

**SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BUDIDAYA JAMUR TIRAM
DENGAN METODE LOGIKA FUZZY MAMDANI BERBASIS INTERNET OF THINGS
(Studi Kasus: Kumbung Jamur Tiram Tanjungpinang)**

Yhona Dewanata ¹, Martaleli Bettiza ², Tonny Suhendra ³
Yhonadewanata@gmail.com

Program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

Oyster mushroom is a food ingredient that has many benefits in various fields of life. Besides being able to be consumed and have many benefits for the body, oyster mushrooms can also be used for business opportunities, namely the cultivation of oyster mushrooms. Temperature and humidity are something that must be considered in oyster mushroom cultivation. Temperature and humidity play an important role for optimal and perfect fungal growth. This research was conducted with the aim of making it easier for oyster mushroom cultivation farmers to maintain the stability of the temperature and humidity of the mushrooms in order to grow optimally by making a temperature and humidity sensor using DHT11 and Arduino uno as control devices. In this study, a monitoring system for oyster mushroom cultivation was developed using the Mamdani fuzzy logic method. The test results prove that this temperature control system can inform farmers through a website application of the stability of the temperature and humidity of the oyster mushroom house with a temperature of 29°C, and the humidity of the air is 80%. In addition, there is an LED as an indicator in the NodeMCU hardware which is used as a reference for temperature and humidity in the mushroom house.

Keywords: Temperature, Humidity, Mushroom, Fuzzy, Mamdani

I. Pendahuluan

Ada banyak manfaat jamur tiram dari berbagai segi, seperti segi kesehatan, ekonomi, bahkan peluang usaha. Dilihat dari segi kesehatan, jamur tiram memiliki gizi yang mencukupi untuk keperluan tubuh manusia seperti kalsium, karbohidrat, lemak, niacin, thiamin dan riboflavin. Kandungan yang terdapat didalam jamur juga memiliki protein yang tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan yang bersifat nabati lainnya. Selain itu, jamur tiram juga dapat dimanfaatkan sebagai peluang usaha berupa makanan olahan yang bernilai ekonomis atau dijual dalam bentuk segar. Dalam pembudidayaan jamur, kelembapan kumbung jamur dan tingkat suhu menjadi permasalahan yang dapat mempengaruhi hasil panen jamur. Tidak semua daerah dapat membuat jamur tumbuh dengan optimal dan sempurna. IOT merupakan salah satu perkembangan teknologi yang membantu manusia dapat berinteraksi, mengelola dan mengoptimalkan segala peralatan elektronik menggunakan internet. Logika fuzzy banyak digunakan dalam sistem pengendalian karena bersifat fleksibel dan mampu beradaptasi dengan segala perubahan dan ketidakpastian suatu masalah. Penelitian ini juga menggunakan perangkat NodeMCU sebagai sistem pengendali tingkat suhu dan kelembapan dari jarak jauh menggunakan internet, dan nantinya sistem ini dapat diakses melalui website. Dengan

memanfaatkan teknologi IOT, petani tidak perlu manual memeriksa tingkat suhu dan kelembapan kumbung jamur tiram secara langsung melainkan hanya perlu memantau dari jarak jauh dimana saja dan kapanpun dengan memanfaatkan internet.

II. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Dalam membangun sistem ini, peneliti menggunakan model jenis waterfall. Dimana waterfall memiliki tahapan yang dimulai dengan analisis kebutuhan, perancangan sistem perangkat, pengkodean, testing, implementasi dan perawatan

