

Perangkat Uji Penciuman sebagai Protokol Kesehatan Menggunakan Fuzzy Mamdani Berbasis *Internet Of Things*

Akhmad Wahyu Dani^{1*}, Ahmad Mundhola¹, Rizky Rahmatullah², Ahmad Mundhoha³

¹Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

²Engineering Staff, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta

³Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana, Jakarta

Email : wahyu.dani@mercubuana.ac.id

Abstrak—Penerapan protokol kesehatan terhadap pandemi *Corona Virus Disease 2019* (Covid-19) di tempat umum dapat dilakukan dengan tes identifikasi bau berdasarkan penilaian fungsi indera penciuman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe alat uji indera penciuman yang bekerja secara otomatis sebagai wahana protokol kesehatan Covid-19 dan mengetahui pengaruh kontrol fuzzy Mamdani terhadap kinerja perangkat dalam mengelola pengujian aroma. Prototipe dirancang di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menggunakan uji identifikasi bau dengan memberikan pengujian 5 jenis aroma secara acak yang dihasilkan oleh odor generator penghasil aroma. Generator aroma dilengkapi dengan kendali fuzzy Mamdani sebagai pengontrol PWM kecepatan kipas yang digunakan dalam menghembuskan gas aroma, dengan parameter masukan himpunan fuzzy sensor jarak dan sensor pendeteksi gas *Volatile Organic Compounds* (VOC). Pengujian tersebut didasarkan pada skor tes penciuman dari identifikasi setiap responden dengan total skor maksimal 5 pada identifikasi aroma yang sempurna. Hasil uji indera penciuman untuk setiap responden dikirim ke server yang terintegrasi dengan platform IoT ThingsBoard dan dikirim kepada setiap responden yang melakukan pengujian. Berdasarkan hasil pengujian fungsi prototipe, nilai keluaran PWM hasil perhitungan fuzzy Mamdani mikrokontroler Arduino memiliki akurasi sebesar 99,70% berdasarkan perbandingan simulasi di Matlab. Kendali fuzzy Mamdani dapat meningkatkan persentase rata-rata skor jawaban benar pada tes indera penciuman sebesar 14% terhadap 3 responden dan hasil tes dapat dikirim ke email akun ThingsBoard untuk setiap pengguna yang terdaftar pada sistem

Kata Kunci—Alat Uji Penciuman, Generator Aroma, Metode Fuzzy Mamdani, Perangkat uji indera penciuman, Protokol kesehatan Covid-19, IoT ThingsBoard.

DOI: 10.22441/jte.2021.v12i3.010

I. PENDAHULUAN

Pandemi *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19) di Indonesia menimbulkan berbagai masalah dalam kehidupan masyarakat. Gejala umum seperti hilangnya indera penciuman atau anosmia merupakan gejala yang mungkin dialami oleh orang yang terpapar COVID-19 [1]. Beberapa studi *cross-sectional* telah menunjukkan bahwa tingkat kejadian disfungsi penciuman pada pasien COVID-19 bervariasi dari 33,9-68% dengan dominasi wanita [2]. Penelitian lain menunjukkan bahwa 54 dari 114 pasien COVID-19 terkonfirmasi mengalami anosmia [3]. Untuk mendeteksi seseorang mengalami gangguan indera penciuman hiposmia ataupun anosmia dapat dilakukan

dengan tes *University of Pennsylvania Smell Identification Test* (UPSIT). [4][5][6] Tes UPSIT menggunakan 40 lembar kartu yang mengandung aroma ketika bagian penghasil aroma digoreskan. Subjek test kemudian mengendus bau/aroma dan mengidentifikasi 40 item aroma yang diujikan [7][8][9][10]. Untuk skrining dengan kapasitas besar, tes UPSIT akan memakan biaya yang tinggi. Maka dikembangkanlah alat uji elektronik yang dapat dikontrol secara manual dan digunakan berulang kali. Pengembangan perangkat baru yang menggunakan deteksi indera penciuman, yang mampu menghasilkan tingkat penciuman secara digital telah dilakukan, dan dapat digunakan berulang kali tanpa kontak melalui kendali pada aplikasi smartphone [11]. Berdasarkan uraian di atas maka penulis merancang prototipe alat uji indera penciuman atau *olfactory* yang bekerja secara otomatis menggunakan kendali fuzzy Mamdani untuk mengatur kecepatan PWM kipas blower gas aroma, dan mengintegrasikan hasil pengujian menggunakan *Internet of Things* (IoT) platform ThingsBoard

