

Implementasi Metode *Fuzzy Logic* untuk Mendeteksi Asap Dupa di Pasar Tradisional Bali Berbasis IoT

Ira Arituddiniyah^{a1}, Cokorda Pramatha^{a2},
I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan^{a3}, I Gede Surya Rahayuda^{a4}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana

Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹iraafd6@email.com

²cokorda@unud.ac.id

²dewabayu@unud.ac.id

²igedesuryarahayuda@unud.ac.id

Abstract

This research employs Fuzzy Logic for incense smoke detection in Bali's traditional markets, supported by IoT. It aims to develop a system for automatic identification, user reminders, and online monitoring. By using Fuzzy Logic, the system assesses smoke concentration, enabling appropriate responses. IoT integration facilitates object connectivity and communication. The outcome is a web platform for smoke monitoring, notifications, and remote device control. This study innovatively merges IoT with local wisdom, offering a valuable contribution.

Keywords: *IoT, Fuzzy Logic, Incense Smoke Detection, Reminder, Monitoring, Local Wisdom, Bali Markets.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki karakteristik yang unik dan membedakannya dari negara lain, dengan keanekaragaman suku, ras, dan budaya menjadi ciri khas masyarakat Indonesia. Setiap daerah di Indonesia memiliki budaya yang berbeda-beda, terutama di Provinsi Bali. Di Bali, masyarakatnya mayoritas beragama Hindu. Umat Hindu di Bali memiliki budaya dalam melakukan upacara keagamaan, salah satunya adalah menggunakan dupa sebagai sarana persembahyangan yang wajib digunakan oleh masyarakat Hindu dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam kepercayaan Hindu, terdapat sebuah bentuk pengabdian atau bhakti yang dilakukan dengan memberikan persembahan. Persembahan yang dimaksud adalah upakaraning bebanten (atau biasa disebut sesaji/sesajen), yang diberikan sebelum acara persembahyangan (kramaning sembah) dimulai [1].

Kegiatan mebanten ini biasanya dilakukan setiap hari oleh masyarakat Hindu di Bali. Pada tingkatan yang paling dasar, terdapat suatu kegiatan mebanten yang dapat dilakukan sebagai tanda pengabdian. Kegiatan tersebut melibatkan penyajian canang dan dupa sebagai bentuk persembahan, yang merupakan suatu ritual yang dianggap penting dalam kepercayaan masyarakat setempat, dan biasanya dilakukan setiap hari. Sehingga tidak jarang jika canang dan dupa di temui di berbagai tempat seperti, rumah, jalan raya, tempat usaha atau bahkan pasar tradisional di Bali.

Pasar tradisional di Bali merupakan wadah bagi seluruh lapisan masyarakat, terutama golongan ekonomi menengah ke bawah, untuk melakukan transaksi jual beli. Keberadaannya yang tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat Bali, telah memperkuat peran pasar tradisional sebagai tempat pertemuan sosial dan budaya yang memungkinkan interaksi antara masyarakat dan budaya lokal [2].

Padatnya aktivitas di pasar tradisional membuat masyarakat terkadang lalai atau lupa untuk mematikan api dupa sehabis sembahyang. Sehingga dapat memicu terjadinya kebakaran. Salah satu tragedi kebakaran pasar tradisional di Bali yang dipicu karena api dupa yaitu kebakaran yang terjadi di pasar Rubaya di Br. Dinas Beluhu Kangin, Desa Tulamben,

Kecamatan Kubu yang terjadi pada hari Sabtu, 3 Agustus 2019 sekitar pukul 12.40 WITA. Tidak terdapat korban jiwa pada kejadian ini. Namun, kerugian ditaksir mencapai 5 juta rupiah [3].

Tragedi serupa terjadi pasar subagan, Link. Karangasem, Kel, Subagan Karangasem pada hari Jum'at, 29 Maret 2019 sekitar pukul 12.10 WITA. Kebakaran dipicu oleh api dupa yang lupa dimatikan sehabis sembahyang. Tidak terdapat korban jiwa pada tragedi tersebut. Namun kerugian material ditaksir mencapai 3 juta rupiah [4].

