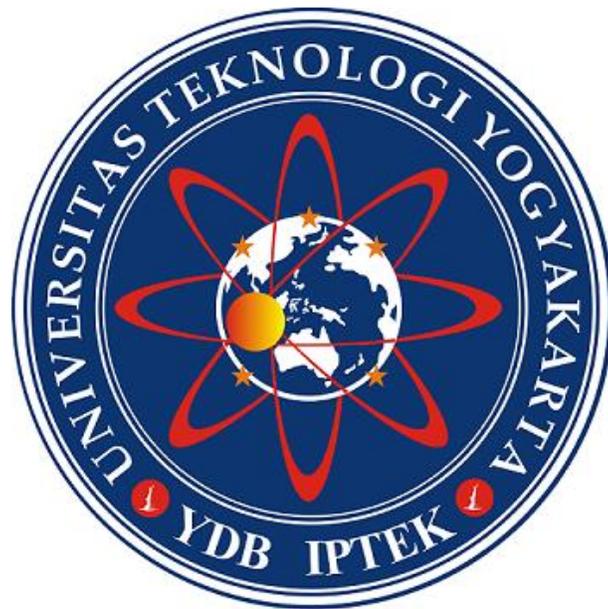


**IMPLEMENTASI METODE FUZZY SUGENO PADA SISTEM PENGENDALI SUHU
DAN KELEMBAPAN UNTUK BUDIDAYA JAMUR**

NASKAH PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR



AGUNG SAEFULLAH

5150711150

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA**

YOGYAKARTA

2019

**HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR**

Judul Laporan Tugas Akhir

**-RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SUHU DAN KELEMBAPAN OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO PADA BUDIDAYA JAMUR**

Judul Naskah Publikasi

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY SUGENO PADA SISTEM PENGENDALI SUHU
DAN KELEMBAPAN UNTUK BUDIDAYA JAMUR**

Disusun oleh:

AGUNG SAEFULLAH

5150711150

Mengetahui,

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
M.S. Hendriyawan A., S.T., M.Eng	Pembimbing

Naskah Publikasi Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Program Studi Teknik Elektro.

Yogyakarta ,.....

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta

M.S. Hendriyawan A., S.T., M.Eng

NIK. 110810056

PERNYATAAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Agung Saefullah
NIM : 5150711150
Program Studi : S1- Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Informasi dan Elektro

Judul Karya Tulis Ilmiah:

“Implementasi Metode Fuzzy Sugeno pada Sistem Pengendali Suhu dan Kelembapan Untuk Budidaya Jamur”

Menyatakan bahwa Naskah Publikasi ini hanya akan dipublikasikan di JURNAL TeknoSAINS UTY, dan tidak dipublikasikan di jurnal yang lain.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 26 Juni 2019

Penulis

Agung Saefullah

5150711150

Implementasi Metode Fuzzy Sugeno pada Sistem Pengendali Suhu dan Kelembapan Untuk Budidaya Jamur

Agung Saefullah, M.S. Hendriyawan A

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta
E-mail : agungsaefullah38@gmail.com*

ABSTRAK

Jamur sebagai komoditas pangan yang dalam budidayanya memerlukan suhu pertumbuhan antara 22-28 °C dengan kelembapan 60-80 % membutuhkan pengendalian suhu dan kelembapan secara intensif. Sistem kendali suhu dan kelembapan pada budidaya jamur dengan metode kecerdasan buatan merupakan solusi pengendalian suhu dan kelembapan yang terjadi secara fluktuatif sepanjang hari seperti yang terjadi pada masa pancaroba. Logika fuzzy control adalah salah satu metode aplikasi kecerdasan buatan yang relatif mudah dan fleksibel, untuk dirancang dengan tidak melibatkan model matematis yang rumit. Salah satu implementasi sistem fuzzy logic control adalah untuk mengendalikan suhu dan kelembapan secara otomatis pada budidaya jamur dengan metode fuzzy Sugeno. Untuk merealisasikan logika fuzzy metode Sugeno pada kendali suhu dan kelembapan otomatis pada budidaya jamur dibutuhkan sebuah sensor sebagai inputan sistem berupa sensor DHT11 dan DS18B20 juga dibutuhkan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengimplementasikan sistem fuzzy kedalam bahasa program yang bisa diterima oleh hardware berupa mist maker dan peltier. Struktur dasar fuzzy sendiri terdiri dari empat tahapan yaitu fuzzifikasi, basis aturan, inferensi, dan defuzzifikasi. Dari pengujian yang membandingkan hasil pengukuran output sistem dengan software MATLAB diperoleh tingkat kesalahan relatif sistem sebesar 2,4% yang menandakan sistem bekerja sesuai perancangan.

