

RANCANG BANGUN KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN PADA KUMBUNG JAMUR BERBASIS LOGIKA FUZZY MENGGUNAKAN METODE TELEMETRI

Eka Pratama Saksono

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: ekasaksono@mhs.unesa.ac.id

Prof. Dr. Bambang Suprianto, M.T.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: bambangsuprianto@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengatur suhu dan kelembaban pada kumbung jamur menggunakan logika fuzzy. Sistem kontrol logika fuzzy yang diaplikasikan sebagai modul kontrol suhu dan kelembaban didalam sistem yang menggunakan Matlab dan arduino sebagai piranti data akuisisi untuk membaca sensor suhu dan kelembaban DHT 11 dan mengendalikan kipas dan mistmaker. Data yang didapat akan dikirimkan melalui metode telemetri menggunakan transmitter dan receiver tx-rx 433 dan ditampilkan ke laptop dengan software matlab. Hasil uji kontrol kumbung jamur menggunakan logika fuzzy mampu menstabilkan suhu dan kelembaban kumbung jamur sesuai dengan kondisi optimal yang dibutuhkan, dengan batas suhu 31°C sampai 34°C dan batas kelembaban dari 84% sampai 87% yang berhasil dicapai oleh sistem dengan persentase error alat kontrol kumbung jamur dengan logika fuzzy sebesar 1,7%.

Kata Kunci : Kumbung Jamur, Telemetri, Tx-Rx 433, DHT 11, Humidifier, Logika Fuzzy, Arduino, Matlab

Abstract

The research is proposed to measure temperature and humidity of mushroom incubator using fuzzy logic. The fuzzy logic control system was applied as a temperature and humidity control module in the system using Matlab program and Arduino device To read acquired data from DHT 11 temperature and humidity sensors to control fan and mistmaker. The acquired data will be sent via transmitter and receiver tx-rx 433 using the telemetry method, and will be displayed to computer using matlab software. The result of mushroom incubator control test using fuzzy logic are able to stabilize the temperature and humidity of mushroom incubator according to the optimal conditions needed, the system achieved temperature limit from 31°C to 34°C and humidity limit from 84% to 87% with Fuzzy logic error possibility of 1.7%.

Keywords: Mushroom Kumbung, Telemetry, Tx-Rx 433, DHT 11, Humidifier, Fuzzy Logic, Arduino, Matlab

PENDAHULUAN

Jamur tiram (*Pleurotus sp*) merupakan salah satu jenis jamur kayu yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Jamur tiram secara alami tumbuh liar di hutan tropis. Di Indonesia terdapat banyak hutan tropis, sehingga jamur tiram memiliki potensi tumbuh dan berkembang dengan baik. Jamur tiram memiliki banyak manfaat, salah satunya sebagai bahan pangan. Hal tersebut menjadikan jamur tiram banyak dibudidayakan. Budidaya jamur tiram memiliki potensi besar sebagai sebuah bisnis. Permintaan konsumen yang besar dan terus meningkat menjadikan jamur tiram memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Jamur tiram dapat ditemukan dalam bentuk segar, kering maupun telah diolah. (Suharjo, E.2015)

Berdasarkan Tabel 1, dengan asumsi kenaikan permintaan pasar sebesar 5 % pertahun, maka diperkirakan pada tahun 2020 kebutuhan minimum jamur tiram beberapa kota besar di Indonesia adalah 52.000 ton

per tahun. Kebutuhan jamur tiram yang tinggi harus diimbangi dengan produksi jamur tiram yang baik.

Tabel 1. Jumlah permintaan jamur tiram beberapa kota tahun 2012.

(Sumber: CV Asa Agro Corporation dalam Piryadi (2013)).