Berdasarkan uraian diatas maka, diperlukan adanya solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan diatas. Maka dari itu penulis akan membangun sistem "Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Mendeteksi Asap Dupa di Pasar Tradisional Bali Berbasis IoT" yang diharapkan dapat membantu untuk melakukan pendeteksian asap dupa jika pengguna lupa mematikan dupa sehabis sembahyang. Sehingga permasalahan seperti diatas diharap bisa diminimalisir atau bahkan tidak terulang kembali.

2. Metode Penelitian

2.1. Data dan Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data primer. Data tersebut diambil langsung oleh peneliti melalui bantuan alat yang telah dirancang sebelumnya. Terdiri dari sensor MQ-2 yang mendeteksi kandungan asap dupa. Data yang telah diambil akan diolah dan dikirim oleh microcontroller ESP8266 ke database melalui perantara jaringan lokal yang tersedia. Dalam pengembangan sistem peneliti mengimplemmentasikan metode SDLC (System Development Life Cycle). Metode SDL yang akan digunakan disini adalah metode Waterfall. Metode waterfall dipilih karena sifatnya yang linear dan terstruktur.

Data yang yang diperoleh melalui alat yang telah dirancang tertulis pada tabel 2.1, dimana data ini diperoleh dari jarak yang berbeda diantaranya jarak 100 cm, 70 cm, 50 cm, dan 30 cm dalam waktu masing-masing pengambilan data adalah 5 menit. Data ini digunakan sebagai acuan untuk membuat batas-batas interval pada logika *fuzzy* yang digunakan pada sistem yang dirancang.

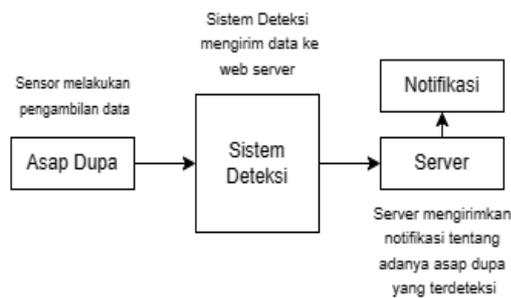
Tabel 2.1. Data ppm

Konsentrasi Asap Dalam 5 Menit		
Jarak 100 cm	Ppm dengan kategori rendah (tidak ada dupa)	< dari 46
	Ppm dengan kategori sedang	46, 50, 51, 55, 52, 49, 49, 49, 56, 56, 56, 56, 53, 49, 48, 45, 50, 50, 50, 50, 50, 55, 55, 52, 52, 56, 56, 51, 50, 45, 46, 50, 53, 53, 53, 55, 55, 51, 51, 52, 52, 53, 53, 53, 50, 50, 48, 46, 46, 46, 49, 49, 48, 48, 52, 52, 53, 55, 55, 50, 50, 50, 48, 49, 48, 48, 48, 47, 47, 50, 50, 53, 53, 53, 50, 50, 52, 50, 55.
	Ppm dengan kategori tinggi	60, 60, 61, 61, 61, 67, 67, 66, 58, 57, 58, 59, 56, 56, 59, 63, 63, 64, 64, 64, 62, 62, 62, 62, 67, 67, 67, 67, 68, 68, 65, 65, 65, 62, 62, 63, 63, 67, 67, 64, 64, 64, 60, 60, 60, 58, 58, 58, 59, 59, 59, 57, 57, 57, 63, 63, 63, 62, 62, 62, 68, 68, 68, 65, 65, 65, 65, 62, 62, 58, 58, 58, 57, 57, 59, 59, 60, 60, 60, 64.
	Ppm dengan kategori sangat tinggi	> 68
	Ppm dengan kategori rendah (tidak ada dupa)	<57

