

***SMART BUILDING JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN METODE
FUZZY BERBASIS INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Oleh:
NUR AZIZAH
NIM. 14650038**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

***SMART BUILDING JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN METODE FUZZY
BERBASIS INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Oleh:
NUR AZIZAH
NIM. 14650038**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

***SMART BUILDING JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN METODE FUZZY
BERBASIS INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
NUR AZIZAH
NIM. 14650038**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

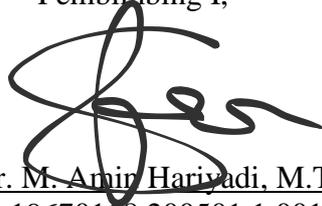
**SMART BUILDING JAMUR TIRAM MNGGUNAKAN METODE FUZZY
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

SKRIPSI

Oleh:
NUR AZIZAH
NIM. 14650038

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 10 Juni 2021

Pembimbing I,



Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670118 200501 1 001

Pembimbing II,



Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi**

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

**SMART BUILDING JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN METODE FUZZY
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

SKRIPSI

Oleh:
NUR AZIZAH
NIM. 14650038

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 22 Juni 2021

Susunan Dewan Penguji

Penguji Utama : Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

Ketua Penguji : Juniardi Nur Fadilah, M.T
NIP. 19920605 201903 1 015

Sekretaris Penguji : Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670118 200501 1 001

Anggota Penguji : Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc.,M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

Tanda Tangan

()

()

()

()

()

()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

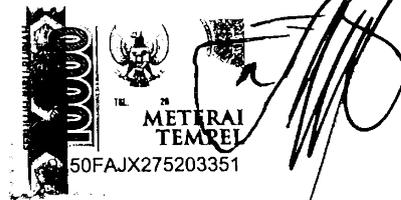
Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Azizah
NIM : 14650038
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : *Smart Building* Jamur Tiram Menggunakan Metode *Fuzzy*
Berbasis *Internet of Things*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Juni 2021
Yang membuat pernyataan,



METRAI
TEMPEL
50FAJX275203351

Nur Azizah
NIM. 14650038

HALAMAN MOTTO

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهُ لَكُمْ صلى وَعَسَىٰ أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ صلى
وَعَسَىٰ أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ صلى وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

“Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengerti”.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji syukur kehadiran Allah Swt. shalawat serta salam kepada Rasulullah Saw. Penulis persembahkan skripsi ini kepada:

Kedua orang tua penulis tercinta, Bapak Shoheh Ahmad dan Ibu Binti Aslihah serta keluarga di rumah yang selalu membimbing penulis, memberikan do'a, dukungan, serta motivasi yang tidak terhingga.

Dosen pembimbing penulis Bapak Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T dan Bapak Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A yang telah dengan sabar membimbing jalannya penelitian skripsi ini dan selalu memberikan stimulasi positif untuk tetap semangat menjalani setiap tahap ujian skripsi.

Seluruh Dosen Teknik Informatika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang dan seluruh guru-guru penulis yang telah membimbing dan memberikan ilmunya yang bermanfaat.

Keluarga Teknik Informatika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, terutama keluarga BINNER (Teknik Informatika angkatan 2014) yang telah memberikan semangat dan doanya.

Sahabat dan teman-teman selama kuliah di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis ucapkan “جزاكم الله خيرا كثيرا” semoga kita semua tetap terjaga dan selalu diridhoi oleh Allah Swt. Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik yang menjadi salah satu syarat mutlak dalam menyelesaikan program studi Teknik Informatika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