No	Kota	Kebutuhan per Hari (kg)
1	Jabodetabek	20.000 – 25.000
2	Cianjur	1.500 – 2.000
3	Sukabumi	1.750 – 2.000
4	Bandung	7.500 – 8.500
5	Semarang	500 – 1.000
6	Yogyakarta	1.000 – 2.000
7	Malang	1.500 – 1.750
8	Surabaya	1.500 – 2.000

Berdasarkan Tabel 1, dengan asumsi kenaikan permintaan pasar sebesar 5 % pertahun, maka diperkirakan pada tahun 2020 kebutuhan minimum jamur tirambeberapa kota besar di Indonesia adalah 52.000 ton per tahun. Kebutuhan jamur tiram yang tinggi harus diimbangi dengan produksi jamur tiram yang baik. Apabila permintaan jamur tiram lebih besar dari pada produksinya maka akan terjadi kesenjangan. Terjadinya kesenjangan antara jumlah permintaan dan jumlah produksi disebabkan oleh produktivitas jamur yang kurang maksimal. Produksi jamur tiram yang kurang maksimal disebabkan karena sulitnya menciptakan lingkungan yang sesuai untuk kehidupan jamur tiram. Jamur tiram dapat tumbuh dengan baik pada kisaran temperatur 30 – 35 °C dan kelembaban 80 – 90 %. Jamur tiram umumnya dibudidayakan dalam kumbung jamur (rumah jamur). Kumbung jamur berfungsi sebagai pelindung jamur dari paparan sinar matahari secara langsung yang dapat merusak tubuh jamur. Selain itu kumbung jamur juga berfungsi untuk menjaga temperatur dan kelembaban lingkungan jamur tiram. Untuk menjaga temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur maka petani menyiramkan air dengan menggunakan *hand sprayer* secara manual pada pagi dan sore hari. Upaya penyiraman secara periodik oleh petani jamur secara manual merupakan hal yang kurang efisien karena dilakukan secara manual dan juga kurang efektif karena temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur bersifat fluktuatif. Hal tersebut memungkinkan terjadinya perubahan temperatur dan kelembaban yang tidak sesuai dengan kebutuhan jamur tiram sehingga akan mengganggu pertumbuhan. (Karsid, Dkk.2015)

Pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur secara tepat akan meningkatkan produktivitas jamur. Dengan perkembangan teknologi dibidang elektro maka pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur berpotensi dapat dilakukan secara otomatis. Penggunaan mikrokontroler yang tepat dalam sistem kendali sangat berpotensi untuk dapat dikaji dan diaplikasikan dalam pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur secara otomatis. Pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur secara otomatis.

Pengendalian suhu dan kelembaban pada kumbung jamur berbasis logika fuzzy menggunakan metode telemetri dapat mempermudah dan meningkatkan produksi jamur karena kondisi kumbung jamur diatur sesuai kondisi suhu dan kelembaban optimal jamur. Penggunaan logika fuzzy bertujuan agar terjadi pengontrolan yang lebih presisi karena pada saat ini kontrol suhu dan kelembaban yang tersedia dalam kontrol on/off sehingga pengontrolan hanya tersedia pada 2 fase

yaitu basah dan kering. Kontrol suhu dan kelembaban ini menggunakan metode telemetri agar dapat dilakukan monitoring dari luar kumbung sehingga petani dapat memantau kondisi suhu dan kelembaban kumbung jamur. Diharapkan dapat bermanfaat untuk petani dalam mengendalikan temperatur dan kelembaban secara optimal guna meningkatkan produktivitas jamur tiram sehingga pendapatan petani jamur dapat meningkat serta jamur tiram dapat dibudidayakan sepanjang tahun tanpa terkendali kondisi lingkungan yang berarti.

Telemetri adalah proses pengukuran parameter suatu obyek (benda, ruang, kondisi alam), yang hasil pengukurannya di kirimkan ke tempat lain melalui proses pengiriman data baik dengan menggunakan kabel maupun tanpa menggunakan kabel (wireless), selanjutnya data tersebut dapat dimanfaatkan langsung atau perlu dianalisa. *Hardware* telemetri menggunakan seperangkat alat komunikasi jarak jauh untuk mengirimkan data dan menerima data, yaitu RF Module Board 433 MHz. (Munarso dan Suryono.2014)

Arduino Uno merupakan *single-board mikrokontroler* yang dibuat untuk keperluan proyek elektronika multi disiplin agar lebih mudah diwujudkan". Desain dari *hardware* Arduino terdiri dari 8-bit Atmel AVR *microcontroller*, atau 32-bit Atmel ARM dimana desain tersebut bersifat terbuka (*open-source hardware*). Arduino uno *software* terdiri dari *compiler* bahasa pemrograman standar dan sebuah *boot loader* yang dieksekusi dalam *mikrokontroler*.

