

Sistem *Smart Sterilization* dan Kenyamanan Termal pada *Equipment Room* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*

Siti Zaenab¹, Isa Rachman², Muhammad Khoirul Hasin³, Edy Prasetyo Hidayat⁴,
Imam Sutrisno⁵, Dimas Pristovani Riananda⁶

e-mail: sitizaenab20@student.ppns.ac.id, isarachman@ppns.ac.id, khoirul.hasin@ppns.ac.id,
edyph@ppns.ac.id, imams3ppns@gmail.com, dimaspristovani@ppns.ac.id

^{1,2,3,4,5,6}Prodi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo Surabaya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 26 Mei 2024
Direvisi 23 Juni 2024
Diterbitkan 31 Juli 2024

Kata kunci:

Equipment
Ruangan
Debu

Keywords:

Equipment
Room
Dust

Penulis Korespondensi:

Siti Zaenab,
Prodi Teknik Otomasi
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Indonesia, 60111.
Email: sitizaenab20@student.ppns.ac.id
Nomor HP/WA aktif: 082230998088

ABSTRAK

Equipment room merupakan ruangan tertutup untuk inspeksi produk agar produk terbebas dari kontaminasi, debu maupun sesuatu yang terbawa dari pekerja. Penelitian ini merancang sistem penggunaan pendingin dan pemanas ruangan secara otomatis menggunakan metode *fuzzy logic*. Dengan adanya otomatisasi kenyamanan termal diharapkan memudahkan penyesuaian tingkat dingin dan hangatnya ruangan serta menghemat energi. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai kontroler dengan sensor dht22 sebagai sensor pendeteksi suhu dan kelembapan. Hasil pengujian didapatkan bahwa sistem yang telah dibuat memberikan akurasi tinggi dengan persentase error sensor suhu ruangan dengan alat ukur 1,1%, sensor kelembapan dan alat ukur 0,4% serta penerapan pada output dengan *fuzzy* pada output peltier 0%, fan peltier 0%, heater 0%, fan heater 0%

ABSTRACT

The equipment room is a closed room for product inspection so that the product is free from contaminants, dust or anything brought in by workers. This research designs an automatic cooling and heating system using the fuzzy logic method. By automating thermal comfort, it is hoped that it will be easier to regulate the cool and warm levels of the room and save energy. This system uses ESP32 as a controller with a DHT22 sensor as a temperature and humidity detection sensor. The test results show that the system that has been created provides high accuracy with a room temperature sensor error percentage with measuring instruments of 1.1%, humidity sensors and measuring instruments of 0.4% and the application of fuzzy output on the Peltier output 0%, Peltier 0% fan, heater 0%, fan heater 0%



1. PENDAHULUAN

Ruangan yang paling vital dalam industri otomatisasi pembuatan obat dan pemeliharaan perangkat yaitu ruangan sterilisasi *equipment room*. Pada ruangan tersebut. Para pekerja diharuskan steril dan memakai peralatan APD seperti masker, baju lab, penutup kepala, sarung tangan, dan sepatu khusus lab untuk menjaga ke ruangan dan produk tetap steril. Produk yang telah dibuat di ruang produksi akan diletakkan pada *equipment room* untuk di cek apakah produk sudah steril atau masih terdapat partikel debu, maupun jalur terlalu berdekatan. semakin meningkat karena setiap hari manusia beraktivitas dalam ruangan tersebut dan mengeluarkan kalori yang cukup tinggi. Kebutuhan oksigen juga mempengaruhi karena semakin banyak orang maka semakin tinggi kebutuhan oksigen sedangkan pasokan oksigen di dalam ruangan menipis, maka menyebabkan karbon dioksida dalam ruangan lebih tinggi daripada oksigen dan suhu tubuh yang meningkat mempengaruhi suhu lingkungan sekitar. Jika suhu diluar ruangan sangat dingin maka terjadi pengembunan atau uap air didalam ruangan dan timbulah bakteri, jamur yang dapat merusak dinding dan mengkontaminasi produk akibatnya produk terkontaminasi dan rusak. Sedangkan suhu ruangan yang baik pada titik nyaman optimal yaitu 22.8°C – 25.8°C dan kelembaban udara relatif yang dianjurkan yaitu 40% - 50% sesuai dengan Peraturan SNI 03-6572- 2001[1]. Oleh karena itu sangat penting faktor partikel debu, suhu, kelembaban yang stabil dalam ruangan kerja bagi produk yang dihasilkan dan kenyamanan produktivitas kerja manusia.