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

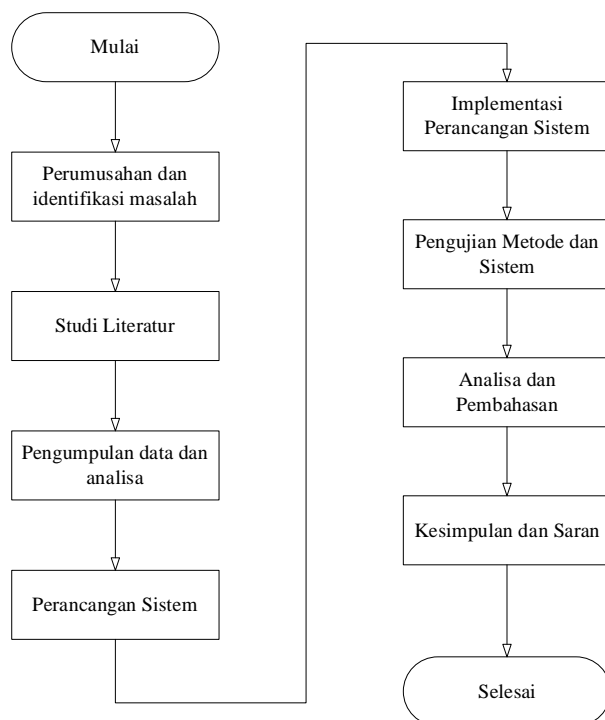
waktu penelitian yang direncanakan oleh penulis selama 4 bulan, 10 maret 2020 s/d 10 juni 2020 dan tempat penelitiannya dilakukan dikumbung jamur kediaman bapak febri haryanto jalan pantai impian kel. kampung baru kec. bukit bestari kota tanjungpinang.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah data suhu, kelembapan dan waktu. Pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan data – data dan informasi yang diperlukan dalam pembuatan sistem aplikasi IOT jamur tiram. Pengumpulan penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data studi literatur dan telaah dokumen.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambarkan pada Gambar penjelasan serangkaian kegiatan yang dilakukan peneliti secara tersusun dan sistematis dalam mencapai tujuan penelitian.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dengan merumuskan dan mengidentifikasi masalah yang ada. Setelah permasalahan dipahami dengan jelas, maka dilanjutkan dengan melakukan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang ingin diselesaikan. Setelah mendapat sumber literasi yang kuat, maka dapat dilakukan pengumpulan data dan Analisa. Setelah data terkumpul dan dianalisa, maka dilakukan perancangan sistem. Setelah sistem dirancang, maka dilanjutkan dengan implementasi perancangan sistem. Setelah metode dan sistem diuji, maka dilanjutkan dengan analisa dan pembahasan. Setelah Analisa dan pembahasan sistem dilakukan, maka didapatkan kesimpulan dan saran yang membangun pada pengujian tersebut.

2.5 Kebutuhan Sistem

Dalam penelitian ini, peneliti memerlukan perangkat atau alat yang digunakan sebagai bahan penelitian. Kebutuhan tersebut meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

2.5.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam penelitian ini peneliti memerlukan perangkat keras (*hardware*) sebagai kebutuhan dalam membuat aplikasi implementasi suhu dan kelembapan jamur tiram. Alat yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Laptop Asus X455L
1. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266
2. Adapter Power
3. Sensor DHT11
4. Casing Mikokontroler
5. Kabel USB
6. Breadboard
7. Kabel Jumper
8. Lampu LED

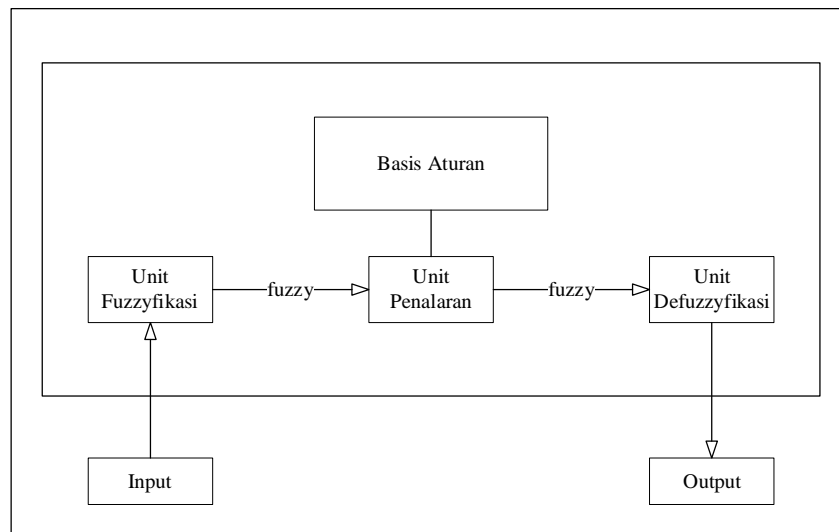
2.5.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini penelnti juga memerlukan perangkat lunak (*software*) sebagai kebutuhan dalam membuat aplikasi suhu dan kelembapan jamur tiram. perangkat yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Arduino IDE
2. Visual Studio Code
3. Webservice
4. Database MySql
5. *Webservice Thingspeak*
6. Hosting
7. *Web browser*

