

Pengimplementasian Metode *Fuzzy Logic* pada Kontrol Rumah Jamur Otomatis Berbasis *Node-RED*

Fransiskus Belicoy Awi, Abd Rabi, Wahyu Dirgantara

Universitas Merdeka Malang,

Malang, Indonesia

E-mail: fransiskusbelicoyawi96@gmail.com, arrabik@unmer.ac.id, wahyu.dirgantara@unmer.ac.id

Abstrak--Jamur Kuping (Fungi Kuping) dimanfaatkan menjadi bahan kuliner yang bernilai gizi serta mempunyai rasa, aroma serta kelezatan yang khas. Keterbatasan kemampuan petani jamur kuping dan faktor cuaca di sekitar rumah jamur kuping dalam membudidayakan jamur kuping membuat hasil panen jamur kuping seringkali tidak maksimal. Jamur kuping membutuhkan suhu 22-28°C, 70-90%, kelembaban, dan pH 5-7,5 untuk media tumbuh. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe rumah jamur kuping yang dikendalikan secara otomatis dengan metode logika fuzzy Sugeno yang dapat dipantau melalui *Node-RED* menggunakan Raspberry Pi-3B sebagai penghubung antara awan *Node-RED* dengan rumah jamur kuping-prototipe. Data yang dikontrol oleh ESP-32 pada penelitian ini digunakan untuk mengontrol kadar pH media tanam, PWM-Cooling, PWM-Fog Pump, PWM-Fan-RH, dan PWM-Heating diperoleh dengan menggunakan sensor DHT22 untuk membaca data suhu dan kelembaban prototipe, sensor pH SEN0161-V2 untuk pembacaan pH air, dan *DFRobot Gravity* untuk larutan pH asam & basa. Berdasarkan hasil penelitian ini, monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan rumah jamur kuping dapat terlaksana dengan baik serta sesuai dengan yang diharapkan. Metode *Fuzzy Sugeno* yang digunakan untuk menentukan set poin dari suhu dan kelembaban pada ruangan rumah jamur berjalan dengan baik. Pemantauan secara keseluruhan melalui *Node-RED* dan kontrol rumah jamur otomatis berhasil dilakukan dengan keberhasilan keseluruhan 99,037%.

Kata Kunci— Jamur Kuping, ESP-32, *Fuzzy Logic*, *Node-RED*, PWM.

I. PENDAHULUAN

Jamur Kuping (Fungi Kuping) dimanfaatkan menjadi bahan kuliner yang bernilai gizi serta mempunyai rasa, aroma serta kelezatan yang khas. [1]. Banyaknya hidangan olahan yang bisa diolah dari bahan baku jamur kuping, menyebabkan meningkatnya permintaan konsumen akan fungi kuping [2]. Pada budidaya jamur kuping perubahan suhu serta kelembaban sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan. Suhu serta kelembaban yang baik untuk jamur kuping yaitu 22-28°C dan 70-90% [3], Serta Pertumbuhan jamur juga ditentukan pH dalam media tanam yang dipergunakan menurut (Djuariah & Sumiati, 2008), kisaran pH optimum buat fungi kuping ialah kisaran 5-7,5 [1]. Di masa revolusi industri sekarang dengan perkembangan teknologi yang kian pesat membantu segala pekerjaan kita sebagai lebih praktis begitupun dalam melakukan proses

monitoring suhu ruangan, kini hanya dengan memakai perangkat gadget yang kita miliki pun proses monitoring dapat dilakukan dengan praktis tanpa perlu mengecek manual suhu ruang secara berkala.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat prototipe rumah jamur yang dirancang menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban pada ruangan rumah jamur. Hasil dari keluaran sistem monitoring dengan metode *Fuzzy Sugeno* menghasilkan informasi berisikan data penelitian yang dapat diakses, disimpan dan dipantau melalui *cloud Node-RED*. Hasil keluaran dari pengaturan penyesuaian kondisi suhu dan kelembaban rumah jamur di atur oleh Eps32 sebagai mikrokontroler utama untuk mengatur PWM pada *Fan Heater*, *Fan Humidifier*, *Blower Exhaust Fan* serta *AC Mini Portable*.