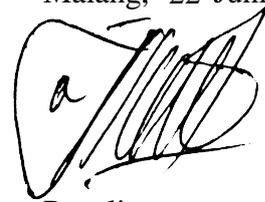
Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Skripsi ini tidak lepas dari peran berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, dan dorongan. Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring doa dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crysdiyan selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T selaku Dosen Pembimbing penulisan Skripsi ini yang telah memotivasi, membantu, dan memberikan penulis arahan yang baik dan benar dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
5. Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A selaku Dosen Pembimbing agama yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan dan arahan terhadap permasalahan integrasi islam dalam Skripsi ini.
6. Seluruh Dosen yang telah mengajar penulis selama masa kuliah dan seluruh staff baik admin maupun laboratorium Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Shoheh Ahmad dan Binti Aslihah selaku orang tua penulis, Lilik Nur Habibah dan Auliyaul Hasanah selaku kakak penulis, dan Arifuddin Ahmad selaku adik penulis yang telah banyak memberikan do'a, motivasi, dan dorongan dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini.
8. Semua pihak yang mungkin belum bisa penulis sebutkan dan sahabat-sahabat yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya Skripsi ini, khususnya kepada Abil Khosim, Rahmadi Surya, Mulidina Rahmawati, dan Abdur Rozaq, semoga Allah SWT selalu memberikan balasan yang setimpal atas jasa dan bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa sebagai manusia biasa tentunya tidak akan luput dari kekurangan dan keterbatasan. Maka dengan segenap kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat menyempurnakan penulisan ini sehingga dapat bermanfaat dan berguna untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Malang, 22 Juni 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'a' followed by several vertical and diagonal strokes.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
المخلص	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II STUDI PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terkait	9
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Jamur Tiram	12
2.2.2 <i>Fuzzy Logic</i>	14
2.2.3 DHT22	16
2.2.4 Himpunan <i>Fuzzy</i>	19
2.2.5 Arduino Uno	21
2.2.6 NodeMCU	22
2.2.7 <i>Sprayer</i> (Alat Penyemprot)	24
2.2.8 PMW (<i>Pulse Width Modulation</i>)	25

