikasi I2C secara *real-time*. Tahapan dalam pembuatan Alat ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Alat
(Sumber: Data Olahan, 2025)

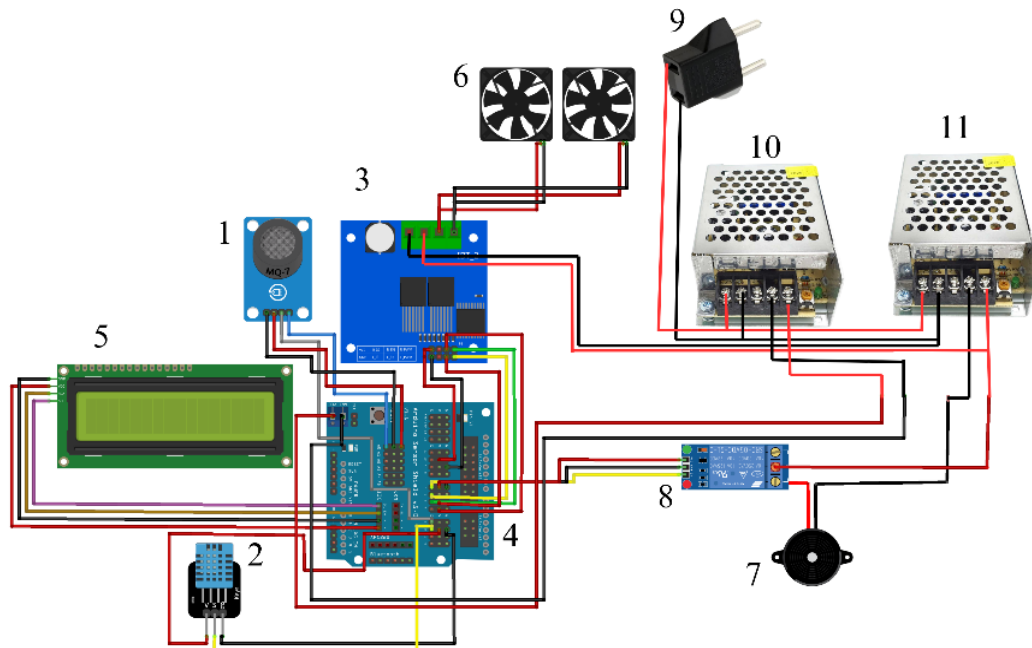
Penjelasan mengenai sistem kerja *flowchart* pada Gambar 1 dimulai dengan tahap inisialisasi sistem. Pada tahap ini, semua komponen seperti sensor MQ-7, sensor DHT22, kipas DC, *buzzer*, dan LCD diaktifkan setelah alat terhubung dengan sumber daya 12 V DC dan 5 V DC. Setelah proses inisialisasi berhasil, sistem mulai membaca data dari sensor MQ-7 untuk mendeteksi kadar gas karbon monoksida (CO) yang berasal dari asap rokok di udara. Kemudian, sistem juga membaca data dari sensor DHT22 untuk mengetahui suhu ruangan secara *real-time*. Nilai keluaran dari kedua sensor tersebut kemudian dikonversi ke bentuk numerik digital agar dapat diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno. Setelah proses pembacaan dan konversi data selesai, sistem melakukan fuzzifikasi nilai sensor, yaitu mengubah nilai suhu dan kadar asap ke dalam bentuk derajat keanggotaan pada himpunan *fuzzy*. Nilai *fuzzy* ini kemudian diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani untuk menentukan keputusan pengendalian kecepatan kipas DC dan kondisi *buzzer*. Selanjutnya, sistem melakukan proses defuzzifikasi, yaitu mengubah hasil inferensi *fuzzy* menjadi nilai tegas (*crisp*) yang akan digunakan untuk mengatur kecepatan putar kipas sesuai tingkat kadar asap yang terdeteksi. Apabila kadar asap berada pada tingkat tinggi, maka *buzzer* akan aktif sebagai peringatan, dan kipas DC akan berputar dengan kecepatan maksimum untuk mengeluarkan asap dari ruangan. Sebaliknya, jika kadar asap rendah, kipas akan berputar pelan dan *buzzer* dalam kondisi tidak