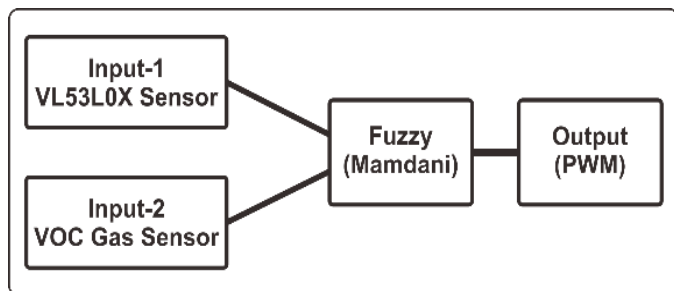
II. PENELITIAN TERKAIT

Sebagai wahana protokol kesehatan, pada penelitian yang berjudul "*Olfactory device for large scale pre-screening for COVID-19*" menghasilkan sebuah prototipe skiring dalam protokol kesehatan COVID-19 berdasarkan penilaian fungsi indera penciuman. Dalam penelitian tersebut dikaitkan dengan gejala anosmia yaitu ketidakmampuan indera penciuman dalam mengenali bau dan gejala hiposmia yaitu berkurangnya fungsi indera penciuman sebagai salah satu gejala yang ada pada COVID-19. Perangkat yang dikembangkan dapat digunakan secara berulang dan dioperasikan dengan mengurangi sentuhan fisik atau tanpa kontak dengan dikendalikan melalui smartphone dan dapat diprogram menyesuaikan [11].

III. METODOLOGI PENELITIAN

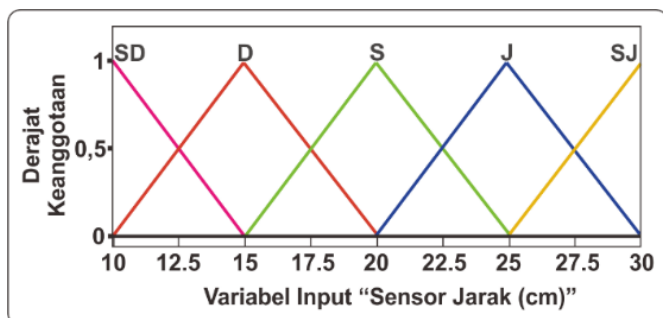
Metode fuzzy Mamdani merupakan bagian dari *Fuzzy Inference System* (FIZ) untuk melakukan analisis sistem yang mengandung ketidakpastian. Pada penelitian ini digunakan metode fuzzy Mamdani untuk mengatur kecepatan kipas untuk memberikan variasi pengujian bau dengan parameter masukan dari sensor jarak dan sensor gas VOC. Metode fuzzy Mamdani dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu pembentukan himpunan fuzzy, penerapan fungsi implikasi, komposisi aturan dan defuzzifikasi. Implementasi fuzzy mamdani dapat dilakukan pada perangkat sistem kendali, salah satunya adalah dengan mengatur kecepatan motor DC [12]. Berikut adalah

perancangan pembentukan himpunan fuzzy, penerapan fungsi implikasi, komposisi aturan dan defuzzifikasi pada prototipe sistem.



Gambar 1. Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani

Dari Gambar 1, Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani menggunakan 2 input dan 1 output. [16] [17] Variabel inputnya adalah nilai pembacaan sensor jarak VL53L0X dari sistem instrumen ke responden dan nilai pembacaan sensor CJMCU-811 untuk detektor gas VOC pada area pengujian indera penciuman responden, sedangkan variabel keluarannya adalah PWM untuk mengatur kecepatan kipas. Variabel sensor jarak menggunakan fungsi keanggotaan dengan representasi kurva segitiga. Pemilihan jarak uji jarak antara ujung keluaran aroma dan responden didasarkan pada batasan kecepatan kipas dalam mendorong gas aroma yaitu pada jarak maksimal 30cm. Jarak terdekat dipilih 10cm untuk area di mana kotak sensor gas VOC ditempatkan di sistem.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel Input Sensor Jarak

Dari fungsi keanggotaan variabel sensor jarak dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy dengan derajat keanggotaan setiap linguistik sebagai berikut : [8]