Jarak 70 cm	Ppm dengan kategori sedang	58, 57, 57, 57, 58, 58, 62, 62, 68, 69, 68, 69, 68, 68, 60, 62, 62, 58, 58, 63, 66, 62, 58, 57, 57, 61, 62, 58, 57, 58, 58, 59, 58, 59, 57, 58, 58, 59, 63, 65, 65, 53, 63, 60, 60, 60, 62, 62, 60, 61, 61, 61, 62, 62, 59, 59, 61, 61, 60, 59, 65, 66, 67, 66, 67, 65, 64, 67, 67, 67, 69, 69, 69, 65, 65, 65, 62, 62, 67, 67.
	Ppm dengan kategori tinggi	72, 72, 75, 75, 77, 77, 79, 78, 80, 82, 82, 79, 76, 75, 72, 72, 73, 70, 72, 73, 73, 74, 74, 76, 79, 82, 83, 83, 84, 84, 80, 81, 80, 81, 81, 76, 79, 79, 77, 77, 80, 81, 82, 82, 83, 83, 82, 82, 84, 80, 79, 76, 75, 77, 76, 77, 76, 74, 74, 74, 73, 75, 79, 81, 80, 80, 82, 84, 84, 80, 75, 73, 73, 77, 77, 78, 79, 77, 79, 75.
	Ppm dengan kategori sangat tinggi	>84
Jarak 50 cm	Ppm dengan kategori rendah	<75
	Ppm dengan kategori sedang	76, 76, 75, 75, 77, 79, 80, 82, 85, 85, 82, 86, 87, 90, 90, 90, 88, 89, 89, 92, 92, 93, 93, 91, 91, 92, 92, 90, 90, 89, 89, 85, 84, 88, 89, 92, 91, 92, 88, 87, 88, 88, 89, 92, 92, 91, 87, 85, 85, 87, 88, 85, 85, 86, 88, 87, 85, 83, 82, 85, 89, 92, 92, 91, 89, 87, 86, 85, 82, 83, 84, 82, 83, 83, 81, 80, 79, 79, 77, 79
	Ppm dengan kategori tinggi	95, 97, 97, 102, 103, 105, 105, 99, 99, 97, 103, 101, 100, 100, 98, 97, 104, 105, 107, 108, 111, 114, 115, 115, 116, 116, 114, 110, 111, 109, 107, 108, 109, 105, 106, 102, 105, 106, 109, 111, 113, 114, 114, 114, 113, 112, 115, 116, 116, 113, 111, 110, 111, 111, 109, 108, 112, 115, 115, 116, 116, 113, 115, 115, 110, 110, 109, 107, 107, 107, 107, 107, 105, 104, 101, 100, 98, 97, 98, 98, 97, 99, 99, 98, 99, 98, 100, 101, 101, 102, 102, 101, 102, 102, 105, 105, 105, 102, 105, 105
Ppm dengan kategori sangat tinggi	>116	
Jarak 30 cm	Ppm dengan kategori rendah (tidak ada dupa)	<115
	Ppm dengan kategori sedang	117, 117, 118, 115, 120, 120, 121, 119, 118, 122, 122, 122, 123, 125, 128, 130, 131, 132, 135, 139, 138, 140, 145, 147, 150, 150, 151, 155, 155, 156, 161, 162, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 178, 179, 180, 181, 181, 182, 182, 180, 179, 177, 176, 176, 176, 175, 175, 177, 179, 175, 175, 177, 179, 180, 180, 181, 182, 182, 180, 177, 176, 176, 177, 175, 175, 174.

	Ppm dengan kategori tinggi	185, 185, 184, 183, 184, 185, 189, 190, 190, 192, 192, 193, 194, 194, 195, 194, 192, 195, 195, 196, 197, 199, 202, 201, 203, 204, 204, 207, 207, 209, 206, 208, 210, 211, 212, 215, 217, 220, 222, 221, 221, 217, 218, 218, 216, 216, 215, 214, 214, 213, 213, 215, 215, 214, 212, 215, 216, 214, 213, 212, 211, 217, 219, 221, 221, 220, 222, 219, 218, 218, 217, 217, 218, 218, 215, 214, 214, 213.
	Ppm dengan kategori sangat tinggi	>222

2.2. Alur Pendeteksian Asap Dupa



Gambar 2.1. Alur kerja sistem

Data hasil deteksi tersebut akan dikirimkan oleh sistem atau alat pendeteksi yang telah dirancang seperti pada gambar 2.1 menuju ke server website melalui jaringan internet. Selanjutnya data yang telah dikirimkan web sever tersebut akan langsung dianalisis menggunakan sistem cerdas yang dirancang berdasarkan metode *fuzzy logic*, dimana dalam proses analisis tersebut akan memberikan hasil berupa notifikasi yang dikirimkan kepada *user* (pengguna) melalui email berupa notifikasi seabagai informasi tentang adanya asap dupa kepada pengguna dan memberikan informasi melalui tampilan website yang dirancang. Dalam merancang alur kerja sistem yang diuraikan diatas diperlukan adanya beberapa komponen pendukung agar dapat merancang sistem sesuai yang diharapkan. Komponen tersebut meliputi, *Hardware* dan *Software*.