aktif. Semua hasil proses, termasuk nilai suhu, kadar asap, dan status kipas, kemudian ditampilkan pada layar LCD 16×2 agar pengguna dapat memantau kondisi ruangan secara langsung. Tahapan ini menandakan bahwa sistem telah bekerja secara otomatis dan adaptif sesuai dengan perancangan metode *Fuzzy Logic*, serta dapat menjaga kualitas udara di dalam ruangan dengan optimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

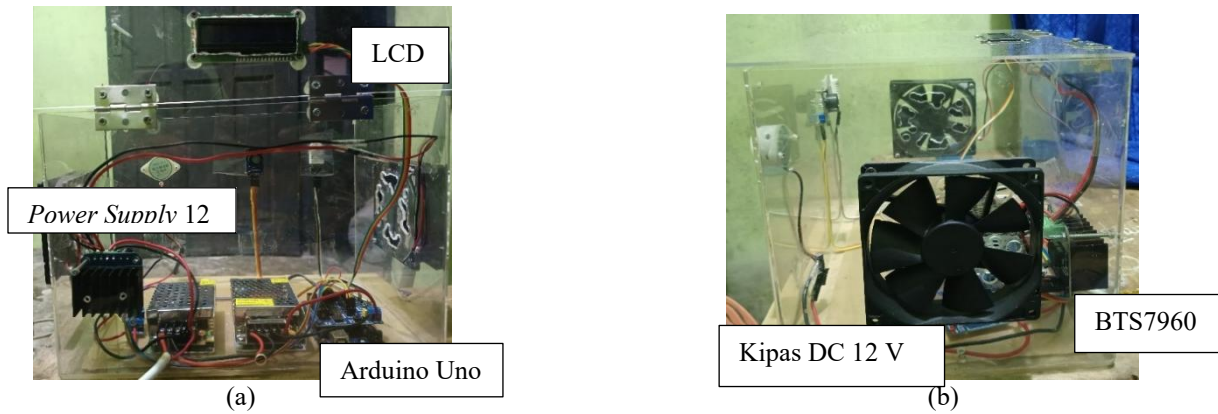
A. Hasil Rancangan Alat

Rancangan *hardware* atau perangkat keras adalah perangkat yang digunakan dalam sistem pendeteksi dan kontrol kadar asap rokok berbasis metode *Fuzzy Logic*. Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi kadar asap rokok di ruangan serta mengontrol kecepatan kipas pembuang asap dan *buzzer* peringatan secara otomatis. Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini terdiri dari sensor MQ-7 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida (CO), sensor DHT22 untuk membaca suhu ruangan, Arduino Uno sebagai pusat pengendali, *driver* motor BTS7960 untuk mengatur kecepatan kipas DC 12 V, *relay* sebagai pengendali *buzzer* 12 V, serta LCD 16×2 sebagai tampilan data hasil pembacaan sensor. Semua komponen mendapatkan suplai daya dari *power supply* 5 V dan 12 V yang terhubung ke sumber listrik utama 220 V AC.



Gambar 2. Rancangan *Hardware*

fritzina



Gambar 3. Hasil Perancangan Alat

B. Data Pengujian

1. Sensor MQ-7

Uji coba dilakukan untuk mengetahui performa dan kestabilan pembacaan sensor MQ-7 terhadap kadar asap (karbon monoksida CO) dalam satuan PPM serta tegangan *output* yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dalam durasi tertentu setelah sensor diberi waktu *preheat* selama beberapa detik. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. PENGUJIAN SENSOR MQ-7

No	Pengukuran Sensor MQ-7 (PPM)	Tegangan Sensor MQ-7 (V)
1	155	0,76
2	278	1,36
3	363	1,77
4	381	1,86
5	384	1,88