Kata kunci : Budidaya Jamur, Kecerdasan Buatan, Logika Fuzzy, Sugeno, Defuzzifikasi

1. PENDAHULUAN

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 264 juta jiwa perlu meningkatkan ketahanan pangan guna akses semua orang setiap saat pada pangan yang cukup untuk hidup sehat. Salah satu komoditas pangan yang terus dikembangkan salah satunya adalah jamur. Jamur merupakan komoditi pangan yang terus dikembangkan dan dibudidayakan oleh petani baik pada daerah dataran tinggi dan rendah. Dalam proses budidaya jamur diperlukan pengendalian suhu dan kelembapan agar pertumbuhan jamur dapat tumbuh dengan baik dengan cara melakukan penyemprotan kumbung jamur pada pagi dan sore hari. Pada umumnya suhu pertumbuhan jamur antara 22-28 °C dengan kelembapan 60-80%. Seiring berjalannya waktu petani mengalami hambatan pada proses pengendalian suhu dan kelembapan pada kumbung sehari-hari terlebih jika kondisi suhu dan kelembapan mengalami perubahan yang fluktuatif sepanjang hari seperti yang terjadi pada masa pancaroba sehingga metode tersebut memiliki kelemahan. Dari uraian diatas dipersamakan bagaimana menerapkan sistem kendali otomatis kumbung jamur dengan input suhu dan kelembapan berbasis kecerdasan buatan menggunakan metode logika fuzzy sugeno. Sehingga

pengendalian suhu dan kelembapan dapat dilakukan pada setiap saat sesuai dengan *rule-rule* yang dibuat dalam program fuzzy.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jamur

Jamur atau fungi merupakan tumbuhan yang tidak mempunyai klorofil sehingga bersifat heterotrof, tipe sel eukarotik. Jamur ada yang uniseluler dan multiseluler. Tubuhnya terdiri dari benang-benang yang disebut hifa yang dapat membentuk anyaman bercabang-cabang (miselium) [5].

Jamur dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu jamur yang dapat dimakan seperti atau jamur edible seperti jamur kuping, jamur tiram, jamur tempe, dan jenis-jenis lainnya. Ada pula jamur yang tidak dapat dikonsumsi atau jamur non edible, seperti jamur yang banyak dijumpai ditumpukan kotoran ternak, tumpukan sampah dan jamur menimbulkan penyakit yang dikenal sebagai jamur panu [8].

2.2 Suhu dan Kelembapan

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk

mengukur suhu adalah termometer. Suhu disebut juga temperatur. Mengacu pada SI (Satuan Internasional), satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain adalah Celcius, Fahrenheit, dan Reamur. Pada skala Celcius, 0°C adalah titik dimana air membeku dan 100°C adalah titik didih air pada tekanan 1 atmosfer. Skala ini adalah yang paling sering digunakan di dunia [7].

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif. Alat untuk mengukur kelembaban disebut higrometer. Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun deficit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volum. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas [7].

2.3 Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962, Logika fuzzy adalah suatu metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan berbasis aturan yang digunakan untuk memecahkan masalah pada sistem yang sulit dimodelkan. Logika fuzzy digambarkan sebagai kotak hitam yang terhubung antara ruang input dan output, yang harus memetakan input ke output yang sesuai [3].

2.3.1 Himpunan Fuzzy

Dalam logika fuzzy terdapat dua himpunan yaitu:

a. Himpunan tegas

Himpunan tegas (crisp) merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu, nilai keanggotaan hanya ada dua kemungkinan yaitu 0 atau 1 [3].

b. Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu himpunan yang mewakili suatu kondisi atau keadaan dalam suatu variable fuzzy, pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1 [3].

Himpunan fuzzy memiliki dua atribut yaitu :

1. Lingustik, merupakan penamaan grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami/sehari-hari. Contohnya : PENDEK, SEDANG, TINGGI

2. Numeris, merupakan suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contohnya : 140, 160, 180

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi [3]. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan yaitu:

1. Representasi linier
2. Representasi kurva segitiga
3. Representasi kurva trapesium

2.3.3 Operator Zadeh

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy.