II. BAHAN DAN METODE

Pengimplementasian Metode *Fuzzy Logic* Pada Kontrol Rumah Jamur Otomatis Berbasis *Node-RED* ini menggunakan beberapa komponen berupa *hardware* dan *software*.

A. *NodeMCU2ESP32*

ESP32 ialah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System artinya penerus berasal mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi pada chip sehingga sangat mendukung buat membuat sistem software Internet of Things [4]. Mikrokontroler ESP32Oini dapat diprogram dengan menggunakan C++, C, Python, Lua, dll.

B. *Sensor DHT22*

DHT22 adalah suhu dan kelembaban sensor digital senyawa yang output dikalibrasi sinyal digital. Berkat teknologi akuisisi modul khusus digital dan suhu dan kelembaban penginderaan teknologi diterapkan padamodul, DHT22 datang dengan keandalan yang sangat tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik. DHT22 menikmati presisi tinggi dan harga yang lebih rendah, menjadikannya pilihan ideal untuk rentang pertengahan0harga, suhu dan kelembaban kinerja tinggi sensor [5].

C. *Sensor pH*

pH atau singkatan dari potential of Hydrogen merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H⁺) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. pH meter adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (derajat

keasaman atau kebasaaan) suatu cairan (ada elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH bahan-bahan semi-padat). Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH [6].

D. Metode Fuzzy Logic Sugeno

Fuzzy logic ialah pemetaan ruang input ke ruang output. Fuzzy logic bekerja meniru cara manusia yang mampu untuk mengambil keputusan berupa data yang samar atau tidak utuh hingga pada ketepatan penyelesaian. Secara umum, fuzzy logic dapat digunakan dalam tujuan yang lebih praktis, karena pada dasarnya mempunyai bahasa alami, sangat mudah dipahami, fleksibel, dapat membantu mengatasi masalah yang tidak pasti dalam rekayasa, dan apabila penalarannya tidak akurat maka fuzzy logic bisa memberikan alasan yang dapat diterima. Aturan (rules) yang dapat ditawarkan dalam fuzzy logic pada sistem pengambilan keputusan dapat terisi dengan semua kondisi jika maka (if-then) [7].

Fuzzy Sugeno adalah suatu logika yang digunakan untuk menghasilkan keputusan tunggal atau crisp saat defuzzifikasi, dimana penggunaannya tergantung dari domain yang terjadi (Sri Kusumadewi, 2010). Fuzzy sugeno pertama kali diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Sehingga metode ini sering dinamakan dengan metode TSK (Takagi-Sugeno Kang). Dimana logika fuzzy sugeno memiliki persamaan bentuk dengan metode fuzzy mamdani hanya berbeda pada output. Metode TSK terdiri dari dua jenis yaitu model fuzzy Sugeno orde-Nol dan Orde-Satu. Adapun tahapan penyelesaian metode Fuzzy Sugeno yaitu:

1. Fuzzifikasi (pembentukan himpunan)
2. Aplikasi fungsi implikasi
3. Agregasi (komponen aturan)
4. Defuzzifikasi

Hasil Defuzzifikasi pada metode Sugeno diperoleh dengan mencari nilai rata-rata (z) seperti yang ditunjukkan pada persamaan:

$$Z = \frac{\sum ai zi}{\sum ai} \quad (1)$$

Dengan α_i adalah α predikat ke-I, dan z_i adalah output pada anteseden aturan ke-i.

Metode fuzzy Sugeno memiliki output yang berupa konstanta atau persamaan linear (Crisp), yaitu jika dibandingkan dengan metode fuzzy yang lain seperti metode Mamdani yang memiliki output berupa himpunan maka dalam kebutuhan permodelan, metode fuzzy Sugeno lebih seringkali sesuai terutama dalam model fuzzy orde nol yang memiliki metode Sugeno.