2.2.9	<i>Exhaust Fan 12 Volt</i>	26
2.2.10	Pompa Air DC 12 Volt	27
2.2.11	<i>Relay</i>	28
2.2.12	<i>Internet of Things (IoT)</i>	28
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI		30
3.1	Desain Sistem	30
3.1.1	<i>Hardware System</i>	31
3.1.2	<i>Software System</i>	32
3.2	Perancangan <i>Fuzzy Logic</i>	32
3.2.1	Sistem <i>Fuzzy</i>	33
3.2.2	<i>Flowchart</i> Sistem Logika <i>Fuzzy</i>	35
3.2.3	<i>Fuzzy Rules</i>	38
3.2.4	Defuzzifikasi	40
3.3	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	42
3.3.1	Studi Literatur	44
3.3.2	Perancangan Tempat Proses (<i>Smart Building</i>).....	44
3.3.3	Perancangan <i>Hardware</i>	45
3.3.4	Perancangan <i>Software</i>	46
3.3.5	Pengujian Alat dan Sistem	49
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Pengujian	51
4.1.1	Hasil Pengujian Arduino Uno	51
4.1.2	Hasil Pengujian Sensor DHT22	53
4.2	Pembahasan	58
4.2.1	Hasil Pengujian Sistem <i>Fuzzy</i> Sugeno Pada Aktuator <i>Fan</i>	58
4.2.2	Hasil Pengujian Sistem <i>Fuzzy</i> Sugeno Pada Aktuator <i>Sprayer</i>	63
4.2.3	Hasil Pengujian Kinerja Sistem Secara Keseluruhan	68
4.2.4	Hasil Pengujian Sistem Monitoring <i>Website</i>	74
4.2.5	Integrasi Dalam Islam	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN.....		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jamur Tiram	12
Gambar 2. 2 Diagram Blok <i>Fuzzy Logic</i>	15
Gambar 2. 3 Kaki Pin Modul DHT22 dan Sensor DHT22.....	19
Gambar 2. 4 <i>Board Arduino Uno</i>	22
Gambar 2. 5 NodeMCU devkit v2.0.....	23
Gambar 2. 6 Skematik posisi <i>pin-out</i> NodeMCU devkit v2.0.....	24
Gambar 2. 7 <i>Sprayer</i> (Alat Penyemprot)	25
Gambar 2. 8 PMW (<i>Pulse Width Modulation</i>)	25
Gambar 2. 9 <i>Exhaust Fan</i> 12 VDC.....	26
Gambar 2. 10 Pompa Air DC 12 Volt.....	27
Gambar 2. 11 <i>Relay</i>	28
Gambar 3. 1 Desain Sistem.....	30
Gambar 3. 2 Alur Proses <i>Fuzzy Logic</i>	33
Gambar 3. 3 Himpunan <i>fuzzy</i> kelembaban.....	34
Gambar 3. 4 Kelembaban selisih	34
Gambar 3. 5 Himpunan <i>fuzzy</i> suhu	35
Gambar 3. 6 Suhu selisih	35
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Sistem Logika <i>Fuzzy</i>	36
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Mencari Nilai Minimum.....	41
Gambar 3. 9 Blok Diagram Alur Penelitian.....	43
Gambar 3. 10 Desain <i>Box Smart Building</i> Jamur Tiram.....	44
Gambar 3. 11 Skematik Rangkaian Sistem.....	45
Gambar 3. 12 Diagram Alur Proses Sistem <i>Hardware</i>	46
Gambar 3. 13 Diagram Alur Proses pada Sistem <i>Software</i>	47
Gambar 3. 14 Perancangan Tampilan <i>Website Smart Building</i>	47
Gambar 3. 15 Diagram Alur Proses Perancangan pada <i>Website</i>	48
Gambar 4. 1 <i>Script</i> dan Upload Program.....	53
Gambar 4. 2 Rangkaian Arduino Uno dan Sensor DHT22	55
Gambar 4. 3 Hasil <i>Serial Monitor</i> Suhu dan Kelembaban	55
Gambar 4. 4 Rangkaian Arduino Uno dan <i>Fan</i>	60
Gambar 4. 5 Rangkaian Arduino Uno dan <i>Water Pump</i>	65
Gambar 4. 6 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan.....	70
Gambar 4. 7 Tampilan <i>Website</i> Monitoring	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterangan Pin Kaki Sensor DHT22	19
Tabel 3. 1 <i>Fuzzy Rules</i> Suhu	38
Tabel 3. 2 <i>Rules Fuzzy</i> Kelembaban	39
Tabel 4. 1 Data Suhu dan Kelembaban Sensor DHT22.....	56
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Fuzzy</i> pada <i>Fan</i>	60
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Fuzzy</i> pada <i>Water Pump</i>	65
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	71
Tabel 4. 5 Hasil Uji Proses Transmisi Data pada <i>Website</i>	76

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Pengujian Sensor Suhu	57
Grafik 4. 2 Pengujian Sensor Kelembaban	57
Grafik 4. 3 Selisih DHT22 dan Thermometer pada Suhu Dingin.....	61
Grafik 4. 4 Selisih DHT22 dan Thermometer pada Suhu Normal.....	62
Grafik 4. 5 Selisih DHT22 dan Thermometer pada Suhu Panas	62
Grafik 4. 6 Selisih DHT22 dan Hygrometer pada Kelembaban Lembab	66
Grafik 4. 7 Selisih DHT22 dan Hygrometer pada Kelembaban Sedang	67
Grafik 4. 8 Selisih DHT22 dan Hygrometer pada Kelembaban Kering	67
Grafik 4. 9 Pengujian Keseluruhan Kondisi 1	72
Grafik 4. 10 Pengujian Keseluruhan Kondisi 2	72
Grafik 4. 11 Pengujian Keseluruhan Kondisi 3	73
Grafik 4. 12 <i>Delay</i> Transmisi Data dalam (ms).....	77

ABSTRAK

Azizah, Nur. 2021. *Smart Building Jamur Tiram Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Internet of Things*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T., (II) Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A.