Dari permasalahan diatas sistem *Smart Sterilization* menjadi salah satu inovasi alternatif solusi yang dapat digunakan oleh industri Indonesia untuk mendeteksi ataupun mencegah timbulnya partikel debu yang menumpuk sehingga terciptanya kualitas udara ruangan yang steril terbebas dari debu yang dapat merusak produk. Mampu menjaga kenyamanan termal baik dari suhu maupun kelembaban yang ada pada ruangan menjadi stabil agar para pekerja menjadi nyaman pada saat bekerja pada *equipment room*. Pada penelitian ini penulis merancang sistem *Smart Sterilization* untuk mendeteksi partikel debu berlebih yang melebihi Nilai Ambang Batas partikel debu sesuai dengan peraturan Menteri Ketenagakerjaan No.5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) untuk kadar debu total di tempat kerja adalah 10 mg/m³[2].

Sistem ini dibuat dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan peltier dibantu oleh fan peltier sebagai output pendingin, lalu heater dan fan heater sebagai output pemanas. Objek penelitian yang akan dimonitoring yaitu kontrol peltier, fan peltier, heater, fan heater sesuai dengan suhu dan kelembaban ruangan. Sensor yang digunakan yaitu DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban ruangan. GP2Y1010AU0F sebagai sensor partikel debu pada ruangan. Kondisi dari aktuator serta pembacaan sensor tersebut secara otomatis dapat terpantau melalui aplikasi yang telah dibuat menggunakan flutter. Dengan demikian pengguna dapat selalu memantau kondisi dari perangkat-perangkat yang bekerja pada aplikasi tersebut. Pada aplikasi pengguna dapat memantau suhu, kelembaban, jumlah partikel secara realtime pada android (Handphone).

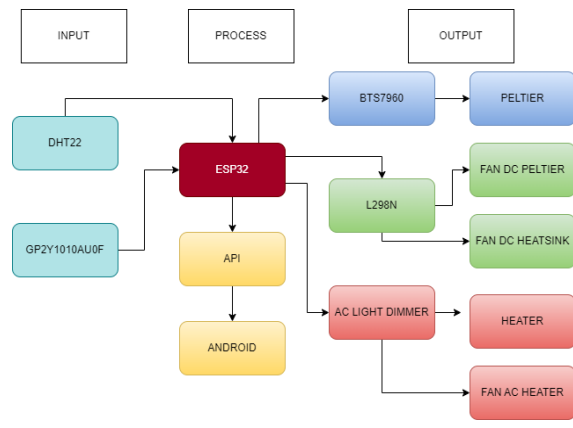
Sistem kontrol penyalan pendingin dan pemanas otomatis telah banyak digunakan dalam bentuk ON dan OFF sesuai waktu yang telah di set sebelumnya. Alat pengukur partikel debu juga telah banyak digunakan namun belum ada sistem *Smart Sterilization* untuk mendeteksi dan memberikan peringatan dini secara realtime dalam bentuk aplikasi. Sistem dari Penelitian ini adalah dengan mengimplementasikan metode *fuzzy logic*. Penggunaan kecepatan peltier dan fan peltier menyesuaikan suhu ruangan dan jika suhu ruangan terlalu dingin maka heater akan menyala untuk menstabilkan kelembaban ruangan. Penggunaan kipas kecil untuk membantu kecepatan pendinginan ruangan dari peltier agar cepat menyebar ke segala ruangan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dapat diartikan sebagai referensi dalam membuat suatu alat yang ada pada penelitian. Penelitian ini berfokus pada pembuatan sistem kontrol untuk pengendalian suhu dan kelembaban suatu ruangan serta monitoring yang dapat dilihat dengan mudah melalui handphone atau android. Penyesuaian set point fuzzy mengacu pada SNI 03-6572- 2001. Berikut Gambar 1 merupakan perancangan sistem