Board arduino uno merupakan sebuah minimum sistem yang terdiri dari *microcontroller* Atmel 8-bit AVR dan beberapa komponen pendukung untuk memfasilitasi pemrograman dan berhubungan dengan rangkaian lain. Secara *official* sebuah sistem Arduino menggunakan seri Atmel Atmega AVR, yang secara khusus adalah ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280, ATmega2560 dan *chip* tersebut dikelompokkan menjadi dua *frekuensi* kerja yaitu 8MHz pada tegangan kerja 3.3 Volt DC dan 16MHz pada tegangan kerja 5 Volt DC. (Arduinio, org.2017)

Sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban, yang memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. Sensor ini mencakup komponen pengukuran kelembaban resistif dan komponen pengukuran suhu *NTC* yang terhubung pada mikrokontroler 8 bit. (Hanif Izzatul Islam, Dkk.2016).

Logika Fuzzy dikembangkan oleh Lofti Zadeh pada tahun 1964. Dasar pemikirannya adalah tidak ada keadaan yang selalu "benar" dan "salah" atau "on" dan "off", tetapi ada bayangan diantara dua nilai ekstrem. Dengan

memperhatikan kenyataan ini, kita memerlukan penggeseran skala variabel yang dapat diukur sebagai sebagian dari “benar” dan sebagian dari “salah”. Derajat keanggotaan dalam suatu himpunan didasarkan pada skala 0 sampai dengan 1 dan menetapkan 1 sebagai keanggotaan lengkap dan 0 sebagai tak ada keanggotaan. (Timothy J. Ross, 1995)

Pengaturan sistem nonlinier yang mengandung sejumlah informasi padat memerlukan pengintegrasian sistem secara cepat dan dapat diterapkan dengan menggunakan logika fuzzy. Suatu keluaran dihitung berdasarkan nilai keanggotaan yang diberikan oleh masukan sesudah dikonfigurasi dalam himpunan fuzzy. Tiap kombinasi himpunan dikonfigurasi agar mempunyai suatu keluaran tertentu. Sistem pengaturan fuzzy menghitung keluaran berdasarkan jumlah bobot nilai keanggotaan dalam tiap himpunan. Informasi yang mengalir memerlukan sistem pengaturan fuzzy.

Humidifier adalah alat pelembab ruangan yang mengubah air menjadi uap. *Humidifier* ini bekerja dengan tegangan 5VDC, Alat ini menggunakan diafragma logam yang dapat bergetar pada frekuensi ultrasonik untuk menciptakan tetesan air yang keluar dari mesin *humidifier* dalam bentuk kabut dingin. Alat ini juga menggunakan *transduser piezoelektrik* untuk membuat osilasi mekanik frekuensi tinggi dalam bentuk air, dan membentuk kabut yang sangat halus dan dengan cepat menguap ke dalam aliran udara.

Berdasarkan latar belakang masalah maka perlu dilakukan penelitian dan perancangan sistem alat dengan judul “Rancang Bangun Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Kumbung Jamur Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Metode Telemetri” Sistem kontrol Logika Fuzzy yang diaplikasikan sebagai modul kontrol suhu dan kelembaban di dalam sistem yang menggunakan Matlab dan Arduino sebagai piranti data akuisisi untuk membaca sensor temperatur dan mengendalikan kipas dan *mistmaker*. Data yang didapat akan ditampilkan langsung ke laptop/LCD dengan *software* Matlab yang dapat menerima, menyimpan dan menampilkan *train* data temperatur berupa grafik/angka.