1. Fungsi keanggotaan SD (Sangat Dekat)

$$\mu_{SD}(x) = \begin{cases} 0; & x < 10 \text{ atau } x \geq 15 \\ \frac{(15-x)}{(15-10)}; & 10 < x < 15 \\ 1; & x = 10 \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan D (Dekat)

$$\mu_{Dekat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 20 \\ \frac{(x-10)}{(15-10)}; & 10 < x < 15 \\ \frac{(20-x)}{(20-15)}; & 15 < x < 20 \\ 1; & x = 15 \end{cases}$$

3. Fungsi keanggotaan S (Sedang)

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 25 \\ \frac{(x-15)}{(20-15)}; & 15 < x < 20 \\ \frac{(25-x)}{(25-20)}; & 20 < x < 25 \\ 1; & x = 20 \end{cases}$$

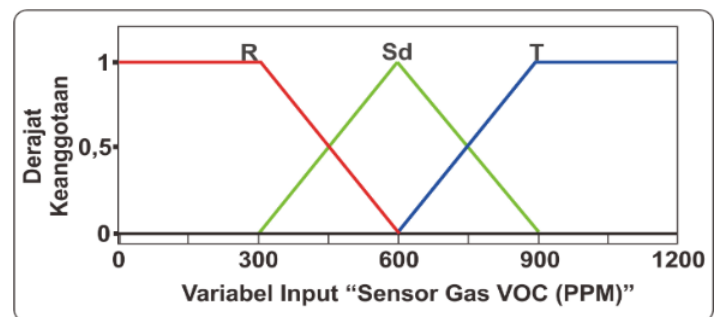
4. Fungsi keanggotaan J (Jauh)

$$\mu_{Jauh}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{(x-20)}{(25-20)}; & 20 < x < 25 \\ \frac{(30-x)}{(30-25)}; & 25 < x < 30 \\ 1; & x = 25 \end{cases}$$

5. Fungsi keanggotaan SJ (Sangat Jauh)

$$\mu_{Sangat\ Jauh}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x > 30 \\ \frac{(x-25)}{(30-25)}; & 25 < x < 30 \\ 1; & x = 30 \end{cases}$$

Pada variabel sensor jarak digunakan *membership function* atau fungsi keanggotaan dengan representasi kurva segitiga dan trapesium sebagai berikut.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Input Sensor Gas VOC

Fungsi keanggotaan variabel sensor gas VOC dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy dengan derajat keanggotaan setiap linguistik sebagai berikut :

1. Fungsi keanggotaan R (Rendah)

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 0; & x < 0 \text{ atau } x \geq 600 \\ \frac{(600-x)}{(600-300)}; & 300 < x < 600 \\ 1; & 0 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

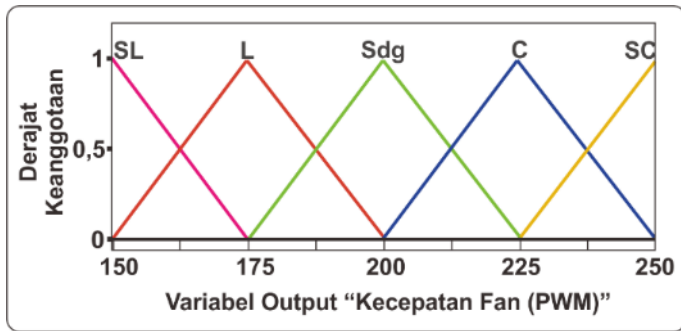
2. Fungsi keanggotaan Sd (Sedang)

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 300 \text{ atau } x \geq 900 \\ \frac{(x-300)}{(600-300)}; & 300 < x < 600 \\ \frac{(900-x)}{(900-600)}; & 600 < x < 900 \\ 1; & x = 600 \end{cases}$$

3. Fungsi keanggotaan T (Tinggi)

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 600 \text{ atau } x > 1200 \\ \frac{(x-600)}{(900-600)}; & 600 < x < 900 \\ 1; & 900 \leq x \leq 1200 \end{cases}$$

Pada variabel kecepatan kipas digunakan *membership function* atau fungsi keanggotaan dengan representasi kurva segitiga sebagai berikut.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Output Kecepatan Kipas

Dari fungsi keanggotaan variabel kecepatan kipas dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy dengan derajat keanggotaan setiap linguistik sebagai berikut:

1. Fungsi keanggotaan SL (Sangat Lambat)

$$\mu_{\text{Sangat Lambat}}(x) = \begin{cases} 0; & x < 150 \text{ atau } x \geq 175 \\ \frac{(175 - x)}{(175 - 150)}; & 150 < x < 175 \\ 1; & x = 150 \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan L (Lambat)

$$\mu_{\text{Lambat}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 200 \\ \frac{(x - 150)}{(175 - 150)}; & 150 < x < 175 \\ \frac{(200 - x)}{(200 - 175)}; & 175 < x < 200 \\ 1; & x = 175 \end{cases}$$

3. Fungsi keanggotaan Sdg (Sedang)

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 175 \text{ atau } x \geq 225 \\ \frac{(x - 175)}{(200 - 175)}; & 175 < x < 200 \\ x \frac{(225 - x)}{(225 - 200)}; & 200 < x < 225 \\ 1; & x = 200 \end{cases}$$

4. Fungsi keanggotaan C (Cepat)

$$\mu_{\text{Cepat}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 200 \text{ atau } x \geq 250 \\ \frac{(x - 200)}{(225 - 200)}; & 200 < x < 225 \\ x \frac{(250 - x)}{(250 - 225)}; & 225 < x < 250 \\ 1; & x = 225 \end{cases}$$

5. Fungsi keanggotaan SC (Sangat Cepat)

$$\mu_{\text{Sangat Cepat}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 225 \text{ atau } x > 250 \\ \frac{(x - 225)}{(250 - 225)}; & 225 < x < 250 \\ 1; & x = 250 \end{cases}$$

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN atau menggunakan operator AND. Fungsi implikasi merupakan struktur logika yang terdiri atas kumpulan premis dan satu konklusi. Fungsi implikasi berguna untuk mengetahui hubungan antara premis-premis dan konklusinya. Bentuk dari fungsi implikasi ini adalah dengan pernyataan IF (x is A) THEN y is B, dengan x dan y adalah skalar, serta A dan B

adalah himpunan fuzzy. Dalam istilah logika *fuzzy*, proposisi yang mengikuti IF disebut dengan antisenden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut dengan konsekuen. Untuk menentukan aturan fuzzy dilakukan pencarian berdasarkan tabel FAM (*Fuzzy Associative Memory*) dengan implikasi aturan fungsi fuzzy Mamdani sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Fuzzy Associative Memory (FAM)

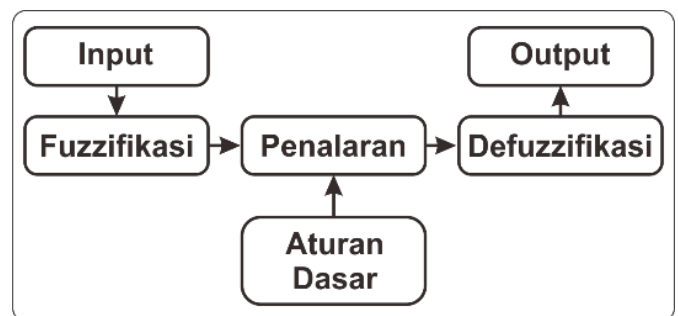
	Jarak Responden dengan perangkat uji				
	Sangat Dekat	Dekat	Sedang	Jauh	Sangat Jauh
Gas VOC (Rendah)	Sedang	Sedang	Cepat	Cepat	Sangat Cepat
Gas VOC (Sedang)	Lambat	Lambat	Sedang	Cepat	Cepat
Gas VOC (Tinggi)	Sangat Lambat	Lambat	Lambat	Sedang	Sedang

Dari Tabel 1. Fuzzy Associative Memory (FAM) maka dibuat 15 aturan sebagai berikut:

- [R1] IF jarak sangat dekat AND gas VOC rendah THEN kecepatan sedang.
- [R2] IF jarak sangat dekat AND gas VOC sedang THEN kecepatan lambat.
- [R3] IF jarak sangat dekat AND gas VOC tinggi THEN kecepatan sangat lambat.
- [R4] IF jarak dekat AND gas VOC rendah THEN kecepatan sedang.
- [R5] IF jarak dekat AND gas VOC sedang THEN kecepatan lambat.
- [R6] IF jarak dekat AND gas VOC tinggi THEN kecepatan lambat.
- [R7] IF jarak sedang AND gas VOC rendah THEN kecepatan cepat.
- [R8] IF jarak sedang AND gas VOC sedang THEN kecepatan sedang.
- [R9] IF jarak sedang AND gas VOC tinggi THEN kecepatan lambat.
- [R10] IF jarak jauh AND gas VOC rendah THEN kecepatan cepat.
- [R11] IF jarak jauh AND gas VOC sedang THEN kecepatan cepat.
- [R12] IF jarak jauh AND gas VOC tinggi THEN kecepatan sedang.
- [R13] IF jarak sangat jauh AND gas VOC rendah THEN kecepatan sangat cepat.
- [R14] IF jarak sangat jauh AND gas VOC sedang THEN kecepatan cepat.
- [R15] IF jarak sangat jauh AND gas VOC tinggi THEN kecepatan sedang.

Gambar 5. Aturan Fungsi Implikasi

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum dari semua aturan pada linguistik himpunan yang sama, kemudian nilai tersebut digunakan untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator *OR* (*union*). 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 *fuzzy* tersebut dalam nilai tegas (*crisp*).



Gambar 6. Blok Diagram Logika Fuzzy

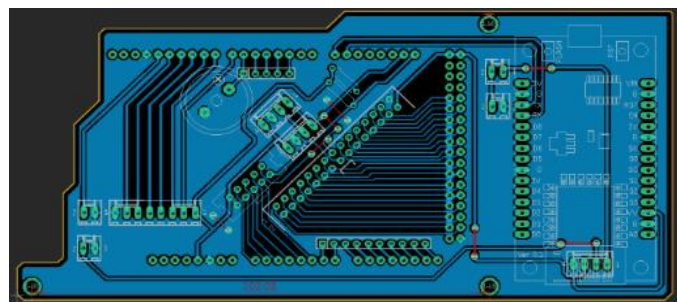
Dalam proses defuzzifikasi digunakan metode centroid (titik pusat) dengan prosedur yaitu menentukan

moment (integral dari masing-masing fungsi keanggotaan dari komposisi aturan), menentukan luas, dan menentukan titik pusat. Rumus dalam metode centroid adalah sebagai berikut:

$$CoA = \frac{\int f(x) * x \, dx}{\int f(x) \, dx} \quad (1)$$

Dengan CoA adalah pusat area, x adalah nilai variabel linguistik.

Materi yang digunakan dalam pembuatan prototipe meliputi administrator penyewa akun ThingsBoard [13], komponen elektronik dan komponen mekanik. Material elektronik yang digunakan antara lain mikrokontroler Arduino Mega 2560, mikrokontroler ESP-8266, sensor VL53L0X [14] [15], sensor CJMCU-811, RFID RC-552, kipas angin kecil, pengontrol PWM dan baterai. Semua komponen elektronik yang terhubung ke Arduino Mega 2560 pada papan PCB dibuat dengan menggunakan software Eagle.

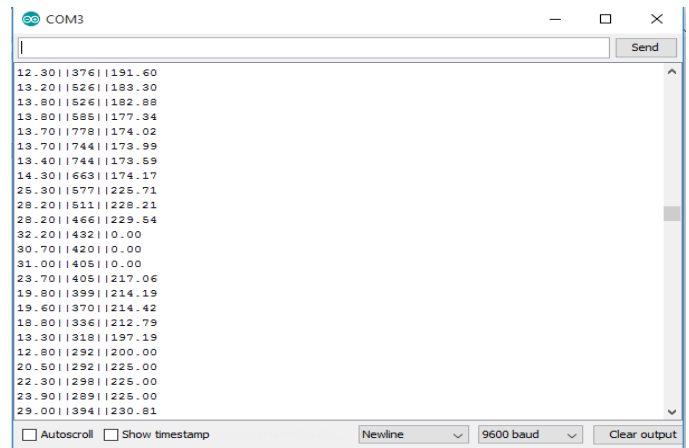


Gambar 7. Desain Papan PCB

Bahan mekanik yang digunakan meliputi akrilik, filamen PLA, dan pipa baja tahan karat. Keseluruhan mekanik alat dipasang pada rangka yang terbuat dari pipa stainless steel dan setiap bagian mekanik dihubungkan dengan sambungan yang dibuat menggunakan mesin cetak 3D.