Kata Kunci: Sensor DHT22, *NodeMCU*, Logika *Fuzzy*, Suhu, Kelembaban

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu pembudidayaan jamur yang sebagian besar dimiliki oleh para petani saat ini. Budidaya jamur tiram tidak terlepas dari permasalahan perawatan, kualitas jamur tiram terbaik didapatkan dari suhu di lokasi sekitar 30°C – 32°C, suhu optimum ruangan 26°C – 30°C, kelembaban ruangan 80% - 90%, dan kadar air yang cukup sekitar 60%. Di era sekarang ini dengan berjalannya waktu, para petani ternyata mengalami hambatan dalam melakukan pengendalian suhu dan kelembaban kumbung jamur. Upaya yang mereka lakukan adalah dengan menggunakan *sprayer* yang disemprotkan pada kumbung jamur saat pagi dan sore setiap harinya. Selain kurang praktis, ada kelembaban yang terjadi dengan metode yang seperti itu, yaitu kondisi suhu dan kelembaban berfluktuasi sepanjang hari seperti yang biasa terjadi pada pergantian musim saat ini. Maka tidak cukup hanya disemprot dengan *sprayer* setiap pagi dan sore hari.

Berdasarkan hal tersebut maka dibuat sebuah sistem yang mengontrol atau memonitor suhu dan kelembaban ruangan yang dibutuhkan ruangan optimalisasi perkembangan jamur tiram. Diawali dari sebagai pengolah data yang didapatkan dari sensor DHT22. Metode *fuzzy* Sugeno untuk membantu *Arduino Uno* mengolah data menjadi suatu acuan suhu dan kelembaban yang ideal untuk perkembangan optimal jamur tiram. *NodeMCU* untuk membantu *Arduino Uno* mengirimkan data hasil pengolahan di *website monitoring*. Sistem pada penelitian ini menunjukkan bahwa aktuator *fan* (kipas) dapat berjalan cukup baik dengan tingkat akurasi pembacaan suhu menggunakan sensor DHT22 adalah 83.3% dengan rata-rata nilai selisih suhu adalah 0.3 *celcius* (°C). Akurasi *Water Pump / Sprayer* pompa air berjalan cukup baik dengan tingkat akurasi pembacaan kelembaban adalah 0.5 persen (%).

Tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan stabilitas suhu untuk mencapai kondisi ideal bagi tanaman jamur tiram sebesar 86.6% dari 30 pengujian *data sampling*. Dimana selisih peningkatan suhu bernilai paling besar 5.6°C dan penurunan suhu paling rendah sebesar 9.5°C, sedangkan selisih peningkatan kelembaban bernilai paling besar 19.2% dan penurunan kelembaban paling rendah sebesar 15.0%. Tidak terdapat *delay time* atau waktu jeda pada saat pengiriman data dan *update* dari proses pembacaan kondisi suhu dan kelembaban dari sensor DHT22. Dimana rata-rata *delay* pengiriman dan *update* data adalah 0% dengan kondisi jaringan internet yang stabil.

ABSTRACT

Azizah, Nur. 2021. *Smart Building Oyster Mushrooms Usng Internet of Things-Based Fuzzy Method*. Undergraduate Thesis. Departement of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology. Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisor: (I) Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T., (II) Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A.

Key Words: DHT22 Sensor, NodeMCU, Fuzzy Logic, Temperature, Humidity

Oyster mushroom cultivation is one of the mushroom cultivation that is mostly owned by farmers today. Oyster mushroom cultivation is inseparable from the problem of care, the quality of oyster mushrooms is best obtained from the temperature in the location around 30°C – 32°C, the optimum temperature of the room 26°C – 30°C, room humidity 80% - 90%, and the water content is quite about 60%. In this era with the passage of time, farmers apparently experienced obstacles in controlling the temperature and humidity of mushrooms. Their efforts are to use a sprayer that is sprayed on the mushrooms in the morning and evening every day. in addition to being less practical, there is a drawback that occurs with such methods, namely temperature and humidity conditions are volatile throughout the day as is common at the turn of the current season. Then it is not enough just sprayed with a sprayer every morning and evening.