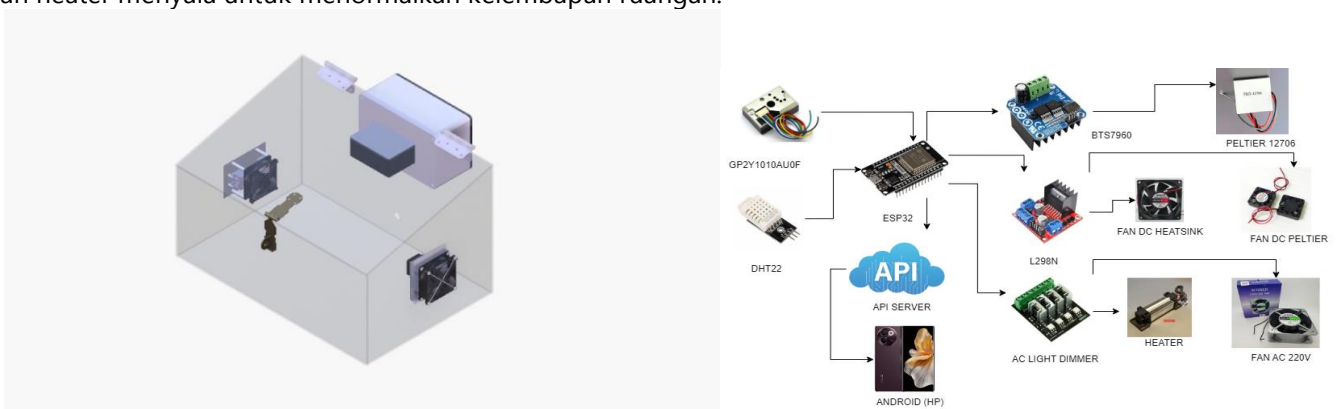


Gambar 1: Perancangan Sistem

2.2 Perancangan Hardware

Langkah selanjutnya memaparkan perancangan perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 2. Dalam membuat sistem elektrik dan mekanik diperlukan rancangan berupa hardware untuk sistem elektrik dan mekanik. Pembuatan hardware yang ditunjukkan pada Gambar 2 mekanik memiliki ukuran 60cm x 40cm x 25cm bahan dasar berupa akrilik dengan ketebalan 5mm. Rangkaian PCB akan diletakkan pada box luar. Beberapa komponen yang dibutuhkan membuat alat yaitu sensor debu GP2Y1010AU0F, sensor DHT22, motor driver BTS 7960, L298N, AC Light Dimmer. Output atau hasil dari penelitian berupa penyalan kecepatan dari Peltier, fan peltier, heater, fan heater. Terdapat 3 buah parameter yaitu suhu, kelembapan dan partikel debu dan keluaran berupa penyalan peltier yang dibantu oleh kipas untuk membuat ruangan sejuk dan heater untuk menstabilkan kelembapan ruang serta monitoring jumlah partikel yang berlebih.

Suhu dan kelembapan diukur menggunakan DHT22. partikel debu ruangan diukur menggunakan sensor GP2Y1010AU0F selanjutnya data input diproses pada mikrokontroler ESP32 kemudian dikirimkan pada aplikasi pada smartphone untuk menampilkan jumlah data dari sensor. Jika suhu terlalu panas melebihi 25 derajat maka peltier akan menyala untuk memberikan sensasi dingin sekaligus fan DC 12V menyala untuk mempercepat penyebaran udara sejuk didalam ruangan yang dihasilkan oleh peltier. Jika suhu terlalu dingin berpotensi untuk timbulnya jamur dan heater menyala untuk menormalkan kelembapan ruangan.