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu [3] :

1. Operator AND
2. Operator OR
3. Operator NOT

2.3.4 Fungsi Implikasi (Basis Aturan)

Infrensi fuzzy adalah suatu proses mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti aturan-aturan (IF-THEN Rules) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan fuzzy [6.] Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan FIS (Fuzzy Inferensi System). Dalam logika fuzzy tersedia beberapa jenis FIS diantaranya adalah Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto.

2.4 fuzzy Sugeno

Fuzzy metode sugeno juga disebut sebagai sistem infrensi fuzzy TSK yang diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Pada metode Sugeno memiliki karakteristik yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan fuzzy, namun merupakan suatu persamaan linier dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel inputnya. Terdapat dua model infrensi fuzzy dengan menggunakan metode TSK, yaitu model orde-0 dan model-1 [4].

1. Model Fuzzy Orde-0

Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-0 ditunjukkan pada persamaan 2.1 berikut:

$$(IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (x_2 \text{ is } A_2)) \text{ AND } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ AND } \dots \text{ AND } (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k \quad (2.1)$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model Fuzzy Orde-1

Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-1 ditunjukkan pada persamaan 2.2 berikut:

$$(IF (x_1 \text{ is } A_1)) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q \quad (2.2)$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Secara umum fungsi implikasi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

- Min (minimum). Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.
- Dot (product). Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy.

Pada metode Sugeno ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi min.

Pada metode TSK proses agresi dan defuzzyfikasi untuk mendapatkan nilai tegas sebagai *output* untuk M aturan fuzzy juga dilakukan dengan menggunakan rata-rata fuzzy terbobot. Persamaan defuzzyfikasi ditunjukkan pada persamaan 2.3 berikut:

$$Z = \frac{\sum_{k=1}^M akZk}{\sum_{k=1}^m ak} \quad (2.3)$$

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (Integrated Circuit). Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem yang kecil, murah dan tidak membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di PC. Mikrokontroler memiliki bagian utama yaitu CPU (Central Processing Unit), RAM (Random-Access Memory), ROM (Read-Only Memory) dan port I/O (Input/Output). Selain bagian-bagian utama tersebut, terdapat beberapa perangkat keras yang dapat digunakan untuk banyak keperluan seperti melakukan pencacahan, melakukan komunikasi serial, melakukan intrupsi, ADC (Analog-To-Digital Converter) USB controller, CAN (Controller Area Network) dan lain-lain [1].

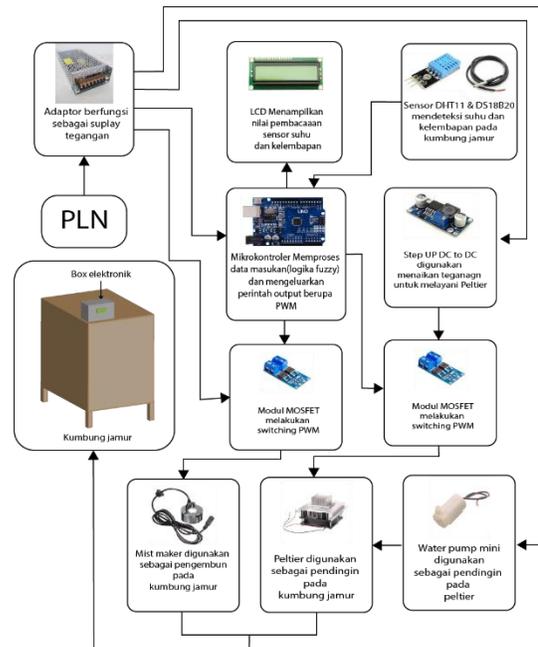
2.6 Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) adalah suatu teknik untuk menghasilkan bentuk sinyal analog yang berbentuk pulsa (*pulse*) dengan menggunakan proses digital [2].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem

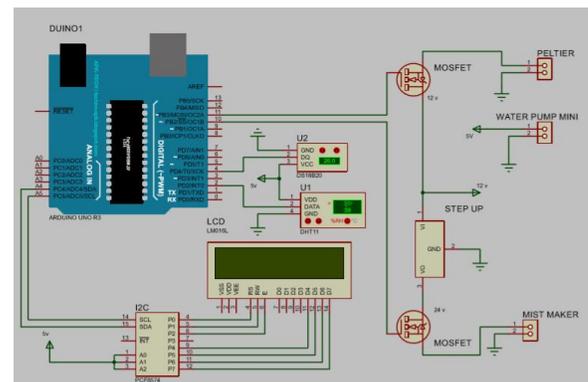
Percancangan sistem dilakukan untuk memudahkan dalam proses pembuatan rancang bangun implementasi metode fuzzy sugeno pada sistem pengendali suhu dan kelembapan untuk budidaya jamur. Rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Rancangan sistem

3.2 Rancangan Elektronik

Dalam perancangan elektronik digunakan aplikasi proteus sebagai simulasi rangkaian, guna mengurangi tingkat kegagalan yang dapat berakibat pada rusaknya komponen perangkat keras. Kerika rangkaian yang dibuat sudah benar dan sesuai dengan yang diinginkan, maka rangkaian siap untuk di aplikasikan pada perangkat keras. Gambar 2 menunjukkan rancangan rangkaian elektronik.



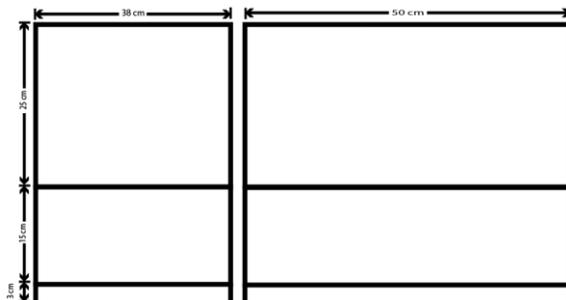
Gambar 2 Rancangan skematik rangkaian

3.3 Rancangan Mekanik

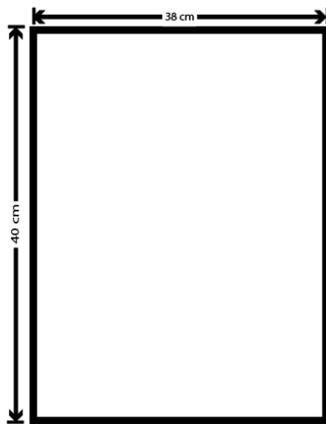
Rancangan mekanik meliputi perancangan box elektronik dan kumbang jamur. Yang ditunjukkan pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



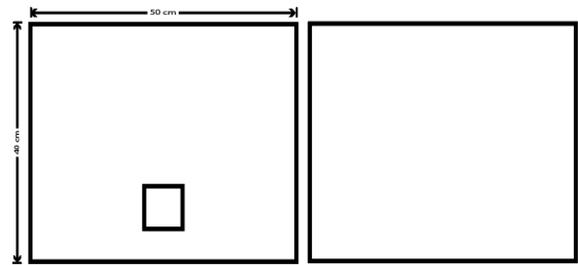
Gambar 3 Desain box elektronik



Gambar 4 Desain Kerangka Kumbang Jamur



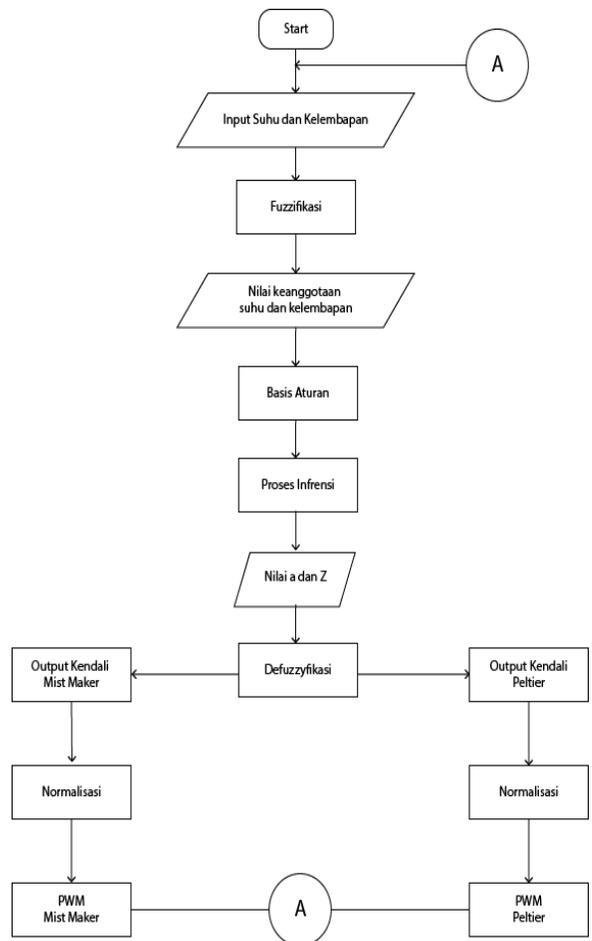
Gambar 5 Desain Triplek Penutup Bagian Samping