Based on this, a system is created that controls or monitors the temperature and humidity of the room needed to optimize the development of oyster mushrooms. Starting from as a data processor obtained from DHT22 sensors. Sugeno fuzzy method to help Arduino Uno process data into a reference temperature and humidity ideal for optimal development of oyster mushrooms. NodeMCU to help Arduino Uno send processing data on monitoring website. The system in this study showed that fan actuators can run quite well with the accuracy of temperature readings using DHT22 sensor is 83.3% with the average temperature difference value is 0.3 celcius (°C). The accuracy of the Water Pump / Sprayer water pump goes quite well with the accuracy rate of the humidity reading is 0.5 percent (%).

The success rate of the system in conducting temperature stabilization to achieve ideal conditions for oyster mushroom plants amounted to 86.6% from 30 sampling data tests. Where the difference in temperature increase is worth the most 5.6°C and the lowest temperature drop is 9.5°C. While the difference in humidity increase is worth the most 19.2% and the lowest decrease in humidity is 15.0%. Delays that occur in monitoring websites are relatively small with milisecon (ms) units of time. Where the average delay of sending and updating data is 15.8 ms with stable internet network conditions.

المخلص

عزيزة، نور. ٢٠٢١. مبنى أويستر ماشروم الذكي باستخدام طريقة غامضة تعتمد على إنترنت. رسالة علمية قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج.

المشرف: (الاول) د. محمد أمين حريادي، مجستير (الثاني) المشرف د. محمد إمام الدين، ماجستير

الكلمات الرئيسية: مستشعر DHT22، NodeMCU، المنطق الضبابي، درجة الحرارة، الرطوبة

زراعة فطر المحار هي إحدى مزارع الفطر التي يمتلكها المزارعون اليوم. لا يمكن فصل زراعة فطر المحار عن مشاكل الصيانة، ويتم الحصول على أفضل جودة من فطر المحار من درجة الحرارة في الموقع حوالي ٣٠ درجة مئوية - ٣٢ درجة مئوية، ودرجة حرارة الغرفة المثلى ٢٦ درجة مئوية - ٣٠ درجة مئوية، ورطوبة الغرفة ٨٠% - ٩٠%، ومحتوى رطوبة كاف يبلغ حوالي ٦٠%. في عصر اليوم مع مرور الوقت، يبدو أن المزارعين يواجهون عقبات في التحكم في درجة حرارة ورطوبة فطر الكومبونج على أساس يومي. الجهد الذي يقومون به هو استخدام بخاخ يدويًا يتم رشه على فطر كومبونج في الصباح والمساء كل يوم. بالإضافة إلى كونها غير عملية، هناك عيوب تحدث مع مثل هذه الطريقة، وهي أن ظروف درجة الحرارة والرطوبة تتقلب على مدار اليوم كما هو الحال عادة عند تغيب الفصول في هذا الوقت. لذلك لا يكفي رشها بالبخاخ كل صباح و مساء.

بناءً على ذلك، يتم عمل نظام يتحكم أو يراقب درجة حرارة ورطوبة الغرفة المطلوبة لتحسين نمو فطر المحار. بدءًا من معالج البيانات الذي تم الحصول عليه من مستشعر DHT22. طريقة سوجينو الضبابية لمساعدة المحار. Arduino Uno على معالجة البيانات في مرجع مثالي لدرجة الحرارة والرطوبة من أجل التطوير الأمثل لفطر المحار. NodeMCU لمساعدة Arduino Uno على إرسال بيانات المعالجة على موقع المراقبة. يوضع النظام في هذه الدراسة أن مشغل المروحة يمكن أن يعمل بشكل جيد مع مستوى دقة قراءة درجة الحرارة باستخدام مستشعر DHT22 وهو ٨٣,٣% بمتوسط اختلاف في درجة الحرارة يبلغ ٣,٠ درجة مئوية. تعمل مضخة الماء / مضخة البخاخ الدقيقة بشكل جيد مع معدل دقة قراءة الرطوبة ٥,٠% بالمائة (%).