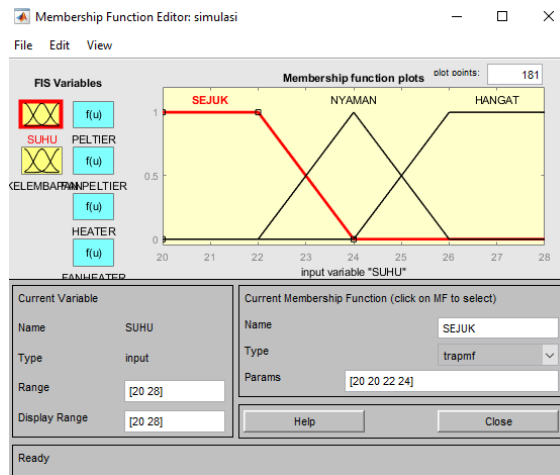
Gambar 2: Perancangan Perangkat Keras



2.3 Penerapan Metode Sistem

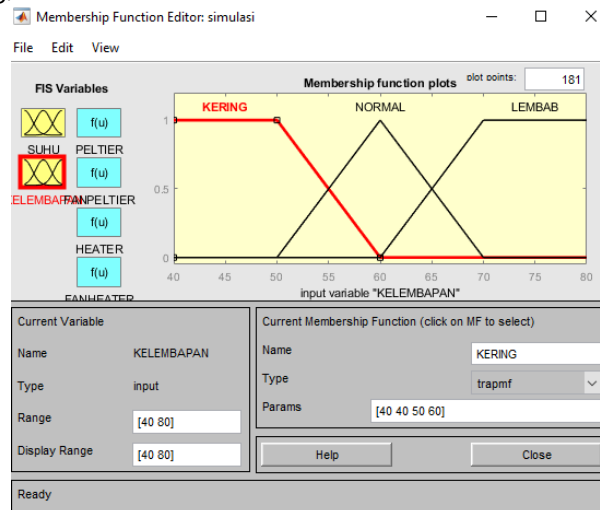
Perancangan metode adalah menentukan variabel/parameter yang akan diukur. metode *fuzzy* yang dipakai adalah fuzzy sugeno terdapat variabel input suhu dan kelembapan dengan variabel output berupa penyalan peltier untuk menciptakan efek dan dilengkapi dengan,kecepatan kipas agar ruangan cepat dingin. *Output* heater digunakan untukmenstabilkan ruangan agar tidak terlalu lembab dan kering dibantu oleh kipas heater.

Nilai keluaran sensor berupa nilai variabel yang kemudian dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 *output* yaitu peltier, kipas peltier, heater, dan kipas heater sehingga terdapat range variabel berdasarkan suhu dan kelembapan dari ruangan. Fuzzifikasi merupakan masukan sensor berupa angka yang akan diproses menjadi aturan *fuzzy*. Nilai keluaran sensor berupa nilai variabel yang kemudian dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 *output* yaitu peltier, kipas peltier, heater, dan kipas heater sehingga terdapat *range* variabel berdasarkan suhu dan kelembapan dari ruangan. Pada Gambar 3 merupakan *membership function* dari suhu.



Gambar 3: *Membership Function* dari Suhu

Pada Gambar 4 tampilan grafik variabel *input* kelembapan berisikan *range* lembab, normal, dan kering dengan *output* dari kelembapan ini berupa penyalan heater dan fan heater agar ruangan tidak lembab dan senantiasa berada pada range normal. Ruangan yang lembab menimbulkan resiko penyakit pada pernapasan seperti sesak napas, flu, batuk, meriang, dan lain lain.