Gambar 6 Desain Triplek Penutup Bagian Depan dan Belakang

3.4 Rancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak yang ditanamkan pada mikrikontroler untuk mengontrol suhu dan kelembapan kumbang jamur dibuat berdasarkan flowchart fuzzy Sugeno pada Gambar 7.



Gambar 7 Flowchart fuzzy Sugeno

3.5 Pemodelan Fuzzy Sugeno

Pemodelan fuzzy sugeno pada kendali suhu dan kelembapan otomatis pada budidaya jamur memiliki dua input yaitu variabel suhu dan kelembapan, pada output memiliki dua variabel yaitu mist maker dan pelier. Pada Tabel 1 akan dijelaskan himpunan fuzzy dari output dan input.

Tabel 1 Himpunan Fuzzy

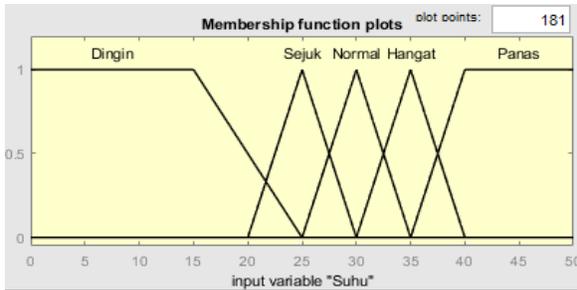
Fungsi	Nama variabel	Semesta
Input	Suhu	[0-50]
	Kelembapan	[0-100]
Output	Mist maker	[0-255]
	Peltier	[0-255]

Domain dari input dan output ditunjukkan pada Tabel 2

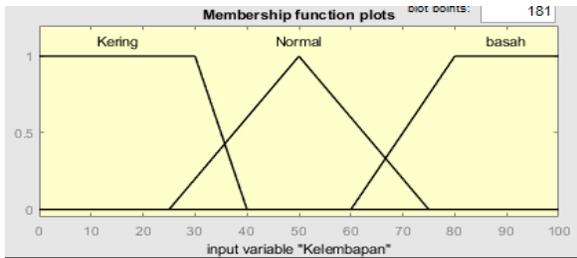
Tabel 2 Domain input dan output

Variabel	Nama himpunan fuzzy	Domain
Suhu	Dingin	[0 25]
	Sejuk	[20 25 30]
	Normal	[25 30 35]
	Hangat	[30 35 40]
	Panas	[35 50]
Kelembapan	Kering	[0 40]
	Normal	[25 50 75]
	Basah	[60 100]
Mist maker dan peltier	Padam	[0]
	Pelan	[65]
	Normal	[125]
	Cepat	[230]
	Sangat cepat	[255]

Himpunan keanggotaan *input* ditunjukkan Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Membership Function Suhu

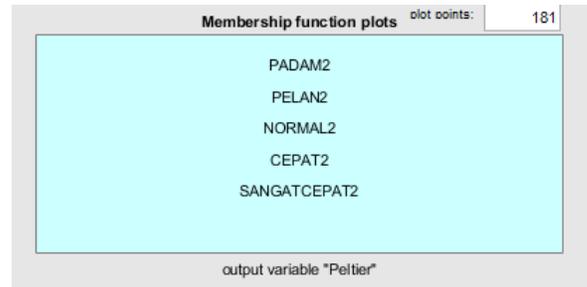


Gambar 9 Membership Function Kelembapan

Himpunan keanggotaan *Output* ditunjukkan Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Membership Function Mist Maker