معدل نجاح النظام في تنفيذ استقرار درجة الحرارة لتحقيق ظروف مثالية لنباتات فطر المحار هو ٨٦,٦% من ٣٠ اختبار بيانات لأخذ البيانات. حيث بلغ الفرق في زيادة درجة الحرارة ٥,٦ درجة مئوية وأدنى انخفاض في درجة الحرارة ٩,٥ درجة مئوية، بينما كان الفرق في زيادة الرطوبة ١٩,٢% وأدنى انخفاض الرطوبة ١٥,٠%. لا يوجد وقت تأخير أو تأخير عند إرسال البيانات وتحديث عملية قراءة ظروف درجة الحرارة والرطوبة من مستشعر DHT22. حيث يكون متوسط التأخير في إرسال البيانات وتحديثها ٠% مع استقرار حالة شبكة الإنترنت.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah dan memiliki potensi budidaya tanaman yang baik di masa sekarang maupun untuk masa yang akan datang. Indonesia memiliki kondisi geografi dan keadaan lingkungan yang mampu menunjang serta mendukung para petani Indonesia untuk membudidayakan berbagai macam jenis tanaman pertanian. Salah satu jenis tanaman pertanian yang banyak dibudidayakan oleh para petani antara lain, tanaman pangan dan juga beberapa jenis tanaman *hortikultura* (sayur-sayuran dan buah-buahan). Terutama budidaya jamur yang menjadi salah satu pilihan yang banyak diminati selain dari berbagai jenis tanaman lain. Saat ini harga jamur tiram tidak terpengaruh dengan adanya wabah *Virus Corona*. Seorang pelaku usaha jamur tiram dari Desa Pageraji, Kecamatan Maja, Kabupaten Majalengka, Neng Laela Sugiarti (38) menyebutkan harga jual jamur tiram ditengah pandemi *Covid-19* tetap stabil. Harga jual kepada bandar per-kilogramnya sebelas ribu rupiah, tetapi jika membeli eceran seharga dua belas ribu rupiah sampai tiga belas ribu rupiah per-kilogramnya. Jadi harga jual jamur tiram tetap stabil (Ramadhan, 2020).

Jamur merupakan organisme yang tidak berklorofil sehingga tidak dapat menyediakan makanan sendiri secara fotosintesis. Jamur termasuk tumbuhan yang mempunyai sumber nutrisi yang tinggi dan dapat diolah menjadi berbagai jenis masakan maupun obat-obatan. Pada jamur yang dibudidayakan, zat-zat hara

tersebut harus disediakan sedemikian rupa sehingga siap digunakan oleh tanaman jamur. Jenis tanaman jamur yang menjadi salah satu sumber makanan masyarakat yang banyak diminati dan dikonsumsi di berbagai Negara yaitu jamur tiram. Secara umum jamur tiram memberikan banyak manfaat bagi kesehatan tubuh bahkan beberapa diantaranya yang bisa digunakan untuk mengobati berbagai macam penyakit. Jamur tiram merupakan jamur yang tumbuh di kayu sehingga orang-orang menyebutnya tanaman perusak kayu. Namun ternyata setelah diteliti jamur tiram memiliki kandungan tersendiri yang dapat membantu penyembuhan beberapa penyakit (Nugraha, 2015).