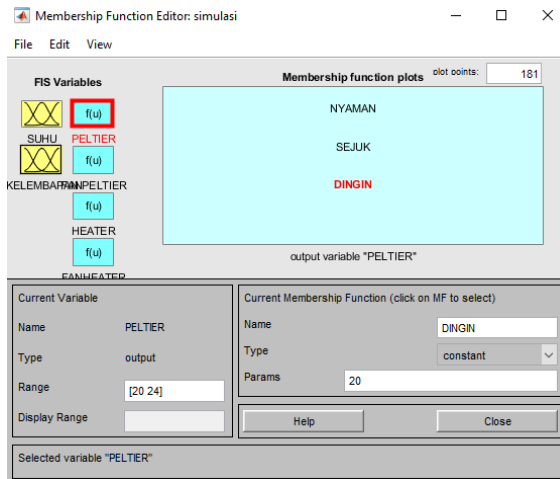


Gambar 4: Tampilan Grafik Variabel *Input* Kelembapan

Pada bagian *output* untuk menampilkan hasil aktuator yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan terdapat 4 aktuator disaat suhu ruangan sedang hangat peltier memberikan *set point* tingkat dingin disertai penyalan kipas untuk mempercepat proses pendinginan. Jika ruangan terlalu dingin berpotensi menyebabkan



ruangan lembab dan heater akan menyala. Pada kipas peltier digunakan range klasifikasi berupa lambat, sedang, cepat untuk menyesuaikan kecepatan putaran kipas berdasarkan klasifikasi *fuzzy* dari suhu. Pada tahap proses *output* dari heater menggunakan normal, agak hangat, dan hangat. Heater sangat dipengaruhi oleh nilai dari suhu karena jika suhu terlalu dingin dapat menyebabkan ruangan menjadi lembab jadi dibuatlah klasifikasi penyesuaian heater dengan kategori. Pada kipas heater digunakan *range* klasifikasi berupa lambat, sedang, cepat untuk menyesuaikan kecepatan dari pemanas *heater* berdasarkan klasifikasi *fuzzy* dari suhu. Berikut merupakan Gambar 5 tampilan *output* penelitian



Gambar 5: Tampilan Variabel *Output* Kelembapan

Dalam penelitian ini, klasifikasi dari nilai input dapat dilihat pada Tabel I, sedangkan klasifikasi dari nilai output disajikan pada Tabel II. Tabel-tabel ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kategori dan rentang nilai yang digunakan dalam sistem, yang sangat penting untuk memahami bagaimana data diproses dan hasil akhirnya ditentukan. Analisis ini membantu memastikan bahwa semua variabel yang relevan telah dipertimbangkan dan diimplementasikan dengan benar dalam model yang digunakan.

TABEL 1 Klasifikasi Nilai *Input*

NO	INPUT	KEANGGOTAAN	NILAI
1	Suhu	Sejuk	20°C - 24°C
		Nyaman	22°C - 26°C
		Hangat	24°C - 28°C
2	Kelembapan	Kering	40% - 60%
		Normal	50% - 70%
		Lembab	60% - 80%

TABEL 2 Klasifikasi Nilai *Output*

NO	OUTPUT	KEANGGOTAAN	NILAI
1	Peltier	Dingin	20°C
		Sejuk	22°C
		Nyaman	24°C
2	Fan Peltier	Lambat	150 PWM
		Sedang	200 PWM
		Cepat	250 PWM
3	Heater	Normal	20°C
		Agak Hangat	25°C



		Hangat	30°C
4	Fan Heater	Lambat	150 PWM
		Sedang	200 PWM
		Cepat	250 M

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Algoritma Fuzzy

Pengujian algoritma fuzzy ini membandingkan hasil fuzzy dan perhitungannya manual untuk memastikan kebenaran pada program ESP32. Menghitung grafik turun dapat menggunakan rumus (1) dan (2). Perhitungan untuk menentukan bagian rule variabel yang akan dihitung pada poses defuzifikasi dengan menggunakan rule pada Tabel III, dan dipilih hasil yang paling kecil.

$$\mu_{turun}(X) = \frac{X_{max} - X}{X_{max} - X_{min}} \tag{1}$$

$$\mu_{naik}(X) = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \tag{2}$$

Tabel III Klasifikasi Nilai *Input* dan Nilai *Output*

No	Suhu	Kelembapan
R1	$\frac{24 - 23}{24 - 22} = 0.5$ (sejuk)	0 (kering)
R2	0.5 (sejuk)	$\frac{70 - 65}{70 - 60} = 0.5$ (normal)
R3	0.5 (sejuk)	$\frac{65 - 60}{70 - 60} = 0.5$ (lembab)
R4	$\frac{23 - 22}{24 - 22} = 0.5$ (nyaman)	0 (kering)
R5	0.5 (nyaman)	0.5 (normal)
R6	0.5 (nyaman)	0.5 (lembab)
R7	0 (hangat)	0 (kering)
R8	0 (hangat)	0.5 (normal)
R9	0 (hangat)	0.5 (lembab)