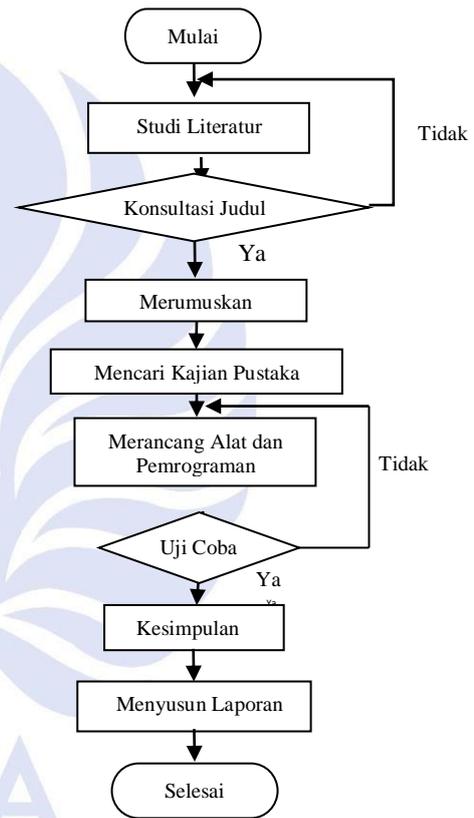
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Kuantitatif. Tujuan Penelitian ini adalah menggunakan dan mengembangkan model matematis, serta teori-teori. Proses pengukuran dalam metode ini berperan sentral pada penelitian kuantitatif karena hak ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif. (Tim Penulis. 2014)

Pada penelitian ini menggunakan software Arduino IDE dan Matlab 2014a untuk simulasi menjalankan sistem yang akan digunakan beserta rancang bangun plan yang akan menghasilkan respon temperature dan kelembaban didalam plan Kumbung jamur.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan waktu pelaksanaannya dilakukan pada semester ganjil 2017/2018.

Tahapan pelaksanaan penelitian melalui beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1. Berikut tahapan pelaksanaan penelitian yang digambarkan dalam diagram alir, sebagai berikut.

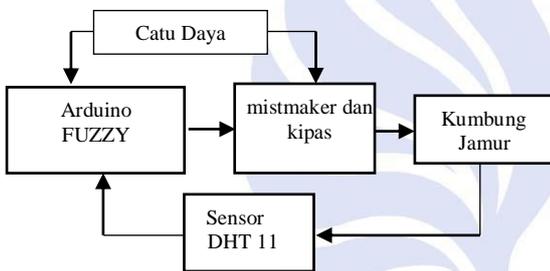


Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian (Sumber: Data Primer,2017)

Dari rancangan penelitian yang sudah dibuat sebelumnya, maka prosedur untuk masing-masing tahapan adalah sebagai berikut : 1) Studi Literatur, studi literatur dilaksanakan dengan mempelajari beberapa jurnal dan *text book* tentang kontrol suhu dan kelembaban pa kumbung jamur, serta bahan refensi lain yang terkait dengan penelitian ini, 2) Perancangan alat ini terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan dan pembuatan perangkat keras serta pembuatan perangkat lunak. Perancangan alat ini dilakukan bertahap untuk mempermudah dalam hal menganalisis data, 3) Pengujian dilakukan terhadap

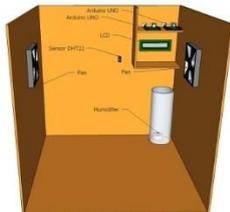
sistem yang telah dirancang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian tersebut dilakukan beberapa tahap, yaitu pengujian untuk mendapatkan sinyal keluaran kontroller Logika Fuzzy pada *plant* yang telah diberi gangguan selama masa penanaman jamur, 4) Hasil percobaan yang telah diujikan kemudian diimplementasikan pada kumbung jamur. Data-data dari hasil implementasi dianalisis dan dilaporkan. Analisis ini juga akan membandingkan antara hasil implementasi dengan teori yang dipelajari. Melalui analisis tersebut dapat diambil suatu kesimpulan serta rekomendasi terhadap penelitian yang dilakukan.

Langkah pertama adalah pembuatan sistem pengendalian terdiri dari beberapa komponen. Hubungan antara komponen ini dinyatakan dalam bentuk blok diagram. Diagram blok system merupakan representasi dari fungsi dari komponen didalam sistem pengendalian dan hubungannya antara satu komponen dengan komponen yang lain. Berikut diagram blok kontroller Logika Fuzzy pada Kumbung Jamur:

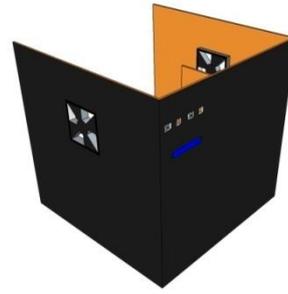


Gambar 2. Blok diagram Kontrol Logika
(Sumber : Data Primer, 2017)

Langkah kedua adalah perancangan mekanik merupakan perancangan yang dilakukan untuk pembuatan peralatan yang mendukung perancangan sistem alat. Dalam pembuatan mekanik alat diperlukan perancangan yang sesuai sehingga nantinya dapat diterapkan dan diaplikasikan pada keadaan nyata. Gambar 3 dan 4 berikut adalah gambar rancangan kumbung jamur.