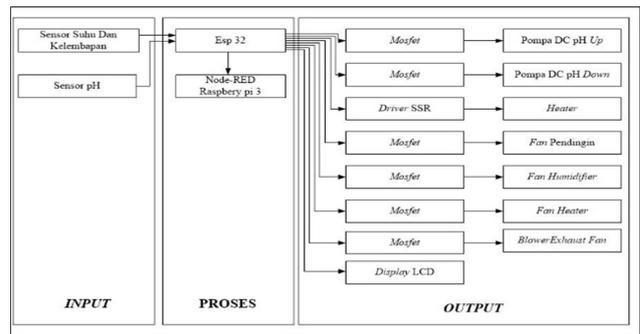
E. Node-RED

Node-RED adalah sebuah tool berbasis browser untuk membuat aplikasi Internet of Things (IoT) yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai "flow". Node-RED mengambil jalur alternatif tersebut untuk pengembangan software. Pertama, ia adalah bahasa pemrograman visual. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan kodingan, Node-RED fokus ke program sebagai flow. Flow ini terbentuk dari node-node yang saling berhubungan di mana tiap node melakukan tugas tertentu. Walaupun Node-RED didesain untuk Internet of Things (IoT), ia juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk berbagai macam jenis aplikasi [8].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

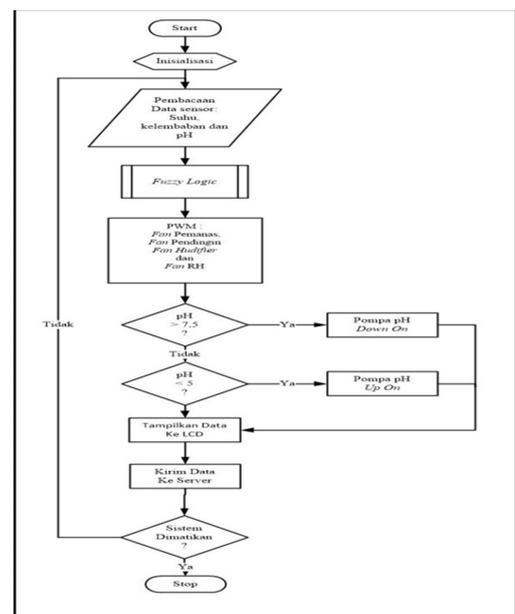
Proses hasil dan pembahasan data yang dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kerja system dengan perencanaan yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan secara bertahap untuk tiap komponen yang digunakan sesuai dengan rangkaian alat yang kemudian akan diuji dengan sistem yang terintegrasi satu sama lain.