Pada Tabel III menunjukkan bahwa Rule R1, R4, R7, R8, R9 tidak perlu dicari lagi karena dari perhitungan diatas nilai terendahnya mencapai angka 0 sehingga yang masuk pada tahap defuzifikasi adalah R2, R3, R5, R6

a. Perhitungan R2

$$\mu_{Suhu\ Sejuk}(23) = \frac{24 - 23}{24 - 22} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ (kurva turun)}$$

b. Perhitungan R3

$$\mu_{Suhu\ Nyaman}(23) = \frac{23 - 22}{24 - 22} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ (kurva naik)}$$



c. Perhitungan R5

$$\mu_{\text{Kelembapan Normal}}(65) = \frac{70 - 65}{70 - 60} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ (kurva turun)}$$

d. Perhitungan R5

$$\mu_{\text{Kelembapan Lembab}}(65) = \frac{65 - 60}{70 - 60} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ (kurva naik)}$$

Selanjutnya melakukan perbandingan antara hasil matlab dengan hasil perhitungan manual apakah hasil tersebut sesuai. Hasil perhitungan matlab dapat dilihat pada Gambar 6, yang menunjukkan grafik (atau data) yang dihasilkan dari simulasi. Jika hasil dari MATLAB dan perhitungan manual menunjukkan kesesuaian, maka dapat disimpulkan bahwa model atau algoritma yang digunakan sudah benar. Namun, jika terdapat perbedaan, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi sumber kesalahan, baik dari parameter yang digunakan, asumsi yang dibuat, atau kesalahan dalam perhitungan manual. Validasi ini penting untuk memastikan bahwa implementasi MATLAB sesuai dengan teori atau metode yang diterapkan secara manual.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Matlab

Setelah melakukan perhitungan manual dan simulasi pada matlab lalu hasil diklasifikasikan pada Tabel IV yang menyajikan data dari kedua metode perhitungan tersebut secara berdampingan, memungkinkan untuk melihat perbedaan atau kesesuaian antara hasil yang diperoleh. Untuk tiga komponen pertama (Peltier, Fan Peltier, Heater), hasil perhitungan manual dan MATLAB sepenuhnya sesuai, dengan error sebesar 0%. Pada komponen keempat (Fan Heater), terdapat sedikit perbedaan antara hasil perhitungan manual dan MATLAB, dengan error sebesar 0.20%. Perbedaan ini sangat kecil, menunjukkan bahwa hasil simulasi MATLAB hampir identik dengan perhitungan manual. Error persentase rata-rata dari keseluruhan perhitungan adalah 0%, yang mengindikasikan tingkat akurasi yang sangat tinggi antara perhitungan manual dan hasil dari MATLAB.



TABEL IV Perbandingan Hasil Perhitungan Matlab dan Manual

No	Output	Perhitungan Manual	Perhitungan Matlab	Error(%)
1	Peltier	21	21	0%
2	Fan Peltier	175	175	0%
3	Heater	27.5	27.5	0%
4	Fan Heater	227.5	228	0.20%
Error Persentase Rata-rata				0%

Pengujian penerapan metode dengan pemrograman ESP32 yang diolah pada program Arduino IDE bertujuan untuk memverifikasi apakah hasil output yang ditampilkan pada serial monitor sama dengan hasil dari perhitungan MATLAB maupun perhitungan manual. Hasil yang konsisten akan menunjukkan bahwa implementasi pada perangkat keras sesuai dengan simulasi dan perhitungan teoretis. Berikut merupakan hasil penerapan metode pada pemrograman ESP32 yang ditampilkan dalam Tabel V, dengan error keseluruhan sebesar 0%, yang menegaskan bahwa hasil yang diperoleh dari ESP32 sepenuhnya sesuai dengan perhitungan manual dan simulasi MATLAB.