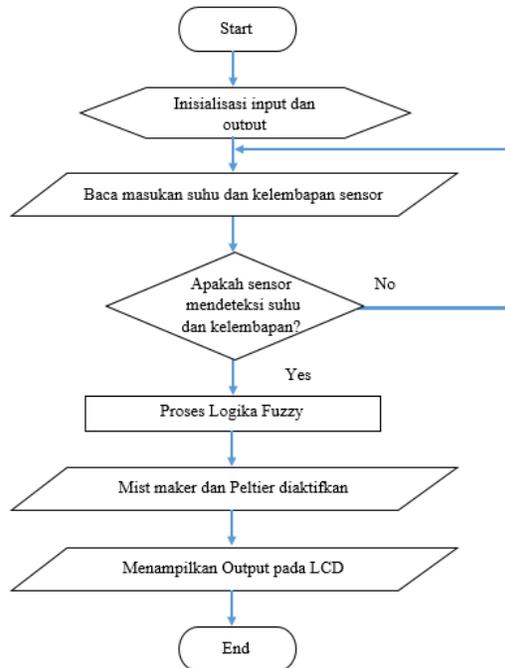


Gambar 10. Membership Function Peltier

3.5.1 Aturan fuzzy (Rule)

- [R1] Jika suhu dingin dan kelembapan kering maka mist maker pelan dan peltier cepat.
- [R2] Jika suhu sejuk dan kelembapan kering maka mist maker normal dan peltier sangat cepat
- [R3] Jika suhu normal dan kelembapan kering maka mist maker cepat dan peltier sangat cepat.
- [R4] Jika suhu hangat dan kelembapan kering maka mist maker cepat dan peltier sangat cepat
- [R5] Jika suhu panas dan kelembapan kering maka mist maker sangat cepat dan peltier sangat cepat
- [R6] Jika suhu dingin dan kelembapan normal maka mist maker padam dan peltier normal
- [R7] Jika suhu sejuk dan kelembapan normal maka mist maker pelan dan peltier cepat
- [R8] Jika suhu normal dan kelembapan normal maka mist maker cepat dan peltier sangat cepat
- [R9] Jika suhu hangat dan kelembapan normal maka mist maker cepat dan peltier sangat cepat
- [R10] Jika suhu panas dan kelembapan normal Maka mist maker sangat cepat dan peltier sangat cepat
- [R11] Jika suhu dingin dan kelembapan basah maka mist maker padam dan peltier pelan
- [R12] Jika suhu sejuk dan kelembapan basah maka mist maker padam dan peltier cepat
- [R13] Jika suhu normal dan kelembapan basah maka mist maker normal dan peltier sangat cepat
- [R14] Jika suhu hangat dan kelembapan basah maka mist maker cepat dan peltier sangat cepat
- [R15] Jika suhu panas dan kelembapan basah maka mist maker sangat cepat dan peltier sangat cepat

3.6 Flowchart Sistem



Gambar 11 Flowchart sistem

Pada Gambar 11 menjelaskan alur program yang tertanam pada mikrokontroler untuk menjalankan semua sistem sehingga dapat saling berhubungan satu sama lain.

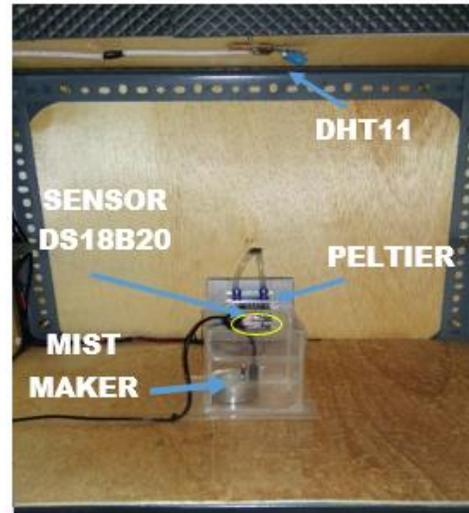
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Implementasi perangkat keras dari sistem kendali suhu dan kelembapan otomatis menggunakan metode fuzzy sugeno dapat dilihat pada Gambar 12, Gambar 13, dan Gambar 14



Gambar 12 Purwarupa Rangkaian Elektronik



Gambar 13 Purwarupa input dan output



Gambar 14 Purwarupa Sistem kendali Kumbung Jamur

4.2 Hasil dan Analisa

Berikut ini adalah hasil pengujian akurasi dari sensor sebagai inputan dan juga pengujian akurasi rule program fuzzy sugeno dengan membandingkan hasil pengukuran program arduino dengan program MATLAB.