IV. HASIL DAN ANALISA

Dari prototipe yang telah dibuat, dilakukan pengujian fungsi performansi untuk kemudian diketahui pengaruh dari pengendalian fuzzy Mamdani terhadap sistem. Pengujian nilai output fuzzy Arduino untuk mengetahui akurasi perhitungan fuzzy dengan membandingkannya dengan hasil perhitungan fuzzy pada software MATLAB. Pengujian akan dilakukan dengan beberapa variasi nilai pembacaan sensor jarak VL53L0X dan pembacaan sensor gas deteksi VOC. Gambar 8 merupakan tampilan nilai keluaran PWM pada perhitungan fuzzy Arduino di menu serial monitor software Arduino IDE.



Gambar 8. Nilai Input dan Output Perhitungan Fuzzy Arduino

Dari hasil pembacaan serial monitor Arduino sesuai gambar 8 diatas, diambil beberapa sample data sebagai parameter uji komparatif dengan hasil simulasi fuzzy di Matlab.

Tabel 2. Parameter Input dan Output Arduino Fuzzy

No	Pembacaan Sensor Jarak (cm)	Pembacaan Sensor VOC Gas (PPB)	Keluaran Fuzzy Arduino (PWM)
1	12,3	376	191,60
2	13,8	526	182,80
3	14,3	663	174,17
4	25,3	577	225,71
5	29,0	394	230,81

Setelah melakukan simulasi perhitungan fuzzy pada software Matlab sesuai Tabel 2, berikut adalah tabel perbandingan nilai fuzzy Arduino dengan nilai fuzzy Matlab.

Tabel 3. Perbandingan nilai fuzzy Arduino dengan Fuzzy Matlab

No.	Pembacaan Sensor Jarak (cm)	Pembacaan Sensor Gas VOC (PPB)	Keluaran Fuzzy Matlab (PWM)	Keluaran Fuzzy Arduino (PWM)	% Kesalahan
1	12,3	376	192	191,60	0,20 %
2	13,8	526	182	182,80	0,43 %
3	14,3	663	175	174,17	0,47 %
4	25,3	577	225	225,71	0,31 %
5	29,0	394	231	230,81	0,08 %
Rata-rata % Kesalahan					0,30 %
Akurasi Keluaran Fuzzy Arduino					99,70 %

Berdasarkan tabel 3, akurasi perhitungan fuzzy pada Arduino adalah 99,70% dibandingkan dengan hasil simulasi pada software Matlab. Untuk mengetahui persentase pengaruh fuzzy control Mamdani terhadap prototipe sistem, 3 subjek / responden diuji dengan parameter skor jawaban yang benar pada uji indra penciuman. Setiap responden diuji 10 kali pada

perangkat sistem tanpa kontrol fuzzy Mamdani dan menggunakan kontrol fuzzy Mamdani dengan skor jawaban benar maksimum masing-masing 50.



Gambar 9. Uji Penciuman pada Perangkat Tanpa Kontrol Fuzzy Mamdani

Pada pengujian olfaktori pada perangkat tanpa menggunakan kontrol fuzzy Mamdani, kecepatan kipas PWM diatur ke konstan 200 dengan tegangan kerja sekitar 4,99 volt DC. Dari uji penciuman di atas diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Penciuman Perangkat Tanpa Kontrol Fuzzy Mamdani

Pengujian Ke-	Skor Jawaban Benar Pada Pengujian Indra Penciuman		
	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Pengujian ke-1	4	4	2
Pengujian ke-2	3	3	3
Pengujian ke-3	2	4	3
Pengujian ke-4	3	5	4
Pengujian ke-5	2	4	5
Pengujian ke-6	3	4	5
Pengujian ke-7	2	3	2
Pengujian ke-8	4	3	2
Pengujian ke-9	3	4	5
Pengujian ke-10	4	4	5
Total Skor	30	38	36

Pada pengujian olfaktori pada perangkat yang menggunakan kontrol fuzzy Mamdani, kecepatan kipas PWM diatur berdasarkan 2 input fuzzy yaitu nilai pembacaan sensor jarak dan sensor deteksi gas *Volatille Organic Compounds* (VOC).