2.3. Fuzzy Logic

Sistem yang dirancang pada penelitian ini menggunakan ppm dari asap dupa sebagai parameter yang digunakan untuk mendeteksi asap dupa. Parameter tersebut dibuat menjadi variabel *fuzzy* agar dapat digunakan pada logika *fuzzy*. Variabel *fuzzy* tersebut memiliki himpunan atau fungsi keanggotaannya masing. Fungsi keanggotaan tersebut di bawah ini :

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq a \text{ dan } x < b \\ 1 - \frac{x-b}{c-b}; & x \geq b \text{ dan } x < c \\ 0; & x \geq c \text{ dan } x < a \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq c \text{ dan } x < d \\ 1 - \frac{x-d}{e-d}; & x \geq d \text{ dan } x < e \\ 0; & x < c \text{ dan } x > e \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq e \text{ dan } x \leq f \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}; & x \geq c \text{ dan } x < d \\ 0; & x \geq e \text{ dan } x < d \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq g \\ \frac{x-f}{g-f}; & x \geq f \text{ dan } x < g \\ 0; & x < f \end{cases}$$

Keterangan :

- a = Menyatakan batas bawah interval Rendah
- b = Menyatakan batas atas interval Rendah
- c = Menyatakan batas bawah interval Sedang
- d = Menyatakan batas atas interval Sedang
- e = Menyatakan batas bawah interval Tinggi
- f = Menyatakan batas atas interval Tinggi
- g = Menyatakan batas bawah interval Sangat Tinggi

Batas interval jarak 100 cm diantaranya a=0, b=45, c=46, d=56, e=57, f=68, g=69, Batas interval jarak 70 cm diantaranya a=0, b=56, c=57, d=72, e=73, f=84, g=85, Batas interval jarak 50 cm diantaranya a=0, b=74, c=75, d=93, e=94, f=116, g=117, Batas interval jarak 30 cm diantaranya a=0, b=114, c=115, d=182, e=183, f=222, g=223.

Inferensi yang merupakan tahap pengelolaan data berdasarkan aturan-aturan pada metode *fuzzy logic*. Aturan tersebut berupa himpunan aturan IF-THEN, yang terdiri dari premis yang berisi variabel linguistic. Contohnya, IF konsentrasi asap dupa tinggi, THEN Terdeteksi. Pada tabel 2.2 dapat dilihat aturan inferensi secara sederhana bagaimana pengambilan keputusan pendeteksian asap dupa pada sistem dilakukan.

Tabel 2.2. Aturan Inferensi 1

Asap(ppm)	StatusDeteksi	StatusMeja
Rendah	Tidak	Netral
Sedang	Ya	Terdeteksi
Tinggi	Ya	Terdeteksi
Sangat Tinggi	Berbahaya	Berbahaya

Tahap selanjutnya yaitu penjabaran dari aturan inferensi sebelumnya, yang mana pada tahap ini di terapkan aturan IF-THEN seperti yang tertulis pada uraian di atas. Penjabaran aturan inferensi ini dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini.

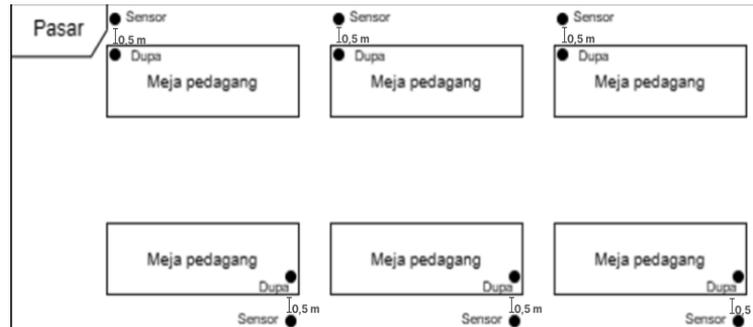
Tabel 2.3. Penjabaran Aturan Inferensi

Aturan 1	IF ppm Asap is Rendah And StatusDeteksi Tidak THEN StatusMeja is Netral
Aturan 2	IF ppm Asap is Sedang And StatusDeteksi Ya THEN StatusMeja is Terdeteksi
Aturan 3	IF ppm Asap is Tinggi And StatusDeteksi Ya THEN StatusMeja is Terdeteksi
Aturan 4	IF ppm Asap is Sangat Tinggi And StatusDeteksi Tidak THEN StatusMeja is Berbahaya