2. Sensor DHT22

Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor DHT22 dalam membaca suhu lingkungan dan mengonversikannya ke dalam bentuk tegangan. pembacaan dilakukan secara bertahap dalam interval waktu tertentu, dengan hasil pengukuran seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. PENGUJIAN SENSOR DHT22

No	DHT22 (°C)	Termometer (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1	20,6	19,8	0,8	3,88
2	24,5	25,2	0,7	2,86
3	30,1	30,8	0,7	2,33
4	35,4	35,2	0,2	0,56
5	40,4	41,4	1,0	2,48
6	47,1	48,2	1,1	2,34
7	50,6	49,6	1,0	1,98

Nilai rata rata *error* = 2,53 %

3. Pengujian Kipas DC Dan *Driver* Motor BTS7960

Driver motor BTS7960 digunakan sebagai pengendali arah dan kecepatan kipas DC 12 V pada sistem. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sinyal PWM dari Arduino dapat diterjemahkan dengan baik oleh BTS7960 menjadi tegangan *output* untuk kipas. Pengujian ini juga digunakan untuk melihat hubungan antara nilai PWM (*rule*

kecepatan) dengan tegangan *output* yang dihasilkan oleh modul serta arah putaran motor. Untuk pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3. PENGUJIAN KIPAS DC 12 V DAN *DRIVER* MOTOR BTS7960

No	Tegangan <i>Supply</i> (V)	Kecepatan (PWM)	Tegangan <i>Driver</i> BTS 7960 (V)
1	11,85	100	4,62
2	11,89	150	6,92
3	11,81	200	9,23
4	11,88	255	11,91

4. Pengujian Alat Keseluruhan

Data pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sensor dapat bekerja secara optimal dalam membaca parameter lingkungan seperti kadar asap rokok (PPM) dan suhu ruangan (°C). Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui performa sistem dalam mengontrol kecepatan kipas DC dan respon *buzzer* berdasarkan hasil pengolahan logika *Fuzzy*. Data hasil pengujian kadar asap, suhu, serta kecepatan kipas dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4. DATA PENGUJIAN ALAT KESELURUHAN

No	Suhu (°C)	Asap (PPM)	Kecepatan Kipas (PWM)	Kipas (V)	Kondisi <i>Buzzer</i>
1	24,5	101	80	3,72	Mati
2	24,0	173	113,2	5,16	Mati
3	24,1	472	207	9,83	Hidup
4	26,8	106	103	5,62	Mati
5	29,1	353	211	9,70	Mati
6	28,9	479	220	10,10	Hidup
7	38,2	106	193	6,91	Hidup
8	38,8	241	215	9,87	Hidup
9	40,7	509	220	10,10	Hidup

C. Analisa Perhitungan Dan Perbandingan

Hasil perhitungan dan perbandingan ini akan menjadi dasar dalam menarik kesimpulan mengenai efisiensi sistem, tingkat akurasi sensor, serta hubungan antara kadar asap, suhu ruangan, dan kecepatan kipas yang dikendalikan oleh metode *Fuzzy Logic*. Hasil data pembacaan sensor MQ-7 dan sensor DHT22 beserta perbandingan dengan hasil perhitungan serta nilai persen error dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 5. PERBANDINGAN NILAI PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN KECEPATAN KIPAS

No	Suhu (°C)	Asap (PPM)	Pengukuran Kecepatan Kipas (PWM)	Perhitungan Kecepatan Kipas (PWM)	Selisih	Error (%)
1	24,5	101	80	80,46	0,46	0,572
2	24,0	173	113,2	104,3	8,9	8,533
3	24,1	472	207	207,3	0,3	0,145
4	26,8	106	103	111,11	8,11	7,299
5	29,1	353	211	198,87	12,13	6,09
6	28,9	479	220	220	0	0
7	38,2	106	193	194,92	1,94	0,983
8	38,8	241	215	215,8	0,8	0,371
9	40,7	509	220	220	0	0
Nilai rata-rata					3,627	2,666