2.6 Desain Diagram Block Proses Inferensi Fuzzy Sistem

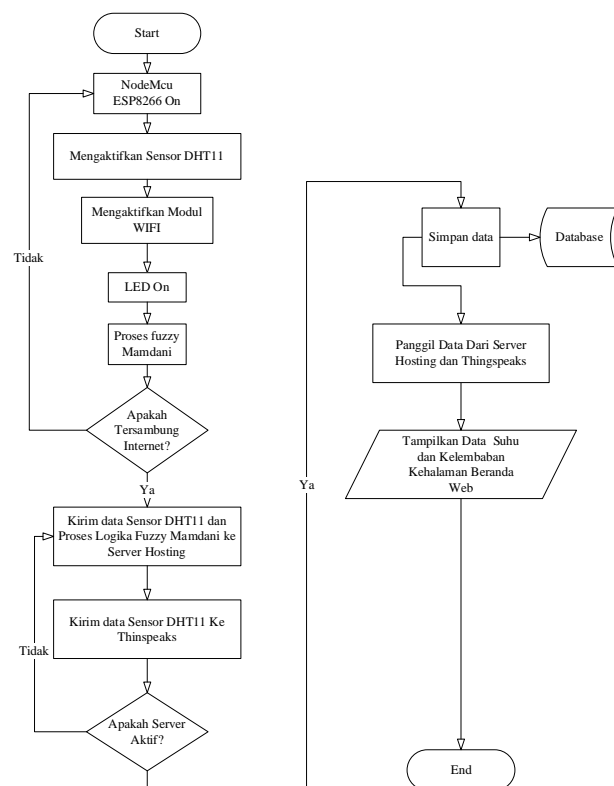
Proses Inferensi berdasarkan logika *fuzzy* digambarkan pada gambar desain diagram block proses inferensi *fuzzy* sistem, dimana dari Gambar berikut menjelaskan langkah-langkah proses *fuzzy* yang terjadi dalam sistem



Gambar 2 Diagram Block Proses Fuzzy Sistem

2.7 Flowchart Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Jamur Tiram berbasis *Internet of Things*

Tahapan yang ada pada sistem monitoring suhu dan kelembapan jamur tiram berbasis *internet of things* yang digambarkan dalam bentuk flowchart sistem.

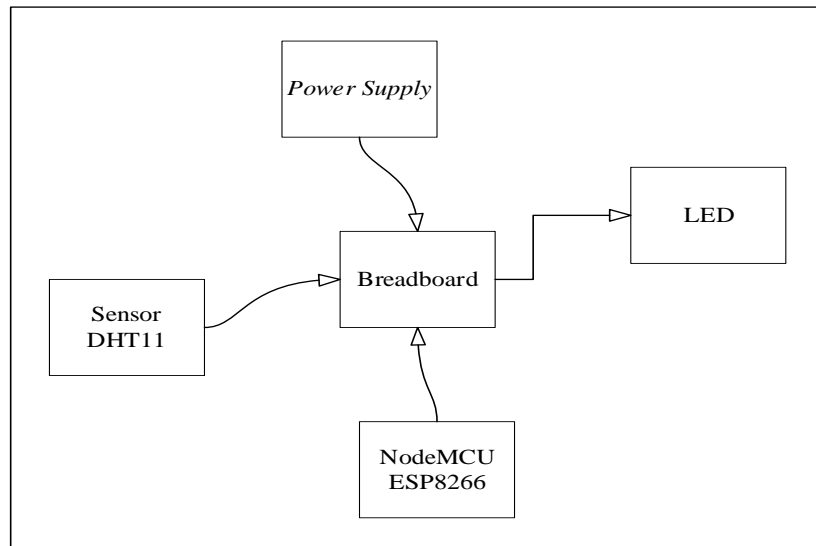


Gambar Error! No text of specified style in document.. Flowchart sistem suhu dan kelembapan jamur tiram berbasis *internet of things*

Dari Gambar Error! No text of specified style in document. flowchart diatas dapat kita gambarkan bagaimana proses kerja dari sistem monitoring suhu dan kelembapan jamur tiram berbasis *internet of things* dimana langkah awal yang terjadi adalah NodeMCU menyala, dengan menyalnya nodeMCU akan mengaktifkan wifi, sensor DHT11 dan lampu LED. Pada perangkat keras ini akan melakukan proses logika fuzzy mamdani. Selanjutnya modul wifi akan mengecek apakah internet aktif/tidak. Setelah itu data hasil defuzzyfikasi, data suhu dan kelembapan akan di kirim ke server dan di simpan di database. Ketika data sudah di simpan didalam database maka selanjutnya akan ada proses pemanggilan data berguna untuk menampilkan data sensor DHT11 dan proses *fuzzy* kehalaman *website*.