2.4. Perancangan Penempatan Sensor

Perancangan penempatan sensor dapat dilihat pada gambar 2.2. Dimana sensor diletakkan berdekatan dengan posisi dupa dan canang. Dengan jarak antara dupa dengan alat adalah 0,5 meter. Jarak ini disesuaikan dengan waktu pendeteksian atau pemrosesan data yang ada agar proses pengambilan keputusan dapat memberikan hasil yang baik dan lebih efektif. Penempatan dupa diharapkan menghindari adanya angin (kipas angin) karena dapat

mengurangi keefektifan dari sistem. Jumlah alat yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan pasar.

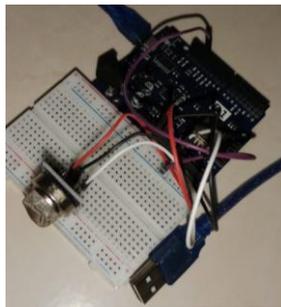


Gambar 2.2. Rancangan Penempatan Sensor

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perangkat Keras

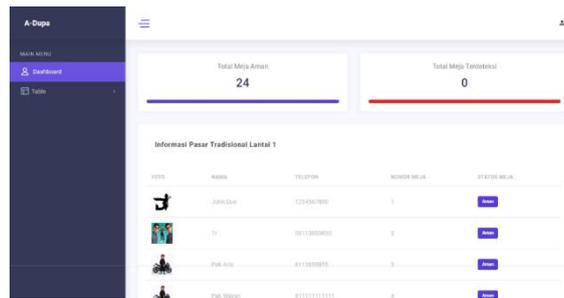
Setiap komponen *hardware* tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda. Sensor MQ-2 berfungsi sebagai pendeteksi kadar asap yang ada di udara. Kabel jumper dan *project board* digunakan sebagai penghubung antar masing-masing komponen *hardware* yang ada. Sedangkan *wemos D1R2 include ESP8266* digunakan untuk memproses data yang diambil oleh sensor serta mengirimkannya ke server database. Dimana sebelum melakukan proses tersebut microcontroller telah diprogram menggunakan bahasa pemrograman agar dapat menjalankan fungsinya sesuai kebutuhan. Gambar perancangan dan implementasi dari perangkat keras tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



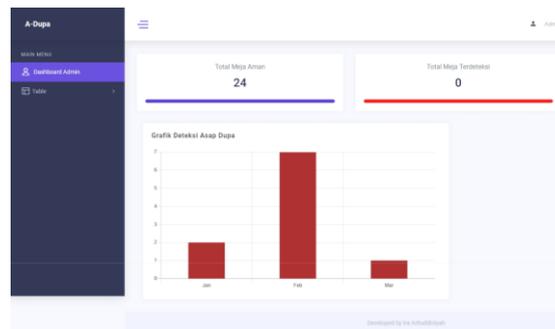
Gambar 3.1. Alat Deteksi Asap Dupa

3.2. Tampilan Website

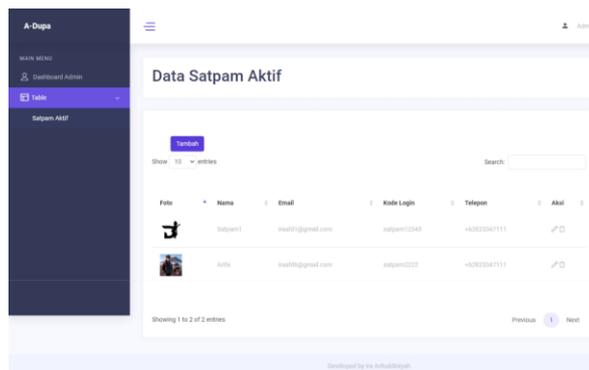
Beberapa tampilan dari halaman website yang telah dirancang dapat dilihat pada beberapa gambar dibawah ini. Gambar 3.2 menampilkan halaman yang tersedia pada website khusus satpam yaitu halaman dashboard. Tampilan dashboard khusus admin dapat dilihat pada gambar 3.3 yang mana pada halaman tersebut menampilkan grafik deteksi asap dupa setiap bulannya. Gambar 3.4 merupakan menu satpam aktif pada website khusus admin yang menampilkan data satpam yang aktif bekerja pada pasar tradisional bali yang mana data pada tabel tersebut juga diperlukan sebagai informasi *login* pada website satpam. Gambar 3.5 menampilkan history meja yang telah terdeteksi asap dupa beserta data pedangan yang menempati masing-masing meja untuk berdagang.