A. Perancangan Sistem



Gambar 1. Blok Diagram

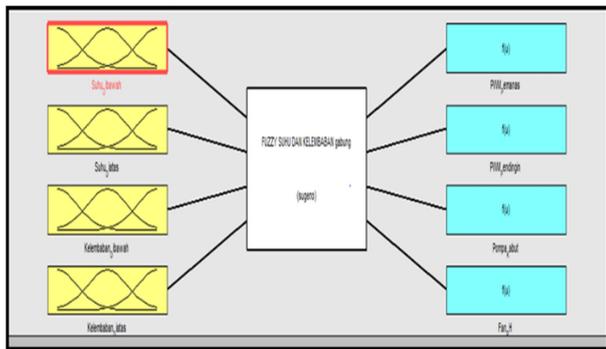
Gambar 1. Blok Diagram Alat yang mana pada blok diagram Alat terdapat Input, Proses dan Output. Blok Input DHT22 berperan sebagai pembacaan Suhu dan Kelembaban pada rumah jamur, DHT22 terhubung dengan Esp32 dan Sensor pH berperan sebagai pembaca data pH dari wadah air yang disimpan pada wadah untuk pengkabutan pada rumah jamur. Probe dari sensor pH akan dimasukkan kedalam wadah penampungan air, lalu modul sensor pH akan terhubung dengan Esp32. Pada blok proses sendiri terdiri atas Mikrokontroler Esp32 bertugas untuk mengolah data hasil pembacaan sensor serta berfungsi sebagai pengatur jalannya sensor. Sedangkan Node-RED Raspberry pi 3 untuk memonitoring kerja alat dan menyimpan data hasil monitoring. Blok Output Pada blok Output terdapat beberapa komponen untuk mendukung proses kerja alat, terdiri dari, Driver Mosfet untuk mengontrol Pompa DC pH Up, Pompa DC pH Down, Fan Pendingin, Fan Humidifier, Fan Heater dan Blower Exhaust Fan, SSR (Solid State Relay) Sebagai Saklar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan Heater yang digunakan untuk sebagai pemanas. Display LCD untuk menampilkan indikator pembacaan Suhu, Kelembaban Serta pH pada alat.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 2. menunjukkan *flowchart* perangkat lunak dimulai dari inialisasi, proses pengecekan Sensor Suhu, Kelembaban dan pH untuk membaca nilai suhu dan kelembaban di dalam rumah jamur kuping, serta pH pada wadah penampungan air pada alat. Untuk sistem kontrol otomatis memiliki beberapa aturan yakni dengan menggunakan ketentuan dari proses *fuzzy* Sugeno dimana ditentukan derajat keanggotaan himpunan, dikarenakan pada metode *fuzzy* Sugeno dapat melakukan Output berupa nilai dan dapat menjadi acuan atas sistem yang dibuat. Output yang dihasilkan berupa penyalan *Fan Pemanas*, *Fan Pendingin*, *Blower Ex-Fan* dan *Fan Humidifier* serta pembacaan sensor secara Real Time. Kemudian dilanjutkan dengan pembacaan Sensor pH dimana $pH > 7,5$ jika ya maka Pompa pH *Down On*, jika tidak lanjut pembacaan sensor dengan pembacaan $pH < 5$ jika ya maka Pompa *pH Up On*, jika tidak Tampilkan Data ke LCD dan dilanjutkan mengirim Data ke *Node-RED*. Jika sistem dimatikan maka proses selesai. Jika tidak maka akan kembali ke proses awal.

B. Proses Fuzzy

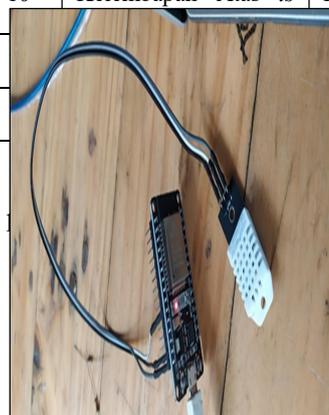


Gambar 3. Sistem fuzzifikasi suhu dan kelembapan

Gambar 3. menunjukkan pemetaan ruang input terhadap output yaitu suhu ruangan dan kelembapan ruangan rumah jamur dan output berupa *blower exhaust fan*, *heater*, *Ac mini portable* dan *Humifier* (menambahkan kelembapan udara).