2.8 Perancangan Perangkat Keras

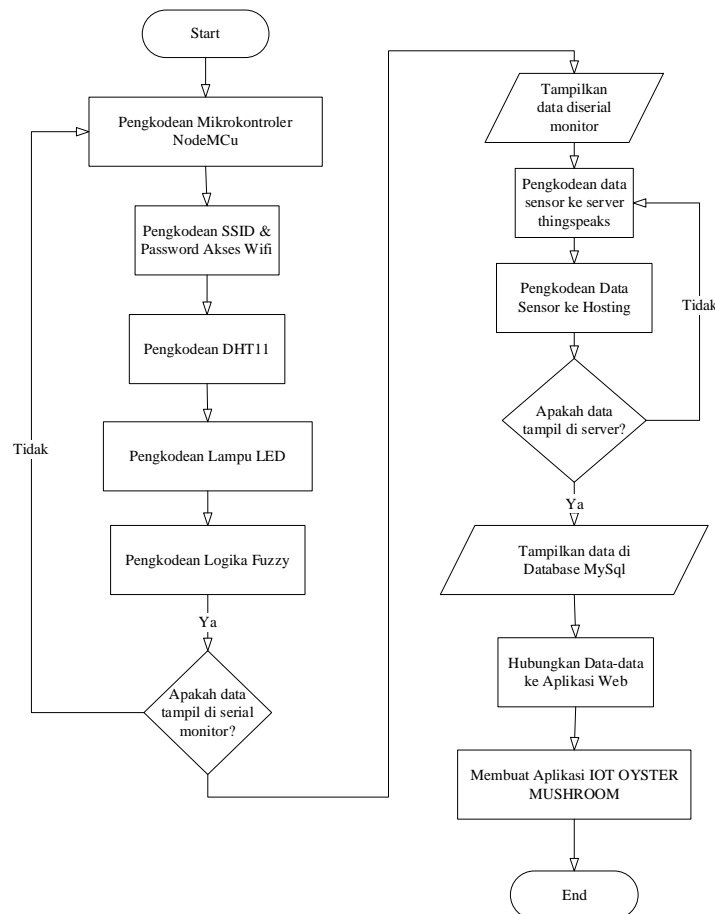
Perancangan perangkat keras meliputi Power Supply, NodeMCU, Modul DHT11 dan lampu LED. NodeMCU disini berfungsi sebagai client dan pada saat awal diaktifkan akan mencari koneksi jaringan melalui Wifi router. NodeMCU akan membaca suhu dan kelembapan yang dikirim dari modul DHT11 yang akan menentukan apakah LED menyala atau tidak menyala terang, normal dan redup. Selanjutnya hasil yang keluar dari pembacaan smodul DHT11 akau dikirim NodeMCU ke server. Rangkaian perangkat keras menggunakan NodeMCU di tunjukkan pada gambar block diagram berikut



Gambar 4. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

2.9 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak penulis membuat gambaran melalui *flowchart* perancangan perangkat lunak aplikasi implementasi suhu dan kelembapan budidaya jamur tiram dengan metode logika *fuzzy* mamdani berbasis *internet of thing* pada gambar 3.18 hal 49 berikut



Gambar 5. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak diawali dengan pengkodean menggunakan *software text* editor Arduino IDE pada mikrokontroler NodeMCU untuk pengaturan awal, pengkodean SSID dan password untuk nantikan hardware yang dirangkai bisa terhubung dengan jaringan internet. Selanjutnya pengkodean sensor DHT11, pengkodean lampu LED, pengkodean proses logika *fuzzy* mamdani pada NodeMCU dan menguji pada serial monitor Arduino IDE untuk melihat hasilnya. Setelah itu pengkodean hasil dari data yang muncul dikirim secara realtime menggunakan server *thingspeak* dan server hosting. Data yang ditangkap oleh server selanjutnya disimpan di database untuk nantinya akan diolah dan ditampilkan data berformat json ke web browser. Selanjutnya pengkodean untuk menampilkan data suhu, kelembapan dan proses logika *fuzzy* ke aplikasi web, aplikasi dibuat menggunakan *software* Visual Studio Code dengan bahasa pemrograman nodejs atau javascript.

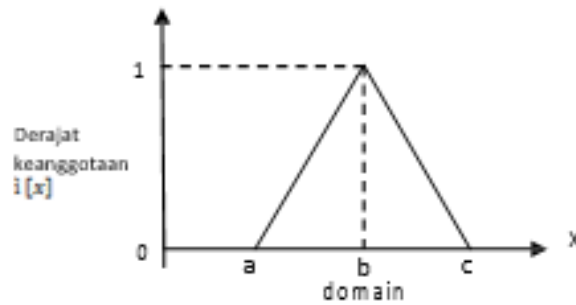
2.10 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses pengubahan nilai data dari sensor (nilai input) kedalam bentuk himpunan *fuzzy* yang digolongkan pada fungsi keanggotaan yang ada. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaan (derajat keanggotaan) yang memiliki interval dari 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi.