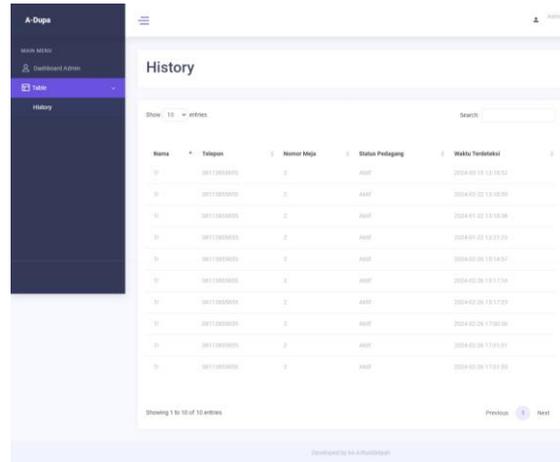
Gambar 3.2. Tampilan Dashboard Khusus Satpam



Gambar 3.3. Tampilan Dashboard Khusus Admin



Gambar 3.4. Tampilan Satpam Aktif



Gambar 3.5. Tampilan History

3.3. Pengujian Sistem

Hasil pengujian pembacaan dan pengiriman nilai sensor dalam bentuk tabel yang menyatakan bahwa kedua proses yang dilakukan telah berhasil dilakukan dan dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1. Pengujian pembacaan dan pengiriman nilai sensor

Pengujian Pada	Cara Kerja	Berhasil	Gagal
Pembacaan nilai sensor	Membaca dan menampilkan data sensor	√	
Pengiriman data	Mengirimkan data hasil deteksi ke web server	√	

Hasil pengujian pengiriman email dalam bentuk tabel yang menunjukkan bahwa pengujian berhasil dilakukan sesuai dengan harapan dimana pengujian dilakukan pada dua kondisi yakni, pada saat StatusMeja=Terdeteksi dan StatusMeja=Aman dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2. Pengujian pengiriman email

Pengujian Pada	Cara Kerja	Berhasil	Gagal
Pengiriman Email (StatusMeja=Terdeteksi)	Mengirimkan email kepada pengguna (satpam)	√	
Pengiriman Email (StatusMeja=Aman)	Email tidak dikirimkan	√	

Pengiriman email dilakukan setiap 5 menit sekali disesuaikan dengan pendeteksian dan pemrosesan data , selain itu hal ini dilakukan untuk menghindari spam notifikasi pada email.

Proses pengujian logika *fuzzy* dilakukan untuk mengetahui apakah logika *fuzzy* yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan memberikan output yang diharapkan dengan benar untuk jarak penempatan sensor dan dupa 100 cm dapat dilihat pada tabel 3.3 di berikut ini.

Tabel 3.3.Pengujian Logika Fuzzy pada Jarak 100 cm

Waktu	Kondisi Dupa	Output		Berhasil	Gagal
		Hasil yang diharapkan	Hasil Sebenarnya		
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi		√
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi		√
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi		√
5 Menit	Menyala	Tereteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi		√
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	

Akurasi sistem = $16/20 \times 100\% = 80\%$

Proses pengujian logika *fuzzy* dilakukan untuk mengetahui apakah logika *fuzzy* yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan memberikan output yang diharapkan dengan benar untuk jarak penempatan sensor dan dupa 70 cm dapat dilihat pada tabel 3.4 di berikut ini.

Tabel 3.4.Pengujian Logika Fuzzy pada Jarak 70 cm

Waktu	Kondisi Dupa	Output		Berhasil	Gagal
		Hasil yang diharapkan	Hasil Sebenarnya		
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi		√
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	

5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi		√
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi		√
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	

Akurasi sistem = $17/20 \times 100\% = 85\%$

Proses pengujian logika *fuzzy* dilakukan untuk mengetahui apakah logika *fuzzy* yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan memberikan output yang diharapkan dengan benar untuk jarak penempatan sensor dan dupa 50 cm dapat dilihat pada tabel 3.5 di berikut ini.