4.2.1 Akurasi Sensor

Pengujian akurasi sensor bertujuan guna memastikan apakah sensor dapat membaca suhu dan kelembapan lingkungan, tahapan ini dilakukan dengan mengamati tes bed dari proses pembacaan suhu dan kelembapan dari sensor DHT11 dan sensor DS18B20 yang dibandingkan dengan pembacaan suhu dan kelembapan pada hygrometer thermometer. Untuk memperoleh pembacaan suhu yang bervariasi dilakukan dengan memberikan hawa panas solder pada jarak 2 cm dengan jangka waktu yang berbeda. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Akurasi Sensor

No	Hygrometer		Sensor DHT11 & DS18B20		Error Suhu	Error RH
	Suhu	RH	Suhu	RH		
1	31	63	30	61	1	2
2	31.4	53	31	54	0.4	1
3	32	48	32	45	0	3
4	32.6	47	32	39	0.6	8
5	33	45	33	34	0	11
6	33	45	33	30	0	15
7	33.6	44	33	28	0.6	16
8	34	39	34	27	0	12
9	34.4	36	34	23	0.4	13
10	35	34	34	22	1	12
Rata-Rata Error					0.4	9.3

Pada Tabel 3 dapat diamati *output* hasil pembacaan sensor, dimana sensor DHT11 dan sensor suhu DS18B20 dapat membaca keadaan suhu dan kelembapan dengan baik ditandai dengan menurunnya tingkat kelembapan dan naiknya suhu sesuai dengan pembacaan pada *hygrometer thermometer* dan diperoleh rata-rata error perbandingan pembacaan suhu sebesar 0,4 dan kelembapan sebesar 9,3.

4.2.2 Pengujian Rule

Tahap pengujian rule bertujuan guna memastikan rule-rule yang telah dirancang dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Tahapan pengujian terhadap μ -rule-rule dilakukan dengan pengujian akurasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran multimeter dengan program fuzzy MATLAB Untuk mengetahui kesalahan relatif antara output sistem dengan output MATLAB ditampilkan pengujian rule-rele yang dapat diamati pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Kesalahan Relatif Mist Maker

Suhu	Kelembapan	Output Defuzzifikasi Mist Maker (%)		Error (%)
		Program	Matlab	
11 (Dingin)	23 (Kering)	25	25	0
23.96 (Sejuk)	20 (Kering)	45	47	2
29.75 (Normal)	21 (Kering)	67	74	7
34 (Hangat)	23 (Kering)	68	75	7
48.50 (Panas)	23 (Kering)	100	100	0
11.81 (Dingin)	59 (Normal)	0	0	0

24.44 (Sejuk)	61 (Normal)	19	19	0
30.87 (Normal)	60 (Normal)	68	75	7
32.88 (Hangat)	59 (Normal)	75	68	7
43 (Panas)	62 (Normal)	94	96	2
19 (Dingin)	72 (Basah)	0	0	0
26 (Sejuk)	73 (Basah)	21	18	3
30 (Normal)	72 (Basah)	54	54	0
34.75 (Hangat)	72 (Basah)	67	73	6
37(Panas)	73 (Panas)	70	76	6
\bar{x} Error Mist Maker				3.13

Tabel 5 Kesalahan Reatif Peltier

Suhu	Kelembapan	Output Defuzzifikasi Peltier (%)		Error (%)
		Program	Matlab	
11 (Dingin)	23 (Kering)	68	75	7
23.96 (Sejuk)	20 (Kering)	94	97	3
29.75 (Normal)	21 (Kering)	100	100	0
34 (Hangat)	23 (Kering)	100	100	0
48.50 (Panas)	23 (Kering)	100	100	0
11.81 (Dingin)	59 (Normal)	49	50	1
24.44 (Sejuk)	61 (Normal)	63	69	6
30.87 (Normal)	60 (Normal)	99	100	1
32.88 (Hangat)	59 (Normal)	100	100	0
43 (Panas)	62 (Normal)	99	100	1
19 (Dingin)	72 (Basah)	29	29	0
26 (Sejuk)	73 (Basah)	79	82	3
30 (Normal)	72 (Basah)	99	100	1
34.75 (Hangat)	72 (Basah)	99	100	1
37(Panas)	73 (Panas)	99	100	1
\bar{x} Error Peltier				1.67