2.10.1 Fungsi Segitiga

Fungsi ini memiliki satu nilai x yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika $x=b$. Tetapi nilai-nilai disekitar b memiliki derajat keanggotaan yang turun.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c); c \leq x \leq d \end{cases} \quad (3.1)$$

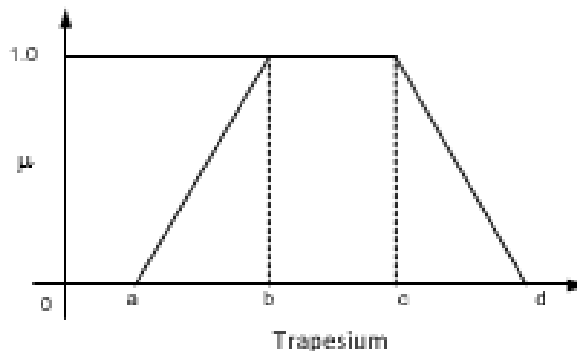


Gambar 6. Fungsi keanggotaan segitiga

2.10.2 Fungsi Trapezium

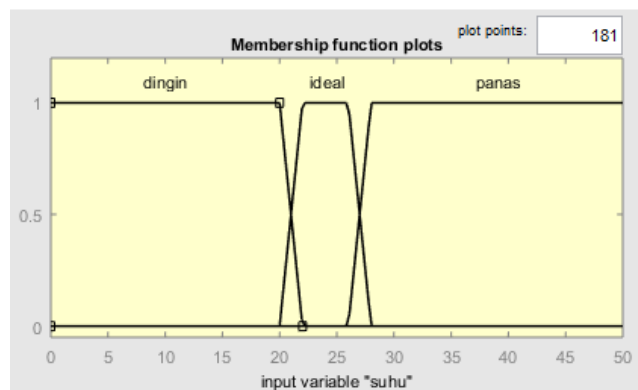
Fungsi ini terdapat beberapa nilai x yang memiliki derajat keanggotaan yang sama dengan 1, yaitu ketika $b \leq x \leq c$. Tetapi, derajat keanggotaan untuk $a \leq x \leq b$ dan $c \leq x \leq d$ memiliki karakteristik yang sama dengan fungsi segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; a < x < b, b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c); c \leq x \leq d \end{cases} \quad (3.2)$$



Gambar 7. Fungsi keanggotaan trapezium

a. Suhu



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Suhu

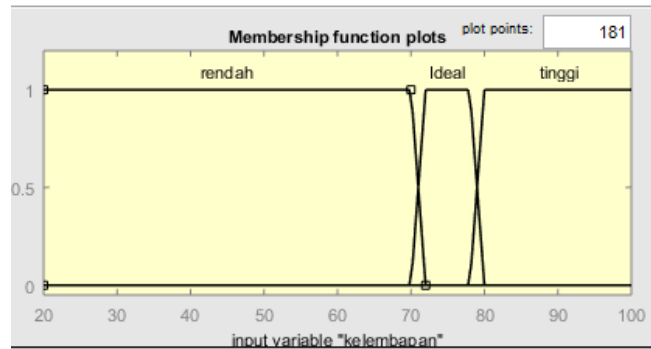
Gambar menampilkan fungsi keanggotaan input keadaan suhu pada kumbung jamur yang dikategorikan menjadi dingin, ideal dan panas. Dimana semesta pembicaraan pada model variable

suhu ruangan adalah 0° hingga 50°. Nilai dari setiap fungsi keanggotaan suhu dituliskan pada tabel berikut:

Tabel 1. Nilai Fungsi Keanggotaan Suhu

Fungsi Keanggotaan Suhu	Nilai Fungsi keanggotaan
Dingin	0,0,20,22
Ideal	20,22,26,28
Panas	26,28,50,50

b. Kelembapan



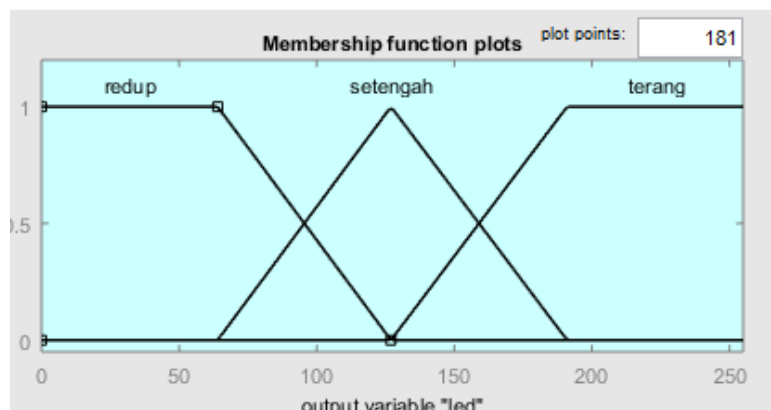
Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Kelembapan