Tabel 3.5. Pengujian Logika Fuzzy pada Jarak 50 cm

Waktu	Kondisi Dupa	Output		Berhasil	Gagal
		Hasil yang diharapkan	Hasil Sebenarnya		
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi		√
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	

5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	

Akurasi sistem = $19/20 \times 100\% = 95\%$

Proses pengujian logika *fuzzy* dilakukan untuk mengetahui apakah logika *fuzzy* yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan memberikan output yang diharapkan dengan benar untuk jarak penempatan sensor dan dupa 30 cm dapat dilihat pada tabel 3.6 di berikut ini.

Tabel 3.6. Pengujian Logika Fuzzy pada Jarak 30 cm

Waktu	Kondisi Dupa	Output		Berhasil	Gagal
		Hasil yang diharapkan	Hasil Sebenarnya		
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Menyala	Terdeteksi	Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi		√
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi		√
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	√	√
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	
5 Menit	Mati	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	√	

Akurasi sistem = $17/20 \times 100\% = 85\%$

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada penelitian yang telah terlaksana diatas pada sistem deteksi asap dupa berbasis IoT dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pengimplementasian metode *fuzzy logic* pada sistem ini dilakukan dengan terurut mulai dari tahap fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Pada tahap fuzzifikasi dilakukan pengonversian

data menjadi variabel linguistik yang memiliki fungsi keanggotaan dimana fungsi keanggotaan tersebut memiliki batas interval yang telah ditentukan berdasarkan data primer pada masing-masing jarak yakni 100 cm, 70 cm, 50 cm, dan 30 cm dengan masing-masing durasi adalah 5 menit untuk mempermudah perhitungan dan pengambilan keputusan dan dilanjutkan dengan tahap inferensi untuk pengambilan keputusan berdasarkan variabel yang ada menggunakan aturan IF-THEN, terakhir menerapkan defuzzifikasi untuk mengubah kembali variabel linguistik sebelumnya menjadi data numerik menggunakan metode centroid.

2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada jarak 100 cm, 70 cm, 50 cm, dan 30 dengan durasi masing-masing pengujian adalah 5 menit diperoleh tingkat akurasi yang berbeda. Masing-masing diuji sebanyak 20 kali, dimana 10 kali dilakukan pada saat dupa menyala dan 10 kali pada saat dupa padam. Pada jarak 100 cm memperoleh tingkat akurasi sebesar 80%, pada jarak 70 cm memperoleh tingkat akurasi sebesar 85%, pada jarak 50 cm memperoleh tingkat akurasi sebesar 90%, dan pada jarak 30 cm memperoleh tingkat akurasi sebesar 85%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem yang dirancang telah berhasil sesuai harapan. Dan sistem yang dirancang paling efektif pada jarak 50 cm karena memberikan tingkat akurasi yang paling baik jika dibandingkan dengan lainnya.

References

- [1] I. G. Ketut Widana, *Etika Sembahyang Umat Hindu*. 2020.
- [2] N. K. Sutrisnawati, A.A.A Ribeka Martha Purwahita, I Ketut Saskara, A.A. Sagung Ayu Srikandi Putri, and Putu Bagus Wisnu Wardhana, "Strategi Pengembangan Pasar Tradisional sebagai Daya Tarik Wisata di Kota Denpasar Bali: Study Kasus Pasar Kumbasari," *J. Kaji. dan Terap. Pariwisata*, vol. 2, no. 1, pp. 37–46, 2021, doi: 10.53356/diparojs.v2i1.45.
- [3] Admindamkar, "Telah Terjadi Kebakaran 1 unit Toko di Pasar Subagan, Lingk. Karangasem, Kel. Subagan, Kec. Karangasem," *Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Karangasem*, 2019. <http://damkar.karangasemkab.go.id/telah-terjadi-kebakaran-1-unit-toko-di-pasar-subagan-lingk-karangasem/> (accessed Apr. 02, 2023).
- [4] Admindamkar, "telah terjadi kebakaran Pasar Rubaya di Br. Dinas Beluhu Kangin, Desa Tulamben, Kec. Kubu.," *Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Karangasem*, 2019. <http://damkar.karangasemkab.go.id/telah-terjadi-kebakaran-pasar-rubaya-di-br-dinas-beluhu-kangin-desa-tulamben-kec-kubu/nggallery/thumbnails> (accessed Apr. 02, 2023).