Gambar 10. Uji Penciuman pada Perangkat Dengan Kontrol Fuzzy Mamdani

Dari hasil pengujian olfaktorius dengan menggunakan kontrol fuzzy Mamdani pada sistem instrumen diperoleh tabel hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Penciuman Perangkat dengan Mamdani Fuzzy Control

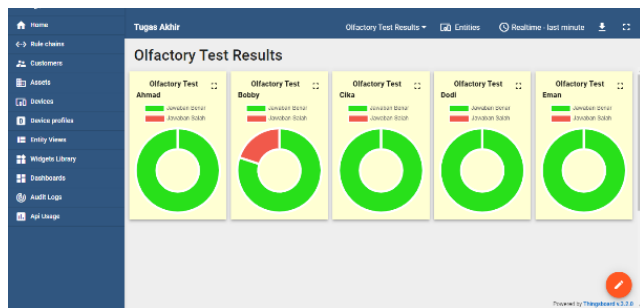
Pengujian Ke-	Skor Jawaban Benar Pada Pengujian Indra Penciuman		
	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Pengujian ke-1	5	3	5
Pengujian ke-2	4	4	4
Pengujian ke-3	5	5	5
Pengujian ke-4	2	5	5
Pengujian ke-5	4	5	5
Pengujian ke-6	5	5	5
Pengujian ke-7	4	5	3
Pengujian ke-8	5	3	3
Pengujian ke-9	4	4	4
Pengujian ke-10	1	3	5
Total Skor	39	42	44

Persentase pengaruh kontrol fuzzy Mamdani terhadap kinerja sistem instrumen diperoleh dari rata-rata perubahan skor total jawaban benar pada uji indra penciuman oleh masing-masing responden. Dari tabel 4 dan tabel 5, persentase pengaruh kontrol fuzzy Mamdani terhadap perubahan skor uji olfaktorius masing-masing responden adalah:

Tabel 6. Pengaruh Kontrol Fuzzy pada Perubahan Skor Tes Penciuman

Pengujian	Olfactory Test Score		Prosentase Perubahan Skor
	Dengan Kendali Fuzzy Mamdani	Tanpa Kendali Fuzzy Mamdani	
Responden 1	39	30	18 %
Responden 2	42	38	8 %
Responden 3	44	36	16 %
Perubahan Skor Rata-rata			14 %

Untuk membuat sistem pengujian penciuman otomatis, hasil pengujian dikirimkan ke setiap anggota yang terdaftar. Melalui kartu RFID, informasi anggota disimpan dan diintegrasikan dengan akses token pada akun menu Perangkat pada platform ThingsBoard. Hasil pengujian dikendalikan oleh Arduino Mega 2560 dan dikirim ke modul ESP-8266 melalui komunikasi serial, kemudian hasil pengujian olfaktorius dikirim menggunakan jaringan internet melalui modul WiFi-nya. Berikut hasil tampilan dashboard melalui akun ThingsBoard tenant administrator.