Gambar 3 Rancangan Alat
(sumber:data primer)



Gambar 4 Rancangan Alat
(sumber:data primer)

Dalam gambar 3 dan 4 di atas kerangka kumbung jamur terbuat dari kayu dengan ukuran 50cm x 50cm x 50cm. Di dalamnya terdapat penyangga yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan bibit jamur tiram. Kumbung jamur yang dibuat dilapisi plastik agar menjadi kedap udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Blok Catu Daya

Catu Daya (*Power Supply*) pada sistem ini memiliki peranan penting sebagai sumber tegangan DC pada sistem. Berdasarkan alat pengukuran *input Power Supply* sebesar 224,6 Volt AC. Untuk tegangan *output* 1 yang terukur yaitu 9,06 Volt sebagai sumber Arduino, sedangkan tegangan *output* 2 yang terukur sebesar 12,20 Volt sebagai sumber kipas DC.

Tabel 2 Hasil Pengujian Catu Daya.
(Sumber: Data Primer, 2017)

No.	Yang diukur	Hasil Pengukuran Multimeter (Volt)
1.	<i>Input</i> Catu Daya	224,6
2.	<i>Output</i> 1 Catu Daya	24,00
3.	<i>Output</i> 2 Catu Daya	12,20

2. Blok Sensor DHT 11

Sensor DHT 11 adalah sebuah sensor yang sudah terkalibrasi dengan tingkat akurasi untuk temperatur ± 2 °C dan kelembaban ± 5 % RH. Pada penelitian Skripsi ini membandingkan data pembacaan temperatur DHT 11 dengan instrumentasi temperatur lain yang memiliki tingkat akurasi temperatur ± 3 % dengan resolusi 1°C yaitu *Clamp Meter* dan *Digital Thermometer* dengan akurasi ± 1 °C. Pengujian dengan membandingkan pembacaan sensor temperatur jenis lain bertujuan untuk melihat tingkat akurasi pada sensor DHT11.

Perbandingan antara ketiga instrumentasi tersebut menghasilkan pembacaan nilai temperatur yang berbeda-

beda. Selisih pembacaan nilai rata-rata dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor DHT 11 dan Clamp Meter
(Sumber: Data Primer, 2017)

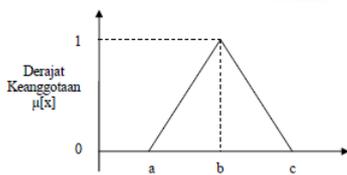
No	Waktu	Sensor DHT 11		Clamp Meter	Selisih
		°C	%RH	°C	
1.	Pagi (07.00-08.00)	22	61	24	2
2.	Siang(13.00-14.00)	24	54	26	2
3.	Malam(22.00-23.00)	21	62	22	1
Rata-rata					1.7

Tabel 4 Hasil Pengujian Sensor DHT 11 dan Clamp Meter
(Sumber: Data Primer, 2017)

No.	Waktu	Sensor DHT 11		Digital Thermo meter	Selisih
		°C	%RH	°C	
1.	Pagi (07.00-08.00)	22	61	25.3	3.3
2.	Siang(13.00-14.00)	24	54	27.9	3.9
3.	Malam(22.00-23.00)	21	62	24.7	3.7
Rata-rata					3.6

3. Fuzzy

Pada proses ini ditentukan fungsi keanggotaan atau *membership function* dari masing-masing variabel input dan variabel output. Dalam penelitian ini penulis membuat tiga kali proses untuk mengetahui akurasi dari tiap fitur yang akan dijadikan variabel input, atau sebagai fungsi keanggotaan, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1) untuk mencari nilai derajat keanggotaan ($\mu[x]$).