Gambar menampilkan fungsi keanggotaan input keadaan kelembapan pada kumbung jamur yang dikategorikan menjadi rendah, ideal dan tinggi. Pada fungsi keanggotaan kelembapan memiliki nilai yang cenderung tinggi dikarenakan kebutuhan kelembapan pada kumbung jamur harus tinggi nilai kelembapannya. Dimana semesta pembicaraan pada model variable kelembapan ruangan adalah 20% hingga 100% Nilai dari setiap fungsi keanggotaan suhu dituliskan pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai Fungsi Keanggotaan Kelembapan

Fungsi Keanggotaan Kelembapan	Nilai Fungsi keanggotaan
Rendah	0,0,20,22
Ideal	20,22,26,28
Tinggi	26,28,50,50

c. LED



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan LED

Sedangkan Gambar fungsi keanggotaan PWM pada lampu LED adalah variable output yang dikategorikan menjadi redup, setengah dan terang. Nilai dari setiap fungsi keanggotaan suhu dituliskan pada tabel berikut:

Tabel Error! No text of specified style in document.. Nilai fungsi keanggotaan LED

Fungsi Keanggotaan PWM LED	Nilai Fungsi keanggotaan
Rendah	0, 0, 64, 127
Ideal	64, 127, 127, 191
Tinggi	127, 191, 255, 255

2.11 Basis Aturan

Basis aturan atau *rule base* merupakan proses untuk mengevaluasi derajat keanggotaan di setiap fungsi keanggotaan input ke dalam basis aturan yang telah ditetapkan. Pada bagian ini akan dibuat aturan-aturan dari input fuzzy dalam menentukan nilai output yang akan dikeluarkan oleh sistem pengendali. Basis aturan yang digunakan untuk pengendalian LED sebagai indikator ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. Basis Aturan

No	Aturan-Aturan
R1	Jika suhu panas dan kelembapan kering maka led terang
R2	Jika suhu panas dan kelembapan ideal maka led terang
R3	Jika suhu panas dan kelembapan tinggi maka led terang
R4	Jika suhu ideal dan kelembapan rendah maka led setengah
R5	Jika suhu ideal dan kelembapan ideal maka led setengah
R6	Jika suhu ideal dan kelembapan tinggi maka led redup
R7	Jika suhu dingin dan kelembapan rendah maka led setengah
R8	Jika suhu dingin dan kelembapan ideal maka led terang
R9	Jika suhu dingin dan kelembapan tinggi maka led terang

2.12 Fuzzy Inferensi Sistem

Fuzzy inferensi sistem adalah sistem yang dapat menevaluasi semua rule secara silmultan untuk menghasilkan kesimpulan dan urutan aturan. Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min, menggunakan MIN pada fungsi implikasi, dan MAX pada komposisi antar fungsi implikasi. Memetakan sebuah ruang input kedalam ruang output dengan menggunakan IF-THEN aturan

2.13 Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi *MIN*, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai output. Fungsi implikasi dikondisikan berdasarkan aturan-aturan yang sesuai.

2.14 Komposisi Aturan

Komposisi aturan menggunakan *MAX*, komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga didapat daerah solusi *fuzzy*.

2.15 Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan tahap terakhir dari inferensi fuzzy, yaitu mengubah keluran himpunan fuzzy menjadi keluaran nilai tegas. Defuzzifikasi melakukan pengabungan dari beberapa nilai linguistik yang didapatkan. Kemudian menggunakan aturan metode mandani yaitu metode *centroid*. Dengan menentukan nilai min dan max fungsi keanggotaan, menentukan batas atas dan bawah dan menghitungnya. Seperti yang ditunjukkan dalam persamaan berikut.