Tabel V Penerapan Metode Pada Pemrograman ESP32

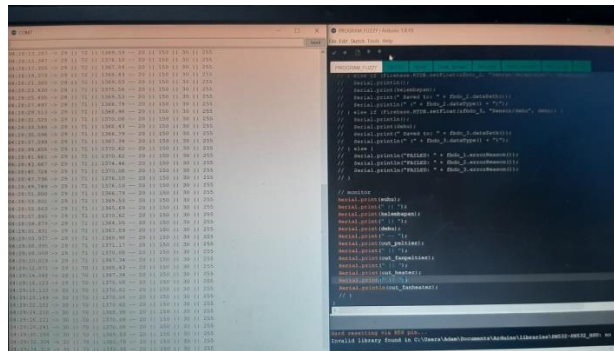
No	Matlab dan Hasil Serial Monitor	Error
1	<p>Error peltier : 0%, fan peltier: 0%, heater : 0%, fan heater : 0%</p>	0%
2	<p>Error peltier : 0%, fan peltier: 0%, heater : 0%, fan heater : 0%</p>	0%

3.2 Integrasi Sistem

Pengujian system setelah dirakit keseluruhan maka dilakukan implementasi metode *fuzzy logic* yang sebelumnya telah deprogram pada arduino IDE dan diimplemntasikan pada system lalu diuji parameter input suhu, kelembapan dan tingkat kecepatan kipas dan pendinginan dai peltier dan penghangat dari heater. Hasil pengukuran



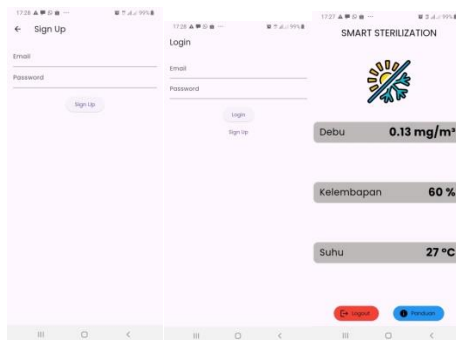
dapat dilihat pada serial monitor atau monitoring aplikasi. Berikut merupakan hasil tampilan dari implementasi system fuzzy pada rangkaian sistem. Berikut mmerupakan hasil integrasi sistem pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Integrasi Sistem

3.3 Pengujian Aplikasi

Tampilan monitoring berguna untuk memudahkan pengguna untuk membaca update data setiap hari dengan tampilan yang jelas serta dapat diakses oleh sekelompok orang maupun pribadi. Halaman awal akan menampilkan halaman sign up untuk pendaftaran akses aplikasi dan selanjutnya menu logi jika telah daftar sebelumnya. Tampilan monitoring akan muncul setelah melakukan register dan login. Aplikasi memonitoring suhu, kelembapan, dan partikel debu lalu terdapat panduan dari klasifikasi setiap parameter. Berikut merupakan tampilan Sign Up bagi pengguna untuk mendaftar dan agar bisa mengakses aplikasi pada Gambar 8.



Gambar . Tampilan Aplikasi

Dalam perancangan sistem smart sterilization, tingkat ketebalan debu diukur menggunakan sensor CP2Y1010AU0F, dengan hasil pengukuran yang ditampilkan pada aplikasi monitoring. Tingkat kenyamanan termal dalam ruangan diukur oleh sensor DHT22 yang mendeteksi suhu dan kelembapan. Ketika ruangan hangat, sistem mengaktifkan Peltier yang didukung oleh kipas untuk mempercepat pendinginan. Sebaliknya, jika ruangan lembab, heater diaktifkan bersama kipas untuk meningkatkan kecepatan pemanasan.