Gambar 4.2 : Fungsi Keanggotaan Segitiga
(Sumber: Saiful Arifin, 2015)

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan :

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan

a = nilai domain yang terkecil, serta nilai derajat keanggotaan nol.

b = nilai domain yang mempunyai nilai derajat keanggotaan satu.

c = nilai domain terbesar yang mempunyai nilai derajat keanggotaan nol.

x = nilai input yang akan diproses dalam bilangan *fuzzy*.

4. Blok Transmitter Receiver

Transmitter dan receiver pada sistem ini menggunakan RF Module Board 433 MHz ada 2 papan yaitu terdiri dari *transmitter* sebagai pihak pengirim data dan *receiver* sebagai pihak penerima data yang dikirimkan dari *transmitter*. Modul ini bekerja pada frekuensi 433.92 MHz dengan kecepatan transmisi data 4KB/S.

Pengujian pada blok ini dengan cara mengirim data dan dilakukan pengujian jarak maksimal data dapat terkirim oleh modul RF 433. Dengan pemberian halangan maksimal 2 halangan.

Tabel 5 Pengujian Transmitter Receiver
(Sumber: Data Primer, 2017)

Jarak (m)	Tanpa Halangan	Ada Halangan
	Data Diterima	Data Diterima
10	YA	YA
20	YA	YA

5. Pengambilan Data Suhu Dan Kelembaban Dengan Kontrol Fuzzy

Data suhu dan kelembaban diambil pada kumbung jamur dengan menyalak kipas dan mistmaker sebagai aktuator pada kumbung jamur dengan logika fuzzy. Data diambil dalam kurun 10 jam antara pukul 09.00-19.00 selama 5 hari.

Tabel 6 data suhu dan kelembaban hari ke-1
(Sumber: Data Primer, 2017)

Dengan Kontroller		
Jam	Suhu (°c)	Kelembaban (%)
09.00	34	84
10.00	32	85
11.00	33	86
12.00	33	86
13.00	32	84
14.00	31	84
15.00	32	85
16.00	33	86
17.00	31	85
18.00	32	85
19.00	31	85

Tabel 7 data suhu dan kelembaban hari ke-2
(Sumber: Data Primer, 2017)

Dengan Kontroller		
Jam	Suhu (°c)	Kelembaban (%)
09.00	34	84
10.00	32	85
11.00	33	86
12.00	33	85
13.00	32	85
14.00	33	84
15.00	32	86
16.00	31	86
17.00	31	85
18.00	32	85
19.00	31	85

Tabel 8 data suhu dan kelembaban hari ke-3
(Sumber: Data Primer, 2017)

Dengan Kontroller		
Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
09.00	34	84
10.00	32	85
11.00	32	85
12.00	33	85
13.00	32	85
14.00	31	84
15.00	31	85
16.00	31	86
17.00	31	85
18.00	32	85
19.00	30	87

Tabel 9 data suhu dan kelembaban hari ke-4
(Sumber: Data Primer, 2017)

Dengan Kontroller		
Jam	Suhu (°c)	Kelembaban (%)
09.00	34	84
10.00	32	85
11.00	33	86
12.00	33	86
13.00	32	85
14.00	33	84
15.00	31	84
16.00	32	86
17.00	31	85
18.00	32	85
19.00	31	85

Tabel 10 data suhu dan kelembaban hari ke-5
(Sumber: Data Primer, 2017)

Dengan Kontroller		
Jam	Suhu (°c)	Kelembaban (%)
09.00	34	84
10.00	32	85
11.00	33	86
12.00	33	84

Lanjutan tabel 9

Jam	Suhu (°c)	Kelembaban (%)
13.00	32	85
14.00	31	84
15.00	31	85
16.00	32	86
17.00	32	86
18.00	32	85
19.00	31	85

6. Pengujian Error Sistem

Tabel 11 Tolak ukur keberhasilan
(Sumber: Data Primer, 2017)

Suhu (°C)	Jurnal Referensi Kelembaban (%)	Data primer Kelembaban (%)	Selisih kelembaban
30	86	85	1
31	86	84	2
32	85	84	1
33	85	83	2

Pengujian error sistem dilakukan dengan cara mencari data pembanding dari sistem yang sama dengan kontrol yang berbeda kemudian dicari selisih dan dihitung persentase error dari alat tersebut dengan rumus

$$\text{Persentase error} = \frac{\sum \text{selisih data}}{\text{nilai data primer}} \times 100\% \quad (2)$$

Selisih data diambil dari nilai data alat dikurangi nilai data pembanding, kemudian dibagi dengan banyak data yang diambil.