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 dapat diamati rata-rata error *rule* mist maker sebesar 3,13 sedangkan rata-rata error *rule* peltier sebesar 1,67. Sehingga dapat dicari rata-

rata error dari keseluruhan *rule* yang dibuat dengan menggunakan perhitungan berikut.

$$\bar{x} \text{ error total} = \frac{\bar{x} \text{ Error Mist Maker} + \bar{x} \text{ Error Peltier}}{2} = \frac{4.8}{2} = 2,4 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa total rata-rata error pada hasil pengukuran sistem yang dibandingkan dengan program MATLAB memiliki error yang sangat kecil yaitu sebesar 2,4 %.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian implementasi metode fuzzy sugeno pada sistem pengendali suhu dan kelembapan untuk budidaya jamur yang telah dilakukan pengujian menunjukkan bahwa:

- a. Metode fuzzy sugeno sangat dapat diterapkan pada pengendalian suhu dan kelembapan budidaya jamur dengan komponen elektronik berupa Arduino UNO yang berfungsi sebagai tempat ditanamkannya program fuzzy sugeno, sensor DHT11, sensor DS18B20, peltier, mist maker, modul MOSFET dan Step UP DC to DC.
- b. Sensor DHT11 dan sensor DS18B20 cukup akurat dalam pembacaan suhu dan kelembapan ditandai dengan menurunnya tingkat kelembapan dan naiknya suhu sesuai dengan pembacaan pada hygrometer thermometer, dengan rata error suhu sebesar 0,4 dan rata error kelembapan sebesar 9,3.
- c. Rule-rule yang dibuat pada program pengendali suhu dan kelembapan fuzzy sugeno pada budidaya jamur memiliki akurasi yang sangat tinggi dimana akurasi pengukuran hasil proses defuzzifikasi sistem yang dibandingkan dengan program software MATLAB hanya memiliki rata-rata error total sebesar 2,4% menandakan bahwa rancang sistem dikatakan berhasil sesuai perancangan.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini masih ditemukan banyak kekurangan dimana tujuan awal dari penelitian ini adalah rancang bangun kendali suhu dan kelembapan pada kumbung jamur yang mampu dikontrol dengan metode fuzzy sugeno, untuk dapat mewujudkan hal tersebut tidak cukup hanya menggunakan komponen seperti sensor DHT11, sensor DS18B20, mist maker,

peltier, arduino, dll, dibutuhkan sensor yang lebih akurat dalam pembacaan suhu dan kelembapan, dibutuhkan penambahan jumlah atau kapasitas mist maker dan peltier untuk menghasilkan kelembapan yang tinggi lebih cepat juga untuk menghasilkan udara sejuk yang lebih cepat, diperlukan ruangan kumbung jamur yang lebih tertutup agar suhu dingin tidak keluar dari kumbung jamur, dan perlu adanya pengujian rule-rule secara berkala guna menghasilkan hasil kedali yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dharmawan, H.A. (2017), *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis*, Malang: UB Press.
- [2] Kinanti, V.N. (2016), *Prototype Penyarang Asap Rokok Pada Smoking Area Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) dan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto*, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo.
- [3] Kusumadewi, S. (2003), *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, edisi 1 Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Kusumadewi, S. dan Hartati, S. (2010), *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*, ed. 2 Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5] Mayasari, F. (2014), *Uji Cemaran Jamur Pada Lulur Tradisional Yang Beredar Di Kota Gorontalo*, Universitas Negeri Gorontalo.
- [6] Putri, A.D. dan Effendi (2017), *Fuzzy Logic Untuk Menentukan Lokasi Kios Terbaik Di Kepri Mall Dengan Menggunakan Metode Sugeno Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)*, Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains dan Pendidikan Informatika, 3(2541–3716), 49–59.
- [7] Riyanto, S.R. (2017), *Rancang Bangun Alat Kontrol Suhu dan Kelembapan Pada Fermentasi Tempe Kedelai Berbasis Mikrokontroler*, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [8] Umniyatie, S., Pramiadi, D., Henuhili, V. dan Situasi, A. (2013), Budidaya jamur tiram (*Pleurotus sp*) sebagai lternatif Usaha Bagi Masyarakat Korban Erupsi Merapi di Dusun Pandan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman DIY, Inotek, 17(2), 162–175