$$z = \frac{\int z\mu(z)dz}{\int \mu(z)dz} \quad (3.3)$$

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Data dari NodeMCU ke server

Pengujian dilakukan dengan mengirim data dari NodeMCU meliputi data dari sensor suhu dan kelembapan DHT11, kondisi lampu LED bergantung pada sensor DHT11. Data dari sensor DHT11 berhasil disimpan kedalam tabel database yang ditunjukkan pada gambar 4.1

id	sensor	humidity	temperature	fuzzy_humi	fuzzy_tamp	fuzzy_logic	reading_time
42636	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:41:01
42635	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:40:24
42634	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:39:47
42633	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:39:11
42632	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:38:34
42631	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:37:58
42630	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:37:21
42629	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:36:45
42628	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:36:08
42627	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:35:31
42626	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:34:55
42625	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:34:18
42624	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:33:42
42623	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:33:05
42622	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:32:28
42621	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:31:52
42620	DHT11	97.00	27.70	97.00	27.70	205	2021-07-08 03:31:15
42619	DHT11	97.00	27.80	97.00	27.80	205	2021-07-08 03:30:39
42618	DHT11	97.00	27.80	97.00	27.80	205	2021-07-08 03:30:02

Gambar 11. Database Pengujian Data dari NodeMCU ke server

Pada gambar 11 dapat dilihat status dari kondisi sensor DHT11 yang berubah ketika mendeteksi perubahan suhu pada kumbung jamur. Pengiriman data dikirim dengan *delay* waktu 30detik untuk satu kali data masuk. Untuk kondisi LED tidak dikirim ke database namun LED akan menyesuaikan kondisi normal, terang, redup ketika kondisi ruangan kumbung jamur dalam keadaan tidak normal.

3.2 Pengujian kumbung jamur tiram

Pengujian kumbung jamur tiram dilakukan dengan cara menganalisa data yang diperoleh. Hasil dari pengamatan yang sudah dilakukan dalam 1 hari bisa dilihat bahwa kondisi kumbung jamur berada dikondisi suhu dan kelembapan yang tidak ideal, akan tetapi hasil rata-rata suhu dan kelembapan nya sudah hampir mendekati angka ideal yaitu suhu 29.5° dan kelembapan 77.8%. Dari hasil pengujian yang dilakukan selama 1 hari diambil beberapa data yang seperti pada tabel 4.2

Tabel 5. Data Pengujian Kumbung Jamur

NO	Waktu	Kelembapan	Suhu	LED
1	6/30/2021 17:00	71	30	Terang
2	6/30/2021 18:00	72	30	Terang
3	6/30/2021 19:00	77	30	Terang
4	6/30/2021 20:00	79	30	Terang
5	6/30/2021 21:00	79	29	Terang

6	6/30/2021 22:00	80	29	Terang
7	6/30/2021 23:00	84	29	Terang
8	6/30/2021 0:00	84	29	Terang
9	7/1/2021 1:00	84	29	Terang
10	7/1/2021 2:00	83	29	Terang
11	7/1/2021 3:00	83	28	Terang
12	7/1/2021 4:00	82	28	Terang
13	7/1/2021 5:00	84	28	Terang
14	7/1/2021 6:00	89	28	Terang
15	7/1/2021 7:00	94	28	Terang
16	7/1/2021 8:00	80	29	Terang
17	7/1/2021 9:00	71	30	Terang
18	7/1/2021 10:00	70	30	Terang
19	7/1/2021 11:00	69	31	Terang
20	7/1/2021 12:00	61	31	Terang
21	7/1/2021 13:00	62	32	Terang
22	7/1/2021 14:00	66	31	Terang
23	7/1/2021 15:00	80	30	Terang
24	7/1/2021 16:00	84	30	Terang
Rata-rata suhu & Kelembapan		78	29.5	Terang

3.3 Hasil Pembahasan

Penelitian ini menggunakan perangkat berbasis Internet of Things untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembapan ruangan kumbung jamur tiram. Sistem bekerja dengan cara membaca hasil sensor dari perangkat keras dan menampilkan kehalaman web secara realtime. Pada aplikasi tidak ada sistem mengontrol suhu dan kelembapan kumbung jamur karena tidak ada pengendalian perangkat keras dari aplikasi web seperti mematikan alat, menghidupkan lampu, mengatur tingkat suhu dan mengatur tingkat kelembapan. Pengguna hanya memantau data yang diterima tidak bisa melakukan mengubah, menghapus, menambahkan dari halaman aplikasi. Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring menunjukkan keberhasilan menggunakan metode logika fuzzy mamdani. Sistem membantu mencegah kerusakan pada tanaman jamur tiram milik bpk Febri Haryanto jln. pantai impian Kel. Kampung Baru Kec. Bukit Bestari Kota Tanjungpinang