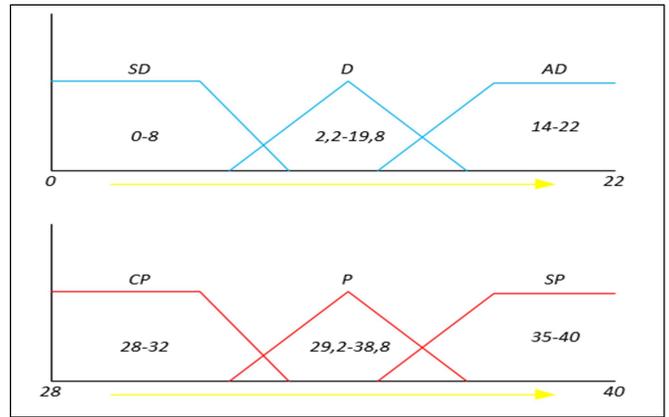
TABEL I. RULE FUZZY LOGIC SUGENO

No	Jika (IF)	Maka (THEN)
1	Suhu Bawah is Sangat Dingin	PWM Pemanas is Cepat
2	Suhu Bawah is Dingin	PWM Pemanas is Sedang
3	Suhu Bawah is Agak Dingin	PWM Pemanas is Lambat
4	Suhu Atas is Cukup Panas	PWM Pendingin is Lambat
5	Suhu Atas is Panas	PWM Pendingin is Sedang
6	Suhu Atas is Sangat Panas	PWM Pendingin is Cepat
7	Kelembapan Bawah is Sangat Kering	PWM Pompa Kabut is Banyak Kabut
8	Kelembapan Bawah is Kering	PWM Pompa Kabut is Sedang Kabut
9	Kelembapan Bawah is Cukup Kering	PWM Pompa Kabut is Sedikit Kabut
10	Kelembapan Atas is	PWM Blower Ex-Fan is
		Lambat
		PWM Blower Ex-Fan is
		Sedang
		PWM Blower Ex-Fan is
		Cepat



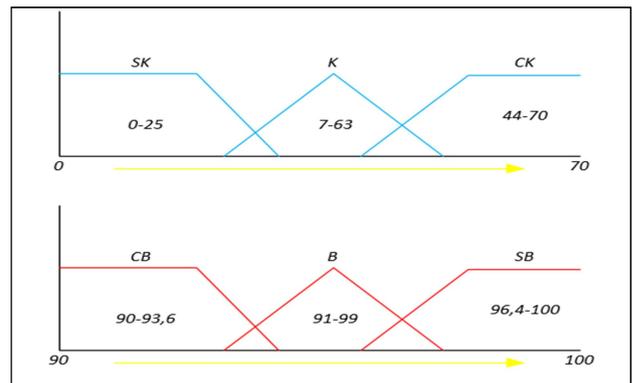
ran (*rule*) dari cara kerja alat fuzzy logic pada kontrol rumah

jamur otomatis berbasis *Node-RED*, yang dimana sistem cara kerja dari alat akan berjalan sesuai dengan *rule* yang sudah dibuat.



Gambar 5. Derajat Keanggotaan suhu

Gambar 5 Derajat Keanggotaan suhu dimana terdapat Suhu bawah, Range dari Suhu Bawa 0-22°C, adapun disetiap keanggotaan dari variabel suhu bawah terdapat masing-masing range keanggotaan sangat dingin 0-8, keanggotaan dingin 2,2-19,8 serta keanggotaan agak dingin 14-22. Suhu atas, Range dari suhu atas 28°C – 40 °C, adapun disetiap keanggotaan dari variabel suhu atas terdapat masing-masing range keanggotaan antara lain, keanggotaan cukup panas 28-32, panas 29,2-38,8, serta keanggotaan sangat panas 35-40.