Gambar 11. Tampilan Dashboard Hasil Uji Penciuman pada Platform ThingsBoard

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini, nilai PWM keluaran mikrokontroler fuzzy Mamdani Arduino memiliki akurasi sebesar 99,70% berdasarkan perbandingan simulasi di Matlab. Sistem kendali fuzzy Mamdani dengan penerapan fungsi implikasi aturan Min dan metode defuzzifikasi Centroid, dapat meningkatkan persentase rata-rata skor total jawaban benar sebesar 14% pada uji indra penciuman 3 responden dan hasil uji olfaktorius dapat diketahui. dikirim ke semua pengguna perangkat melalui akun email ThingsBoard.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian pada makalah ini didasarkan pada pengembangan protoipe BPPT yaitu "Sistem Pengendalian dan Pemantauan Akses Fasilitas Umum dengan Deteksi Gejala Kehilangan Bau" yang sedang dikaji untuk 'paten' dan 'desain industri' BPPT. membahas dan mengembangkan lebih lanjut dengan masukan dari para ahli kedokteran untuk meningkatkan manfaat fungsionalnya. Dengan demikian, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini khususnya rekan-rekan di laboratorium EMC BPPT. Selain itu penulis mengucapkan terima kasih kepada redaksi tim jurnal publikasi JTE untuk publikasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization, "No Title," 2020, https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_3.
- [2] X. Meng, Y. Deng, Z. Dai, and Z. Meng, "COVID-19 and anosmia: A review based on up-to-date knowledge," *Am. J. Otolaryngol. - Head Neck Med. Surg.*, vol. 41, no. 5, p. 102581, 2020, doi: 10.1016/j.amjoto.2020.102581.
- [3] T. Klopfenstein *et al.*, "Features of anosmia in COVID-19," *Med. Mal. Infect.*, vol. 50, no. 5, pp. 436–439, 2020, doi: 10.1016/j.medmal.2020.04.006.
- [4] S. K. Kamrava *et al.*, "University of Pennsylvania Smell Identification on Iranian population," *Iran. Red Crescent Med. J.*, vol. 16, no. 1, pp. 18–20, 2014, doi: 10.5812/ircmj.7926
- [5] I. K. Putri, "Aplikasi Metode Fuzzy Min-Max (Mamdani) Dalam Menentukan Jumlah Produksi Perusahaan," *UIN Alauddin Makassar*, 2017.
- [6] Wikipedia, "University of Pennsylvania Smell Identification Test," 2020. en.wikipedia.org/wiki/University_of_Pennsylvania_Smell_Identification_Test.
- [7] S. T. Moein, S. M. R. Hashemian, B. Mansourafshar, A. Khorram-Tousi, P. Tabarsi, and R. L. Doty, "Smell dysfunction: a biomarker for COVID-19," *Int. Forum Allergy Rhinol.*, vol. 10, no. 8, pp. 944–950, 2020, doi: 10.1002/alr.22587.
- [8] M. S. Doty, R. L., Shaman, P., Kimmelman, C. P., & Dann, "University of Pennsylvania Smell Identification Test: a rapid quantitative olfactory function test for the clinic," *Laryngoscope*, vol. 94.2, pp. 176–178, 1984
- [9] U. Doty, R. L., & Agrawal, "The shelf life of the University of Pennsylvania smell identification test (UPSIT)," *Laryngoscope*, vol. 99.4, pp. 402–404, 1989
- [10] M. A. Fornazieri, R. L. Doty, C. A. dos Santos, F. de R. Pinna, T. F. P. Bezerra, and R. L. Voegels, "A new cultural adaptation of the University of Pennsylvania Smell Identification Test," *Clinics*, vol. 68, no. 1, pp. 65–68, 2013, doi: 10.6061/clinics/2013(01)OA10.
- [11] P. Gandhi, R. Bafna, G. Arabale, S. Engineer, and S. Phadke, "Olfactory Devide for Large Scale Pre-screening for COVID-19," *Trans. Indian Natl. Acad. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 237–240, 2020, doi: 10.1007/s41403-020-00126-6.
- [12] B. M. Freitas, M. Rameli, and R. EAK, "Implementation of Mamdani Fuzzy Logic Control System on DC Motor Speed Controller," *JAREE (Journal Adv. Res. Electr. Eng.)*, vol. 1, no. 2, pp. 19–26, 2017, doi: 10.12962/j25796216.v1.i2.18.
- [13] Y. E. Windarto, B. M. W. Samosir, and M. R. Assariy, "Monitoring Ruangannya Berbasis Internet of Things Menggunakan Thingsboard dan Blynk," *Walisono J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, p. 145, 2020, doi: 10.21580/wjit.2020.2.2.5798.
- [14] S. Komarizadehasl, B. Mobaraki, and J. A. Lozano-galant, "DETAILED EVALUATION OF LOW-COST RANGING SENSORS FOR DETAILED EVALUATION OF LOW-COST RANGING SENSORS FOR," no. September, 2020.
- [15] E. M. Fauzi, M. Bilal, Z. Asyikin, I. Y. Prasetya, and K. Kunci, "Analisa dan Solusi Noise Sensor VL53L0X pada Berbagai Kondisi Cahaya," pp. 3–7.
- [16] N. N. Karnik and J. M. Mendel, "Centroid of a type-2 fuzzy set," *Inf. Sci. (N.Y.)*, vol. 132, no. 1–4, pp. 195–220, 2001, doi: 10.1016/S0020-0255(01)00069-X.
- [17] N. K. Arun and B. M. Mohan, "Modeling, stability analysis, and computational aspects of some simplest nonlinear fuzzy two-term controllers derived via center of area/gravity defuzzification," *ISA Trans.*, vol. 70, pp. 16–29, 2017, doi: 10.1016/j.isatra.2017.04.023.