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian terhadap setiap komponen dan sistem secara keseluruhan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor MQ-7 menunjukkan kinerja yang stabil dengan pola kenaikan tegangan *output* seiring meningkatnya konsentrasi asap rokok yang terdeteksi. Tegangan terendah sebesar 0,76 V diperoleh pada 155 PPM, sedangkan tegangan tertinggi sebesar 1,88 V tercatat pada 384 PPM.
2. Sensor DHT22 memiliki kemampuan pengukuran yang cukup baik dengan rata-rata *error* sebesar 2,53 %.
3. *Driver* motor BTS7960 dapat mengontrol kecepatan kipas dengan kecepatan terbesar 255 PWM dan yang terendah 100 PWM.
4. Sistem menunjukkan bahwa kecepatan kipas (PWM) berada pada rentang 80 hingga 220, dengan tegangan kipas berkisar antara 3,72 V hingga 10,10 V, menyesuaikan perubahan suhu dari 24,0 °C hingga 40,7 °C dan kadar asap dari 101 PPM hingga 509 PPM. Aktivasi *buzzer* terjadi pada kadar asap tinggi, seperti saat terdeteksi 472 PPM (PWM 207, tegangan 9,83 V), 479 PPM (PWM 220, tegangan 10,10 V), dan 509 PPM (PWM 220, tegangan 10,10 V). *Buzzer* juga aktif pada kondisi suhu tinggi, misalnya ketika suhu mencapai 38,2 °C dengan kadar asap 106 PPM (PWM 193, tegangan 6,91 V). Pada suhu di bawah 30 °C *buzzer* tidak aktif dan pada kadar asap di bawah 400 PPM *buzzer* tetap tidak aktif.

Hasil perbandingan antara pengukuran dan perhitungan kecepatan kipas menghasilkan rata-rata selisih sebesar 3,627 PWM dan rata-rata *error* sebesar 2,666 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan masukan berharga yang telah diberikan selama proses penyusunan jurnal ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Politeknik Negeri Bengkalis atas dukungan fasilitas dan sarana yang telah diberikan, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] M. Sahreri, D. Notosudjono, and A. R. Machdi, "Prototype Pembuang Asap Rokok Menggunakan Exhaust Fan Dengan PLTS Sebagai Back Up Daya Berbasis Internet Of Things," *J. Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2024.
- [2] Y. G. Purba and D. Avianto, "Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Optimasi Jumlah Produksi Es Batu Kemasan," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–129, 2024, doi: 10.57152/malcom.v5i1.1736.
- [3] A. Anantama, A. Wantoro, I. Ahmad, A. S. Puspaningrum, L. P. Deviana, and M. B. Maharani, "Implementasi Metode Fuzzy Pada Sistem Sirkulasi Udara Berbasis Internet of Things," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 56–66, 2023.
- [4] F. Saputra, D. Ryana Suchendra, and M. Ikhsan Sani, "Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruang Implementation of Dht22 Sensor System To Stabilize Temperature and Humidity Based on Microcontroller Nodemcu Esp8266 in Space," *Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, p. 1977, 2020.
- [5] M. W. Kasrani, A. Asni, and A. S. Putra, "Perancangan Sistem Pengendalian Kecerahan

- Lampu Utama Pada Mobil Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro Uniba*, vol. 5, no. 1, pp. 104–108, 2020.
- [6] M. Luqman, B. Anggraheny, H. Herwandi, and A. Murtono, “Aplikasi dan unjuk kerja motor driver L-298 dan BTS7960 sebagai power switching pada inverter,” *J. Eltek*, vol. 23, no. 1, pp. 9–15, 2025, doi: 10.33795/eltek.v23i1.6656.
- [7] N. Afiqah, S. Auliyauddin, F. F, A. R. Awalia, N. Kholis, and A. Hamzah, “Pengaruh Penggunaan Media Liquid Crysstal Display (LCD) Terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti di SD Inpres Galangan Kapal IV Kota Makassar,” *Madani J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 6, pp. 384–395, 2024.