Gambar 6. Derajat Keanggotaan kelembapan

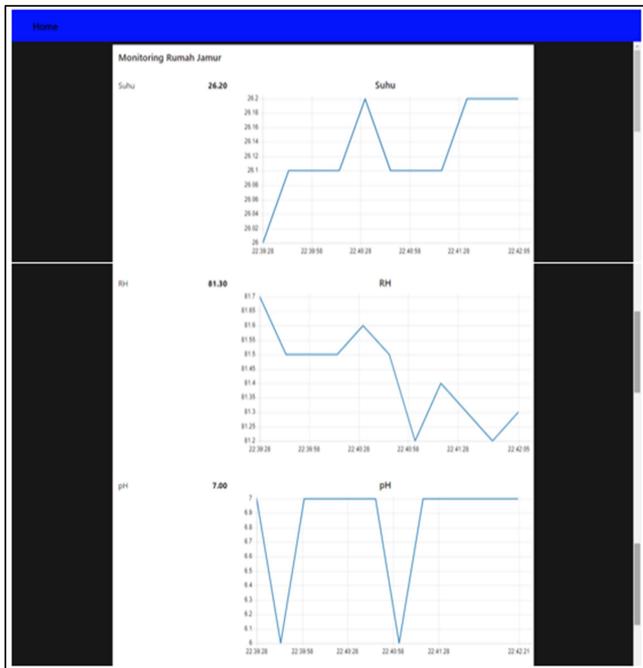
Gambar 6 Derajat Keanggotaan kelembapan Kelembapan Bawah, mempunyai range 0-70%, adapun disetiap keanggotaan dari variabel kelembapan dibawah terdapat masing-masing range keanggotaan antara lain, sangat kering 0-25, kering 7-63 serta range keanggotaan cukup kering 44-70. Kelembapan atas, mempunyai range 90-100%, adapun disetiap keanggotaan dari variabel kelembapan dibawah terdapat masing-masing range keanggotaan antara lain, cukup basah 90-93,6, basah 91-99 serta sangat basah 96,4-100.

C. Hasil penelitian

Hasil penelitian yang sudah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gaambar 8, serta hasil penelitiannya seperti pada Tabel II dan Tabel III.



Gambar 7a. Keseluruhan Prototipe Rumah Jamur



b) .

Gambar 7 (a) menunjukkan sensor yang dipakai pada penelitian ini, dimana sensor yang digunakan adalah sensor DHT22. Sensor DHT22 ini berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan pada ruangan rumah jamur. dalam penelitian ini dan sensor pH dimana dalam penelitian ini sensor pH digunakan untuk mengukur kadar atau tingkat keasam serta basa dari air yang akan digunakan untuk pengkabutan pada ruangan rumah jamur, agar air yang sudah ditampung dalam wadah penyimpanan sesuai dengan pH yang dibutuhkan oleh jamur. Terdapat kumpulan data yang ditampilkan pada Node-RED seperti pada Gambar 7 (b) Ada tiga jenis data yang ditampilkan pada Node-RED yaitu data suhu ruangan, kelembapan ruangan dan pH ruangan pada rumah jamur



Gambar 8. Keseluruhan Prototipe Rumah Jamur

Prototipe rumah jamur dimana suhu dan kelembapan pada ruangan serta pH sudah diatur berdasarkan *output* dari *Fuzzy*. Pada Gambar 8 menunjukkan hasil dari pembuatan prototipe rumah jamur yang dimana pada rumah jamur sudah dipasang komponen elektronik untuk mengatur suhu, kelembapan serta pH. Komponen yang dipasang dalam penelitian ini berupa *AC portable*, *Humidifier*, *Blower Exhaust*, dan *Heater*.

Keterangan :

- T = data suhu ruangan dari alat dalam penelitian ini (°C)
- PWM-R COOLER = error PWM pendingin alat (%)
- PWM-S COOLER = error PWM pendingin software matlab (%)
- PWM-R H = error PWM pemanas alat (%)
- PWM-S H = error PWM pemanas software matlab (%)

TABEL I DATA KESELURUHAN SUHU

NO	H	PWM-R	PWM-S	Error	PWM-R	PWM-S	E
		H	H		FAN RH	FAN RH	
1	46.3	161.42	158	2.16455	0	0	0
2	46.8	158.63	155	2.34580	0	0	0
3	48.1	151.57	149	1.72483	0	0	0
4	48.9	147.34	145	1.61448	0	0	0
5	47.6	154.25	151	2.15827	0	0	0
6	47.3	155.89	153	1.88888	0	0	0
7	50.1	141.15	139	1.55323	0	0	0
8	50	141.66	139	1.91870	0	0	0
9	51	136.64	135	1.21925	0	0	0
10	51.7	133.20	131	1.68396	0	0	0
...
30	82	0	0	0	0	0	0
RATA-RATA ERROR (%)				1.36050			0
KEBERHASILAN (%)				98,6395			