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang sistem monitoring suhu dan kelembapan budidaya jamur dengan metode logika fuzzy mamdani berbasis internet of things dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsep internet of thing berhasil diterapkan untuk melakukan monitoring pada kumbung jamur tiram milik bapak Febri Haryanto.
2. Sistem dapat melakukan monitoring dan menampilkan hasilnya dalam bentuk grafik secara realtime asalkan terkoneksi dengan internet.
3. Perangkat keras mikrokontroler dapat memberikan respon berupa kecerahan lampu led sesuai dengan kondisi yang terjadi.
4. Metode fuzzy mamdani berhasil diterapkan pada sistem untuk memonitoring kelembapan dan suhu pada kumbung jamur tiram.
5. Sistem monitoring yang telah diuji coba lapangan menunjukkan kondisi suhu dan kelembapan kumbung jamur milik bapak Febri Haryanto tidak berada dikondisi ideal.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A. (2018). Monitoring Penyimpanan Kebutuhan Pokok Menggunakan ThinkSpeak Berbasis IoT. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 3(2), 11–19. <https://doi.org/10.24235/itej.v3i2.28>
- Aj Alves. (2012). eFLL - A Fuzzy Library for Arduino and Embedded Systems. Retrieved June 25, 2021, from <https://github.com/zerokol/eFLL>
- Algifari, A. (2018). Perancangan Kipas Angin Pengatur Suhu dan Kelembapan ruangan dengan Metode Fuzzy Sugeno berbasis Arduino.
- Erinton, R. (2017). ANALISIS PERFORMASI FRAMEWORK CODEIGNITER DAN LARAVEL MENGGUNAKAN WEB SERVER APACHE. 4(3), 3565–3572.
- Fadhil Puri Himawan, Unang Sunarya, D. A. N. (2017). PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI ASAP BERBASIS MIKROKONTROLLER MIKROKONTROLLER, MODUL GSM, SENSOR ASAP, DAN SENSOR SUHU. 3(3), 1963–1968.
- Hakim, D. P. A. R., Budijanto, A., & Widjanarko, B. (2019). Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID. *Jurnal IPTEK*, 22(2), 9–18. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2018.v22i2.259>
- Kaur, J., & Kaur, K. (2017). A Fuzzy Approach for an IoT-based Automated Employee Performance Appraisal. 53(1), 23–36.
- Limantara, A. D., S Purnomo, Y. C., & Mudjanarko, S. W. (2017). Pemodelan Sistem Pelacakan LOT Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet Of Things (IOT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(2), 1–10.
- Listyorini, T., & Rahim, R. (2018). A prototype fire detection implemented using the Internet of Things and fuzzy logic. 16(1), 42–46. [https://doi.org/Listyorini, T., & Rahim, R. \(2018\). A prototype fire detection implemented using the Internet of Things and fuzzy logic. 16\(1\), 42–46.](https://doi.org/Listyorini, T., & Rahim, R. (2018). A prototype fire detection implemented using the Internet of Things and fuzzy logic. 16(1), 42–46.)
- Muzawi, R., Efendi, Y., & Sahrun, N. (2018). Prototype Pengendalian Lampu Jarak Jauh dengan Jaringan Internet Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Raspberry Pi 3. 3(1), 46–50. <https://doi.org/10.25139/ojsinf.v3i1.642>
- Prayudha, J., Pranata, A., & Hafiz, A. Al. (2018). IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC UNTUK SISTEM PENGUKURAN KUALITAS UDARA DI KOTA MEDAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). IV(2).
- Suryani, T., & Carolina, H. (2017). Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Tiram Putih Pada Beberapa Bahan Media Pembibitan. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 3(1), 73. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v3i1.3674>
- Ubaidillah, F. I., Istiadi, I., & Mukhsim, M. (2020). Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Rumah Jamur Dengan Metode Fuzzy Secara Wireless. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 223–232. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3975>

IV. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang mulia kepada:

1. Bapak Sapta Nugraha, S.T.,M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji

2. Bapak Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech. dan Ibu Nola Ritha, S.T., Mcs selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan semangat dan arahan.
3. Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs. selaku Kepala Jurusan Program Studi Teknik Informatika
4. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran serta membimbing dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Tonny Suhendra, ST., M.Cs. selaku Pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran serta membimbing dalam penyusunan skripsi.
6. Para Dosen Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji yang telah banyak membantu membekali ilmu dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan, serta pegawai tata usaha yang selalu dengan senang hati melayani dalam administrasi perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis tercinta, yang selalu mendukung dan menyebutkan nama penulis dalam setiap doa mereka. Dan teman-teman Informatika angkatan 2016 yang telah melalui susah senang bersama selama masa kuliah.