Sesuai data pada tabel 11 dimasukkan pada persamaan (2) :

$$\frac{1}{85} \times 100\% = 1,09\%$$

$$\frac{2}{84} \times 100\% = 2,22\%$$

$$\frac{1}{84} \times 100\% = 1,12\%$$

$$\frac{2}{88} \times 100\% = 2,38\%$$

Dari persamaan tersebut didapat hasil persentase error rata-rata dengan rumus

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\sum \text{error}}{\text{banyak data}} \quad (3)$$

Sesuai data error dimasukkan pada persamaan (3):

$$\frac{1,09 + 2,22 + 1,12 + 2,38}{4} = 1,7\%$$

Dari persamaan (2) didapatkan persentase error sebesar 1,7%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka didapatkan simpulan sebagai berikut: 1) Sistem Monitoring dan Pengontrolan suhu dan kelembaban pada kumbung jamur untuk kontroler Fuzzy berhasil dibuat terintegrasi secara

otomatis dengan metode PWM pada kipas dan mistmaker , 2) Pada pengujian kumbung dengan kontrol *Fuzzy*, dilakukan perbandingan dengan mencari data pembanding dari alat yang sama dengan kontrol yang berbeda untuk mencari nilai persentase error alat. Nilai persentase error alat kumbung dengan kontrol *Fuzzy* adalah 1,7%, 3) Pada kumbung Jamur dengan kontrol *Fuzzy* mampu menstabilkan suhu dan kelembaban kumbung jamur sesuai dengan kondisi optimal yang dibutuhkan, dengan batas suhu dari 30°C sampai 34°C dan batas kelembaban dari 84% sampai 87% yang berhasil dicapai oleh system, 4) Pada pengujian pengiriman data melalui telemetri, data yang terkirim dengan pengujian tanpa penghalang dan dengan penghalang dapat dikirim dan diterima dengan baik. Pengambilan data diambil pada jarak 10 meter, dan jarak maksimal data terkirim dengan baik 20 meter.

Saran

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya: 1) Menggunakan sensor yang lebih akurat dan presisi sepertitipe SHT 11, 2) Menerapkan penggunaan UPS sebagai *backup* daya listrik apabila listrik PLN padam, 3) Menerapkan sistem monitoring secara online atau Internet Of Thing (IoT), 4) *Plant* pengontrolan temperature dan kelembaban masih dapat dikembangkan dengan mengubah kontroler jenis kontrol adaptif dan jaringan saraf tiruan (JST) agar dapat mengurangi nilai *error steady state*.

DAFTAR PUSTAKA

Arduinio, org.2017.*Arduino Uno Data Sheet*.Copyright 2017.Arduino,co Ltd.All Right Reserved.

Indri, Cyrilla dan Catur Iswahyudi.2013.*Kumbung Otomatis untuk Budidaya Jamur pada Industri Rumah Tangga*. Yogyakarta:AKPRIND.

Islam, Hanif Izzatul, Dkk.2016.*Sistem Kendali Suhu dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangan Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Sensor DHT 22 dan Passive Infrared (PIR)*:Bogor.IPB.

Karsid, Dkk.2015.*Aplikasi Kontrol Otomatis Suhu dan Kelembaban untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Jamur Merang*.Indramayu:Politeknik Negeri Indramayu.

Munarso dan Suryono.2014.*Sistem Telemetri Pemantauan Suhu Lingkungan Menggunakan Mikrokontroler dan Jaringan Wifi*.Youngster Physics Journal.Vol.3, No.3, Hal 249 – 256.

Ross, Timothy J. 1995. *Fuzzy Logic with Engineering Application*.New York : Mc Graw-Hill.

Suharjo, E.2015.*Budidaya Jamur Media Tanam Kardus*.Jakarta:AgroMediaPustaka.

Sunarsa, I Made, Dkk.2010. *Rancang Bangun Sistem Kontrol pada Prototype Kumbung untuk Budidaya Jamur Merang Putih*.Surabaya:STIKOM

Tim Penulis. 2014.*Buku Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.