Keterangan :

HUMIDITY: data kelembapan ruangan dari alat dalam penelitian ini (%)
 PWM-R COOLER: error PWM pengkabut alat (%)
 PWM-S COOLER: error PWM pengkabut software matlab (%)
 PWM-R HEATER: error PWM *blower exhaust* alat (%)
 PWM-S HEATER: error PWM *blower exhaust* software matlab (%)

Persamaan nilai rata-rata :

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum \text{nilai keseluruhan data suhu}}{\sum \text{jumlah data}} \quad (1)$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum \text{nilai keseluruhan data kelembapan}}{\sum \text{jumlah data}} \quad (2)$$

TABEL II DATA KESELURUHAN KELEMBAPAN

No	T	PWM-R	PWM-S	Error	PWM-R	PWM-S	E
		Cooler	Cooler		H	H	
1	31.1	132.153	137	3.5379	0	0	0
2	31	129.348	133	2.7458	0	0	0
3	30.9	126.583	130	2.6284	0	0	0
4	30.6	118.521	121	2.0487	0	0	0
5	30.4	113.333	115	1.4495	0	0	0
6	30.2	108.288	110	1.5563	0	0	0
7	30	103.378	104	0.5980	0	0	0
8	29.7	96.258	96.6	0.3540	0	0	0
9	29.5	91.667	91.8	0.1448	0	0	0
10	29.5	91.667	91.8	0.1448	0	0	0
...
30	27.7	0	0	0	0	0	0
RATA-RATA ERROR (%)				0.5645			0
KEBERHASILAN (%)				99,436			

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, monitoring suhu dan kelembapan pada ruangan rumah jamur kuping dapat terlaksana dengan baik serta sesuai dengan yang diharapkan. Metode Fuzzy Sugeno yang digunakan untuk menentukan set poin dari suhu dan kelembapan pada ruangan rumah jamur berjalan dengan baik. Pemantauan secara keseluruhan melalui Node-Red dan kontrol rumah jamur otomatis berhasil dilakukan dengan keberhasilan 99,436% dalam pengaturan PWM untuk suhu, dan 98,639% dalam pengaturan PWM untuk kelembapan. Oleh karena itu rata-rata keberhasilan penelitian dapat disimpulkan adalah sebesar 99,037%. Penelitian ini juga dapat dijadikan referensi dalam penelitian yang akan di kembangkan di bidang pertanian atau lainnya di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadiyanti, N., Aji, S. B., & Saptorini, S. (2020). Kajian Produksi Jamur Kuping (*Auricularia Auriculajudae*) Pada Berbagai Komposisi Media Tanam. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi Dan Agribisnis*, 4(1), 1-14.
- [2] Salehawati N, Millaty M. Rantai Pasokan Jamur Kuping di Yogyakarta. *Surya Agritama J Ilmu Pertan dan Peternak*. 2019;8(2):262-273.
- [3] GHOZALI, M. (2021). APLIKASI ARDUINO UNTUK KONTROL SERTA MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN KUMBUNG JAMUR KUPING (Doctoral dissertation, UNISNU Jepara).
- [4] Suhendar B, Fuady TD, Herdian Y. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ideal Tanaman Stroberi Berbasis Internet of Things (IoT). *J Ilm Sains Dan Teknol*. 2021;5(1):48-60.
- [5] Saputra F, Suchendra DR, Sani MI. Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan. *eProceedings Appl Sci*. 2020;6(2).
- [6] Hariyadi H, Kamil M, Ananda P. Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. *Rang Tek J*. 2020;3(2):340-346.
- [7] Budiyanto, Almira, Genta Bayu Pramudita, and Sisdarmanto Adinandra. "Kontrol Relay dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT)." *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika* 19.1 (2020): 43-54.
- [8] Mulyono, S., Qomaruddin, M., & Anwar, M. S. (2018). Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT. *TRANSISTOR Elektro Dan Informatika*, 3(1), 31-44.