Metode fuzzy diterapkan untuk mengintegrasikan suhu dan kelembapan melalui perhitungan dan simulasi di MATLAB, dengan tujuan menentukan nilai PWM yang optimal untuk mengatur kinerja Peltier, heater, dan kipas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai PWM yang dihasilkan akurat dengan error 0%. Selanjutnya, pemrograman ESP32 diuji untuk memastikan bahwa hasil simulasi fuzzy dapat direplikasi secara akurat dalam perangkat keras, dengan verifikasi output melalui serial monitor. Sistem ini juga menyediakan pemantauan real-time untuk suhu, kelembapan, dan partikel melalui aplikasi berbasis Flutter. Pengguna terdaftar dengan email dan password sebagai identifikasi, dan semua data disimpan dalam database real-time, memastikan pembaruan parameter secara kontinu.



4. KESIMPULAN

Sistem smart sterilization dirancang untuk mengukur ketebalan debu menggunakan sensor CP2Y1010AU0F dan kenyamanan termal menggunakan sensor DHT22 untuk suhu dan kelembapan. Peltier dan heater diaktifkan berdasarkan hasil pemantauan ini untuk mengatur suhu dan kelembapan ruangan. Implementasi metode fuzzy pada MATLAB berhasil menentukan nilai PWM yang optimal untuk mengendalikan perangkat tersebut. Hasil simulasi menunjukkan akurasi tinggi, dan verifikasi melalui ESP32 memastikan keakuratan implementasi dalam perangkat keras. Data suhu, kelembapan, dan partikel dipantau melalui aplikasi berbasis Flutter dengan penyimpanan di database real-time, memastikan update data secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyati, S. (2020). Analisis Tingkat Pencahayaan, Suhu Dan Kelembaban Di Industri Rumah Tangga (IRT) Kerupuk Baruna Di Kelurahan Kebun Tebeng Kota Bengkulu. *Journal of Nursing and Public Health*, 8(1), 104-110.
- [2] Caesario, B. G., Setiawan, E., & Primananda, R. (2023). *Sistem Pengendalian Suhu pada Kandang Ayam Broiler menggunakan PID Controller* (Vol. 7, Issue 3). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [3] Dwiminanti, I., Daniel, S. A., & Amijaya, S. Y. (n.d.). *PENGARUH DINDING INSULASI TERHADAP KENYAMANAN TERMAL PADA BANGUNAN HUNIAN*.
- [4] Naufal, M. (2023). Pengaruh Desain Interior terhadap Kenyamanan Pengguna di Perpustakaan UIN Ar-Raniry Banda Aceh (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- [5] Mulyati, S. (2020). Analisis Tingkat Pencahayaan, Suhu Dan Kelembaban Di Industri Rumah Tangga (IRT) Kerupuk Baruna Di Kelurahan Kebun Tebeng Kota Bengkulu. *Journal of Nursing and Public Health*, 8(1), 104-110.
- [6] Susanto, A., Kusnadi, S. N. F., Putra, E. K., Santoso, D. R. M. K., & Manuel, A. A. (2024). Tinjauan Efisiensi Pengendalian Debu dengan Dry Fog System di Industri Pengolahan Bijih Mineral. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 712-719.
- [7] Fahmi, A. (2020). ANALISIS BEBAN PENDINGIN SISTEM TATA UDARA (STU) PADA RUANG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL DENGAN SENSOR LM35 BERBASIS ARDUINO (Doctoral dissertation, Universitas Pancasakti Tegal).
- [8] Yudiyanto, E., Adiwidodo, S., & Takwim, R. A. (2020). Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box. *PROSIDING SNITT POLTEKBA*, 4, 213-218.
- [9] Sunanto, S., Firdaus, R., & Siregar, M. S. (2021). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 2(2), 128-136.
- [10] Saputri, E., Sudiarti, P. E., & Zurrahmi, Z. R. (2023). Hubungan Kepadatan Hunian Kamar dan Jenis Bahan Bakar Memasak dengan Kejadian ISPA pada Balita di Desa Pulau Rambai Wilayah Kerja UPT Puskesmas Kampa Tahun 2023. *Jurnal Ners*, 7(2), 1834-1841.