Jamur tiram dengan nama ilmiah *Pleurotus SP*, merupakan salah satu jamur konsumsi yang bernilai tinggi. Beberapa jenis jamur tiram yang biasa dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia yaitu jamur tiram putih (*P. ostreatus*), jamur tiram merah muda (*P. flabellatus*), jamur tiram abu-abu (*P. sajor caju*), dan jamur tiram *abalone* (*P. cysyidioides*). Pada dasarnya semua jenis jamur ini memiliki karakteristik yang hampir sama terutama dari segi morfologi, tetapi secara kasar warna tubuh buah dapat dibedakan antara jenis yang satu dengan yang lain terutama dalam keadaan segar (Susilawati & Raharjo, 2010).

Jamur tiram merupakan makanan berprotein tinggi yang dapat hidup di daerah dataran tinggi dengan temperatur (suhu) dan kelembaban tertentu. Saat ini jamur tiram menjadi salah satu peluang bisnis yang sangat menguntungkan, dikarenakan kandungan gizi dan manfaat yang banyak terdapat dalam jamur ini. Selain itu nilai jual dari jamur tiram ini juga tinggi. Hal ini mendorong para petani di daerah dataran rendah untuk membudidayakan jamur tiram ini. Budidaya jamur

tiram memerlukan beberapa langkah persiapan antara lain menyiapkan lokasi yang tepat atau cocok untuk menempatkan rumah jamur, menyiapkan bibit jamur, mempersiapkan media tumbuh yang steril dan sarana perawatan yang lain.

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu pembudidayaan jamur tiram yang sebagian besar dimiliki oleh para petani saat ini. Budidaya jamur tiram tidak terlepas dari permasalahan perawatan, keberhasilan dan menghasilkan kualitas jamur terbaik. Kualitas jamur tiram terbaik didapatkan dari suhu di lokasi sekitar $30^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$, suhu optimum ruang $26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, kelembaban ruangan 80% - 90%, dan kadar air yang cukup sekitar 60%. Dan kualitas jamur tiram dapat diperhatikan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram itu sendiri. Kualitas jamur yang baik dapat meningkatkan nilai jual jamur. Negara beriklim tropis seperti Indonesia dengan tingkat kelembaban yang relatif tinggi, jamur dapat tumbuh. Petani pada umumnya membudidayakan jamur dalam rumah tanaman dengan tujuan untuk memperoleh kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan.

Di era sekarang ini dengan berjalannya waktu, para petani ternyata mengalami hambatan dalam melakukan pengendalian suhu dan kelembaban kumbung jamur dalam sehari-hari. Upaya yang mereka lakukan adalah dengan manual menggunakan *sprayer* yang disemprotkan pada kumbung jamur saat pagi dan sore setiap harinya. Selain kurang praktis, ada kelembaban yang terjadi dengan metode yang seperti itu, yaitu kondisi suhu dan kelembaban berfluktuasi sepanjang hari seperti yang biasa terjadi pada pergantian musim saat ini. Maka tidak cukup hanya disemprot dengan *sprayer* setiap pagi dan sore hari.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan betapa pentingnya untuk membantu satu sama lain dalam kelangsungan hidup makhluk hidup. Allah Swt. berfirman di dalam Alqur'an surat al-Maidah/5:2, yaitu:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۖ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

“Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan taqwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertaqwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya.”

Penafsiran ayat di atas menurut Ibnu Katsir ialah “Allah Swt. memerintahkan kepada hamba-hamba-Nya yang beriman untuk saling tolong menolong dalam berbuat kebaikan yaitu kebajikan dan meninggalkan hal-hal yang mungkar, hal ini dinamakan dengan ketaqwaan. Allah Swt. melarang mereka bantu-membantu dalam hal kebatilan serta tolong-menolong dalam perbuatan dosa dan hal-hal yang diharamkan”. Ibnu Jarir mengatakan bahwa “Dosa itu ialah meninggalkan apa yang diperintahkan oleh Allah Swt. untuk dikerjakan. Pelanggaran itu artinya melampaui apa yang digariskan oleh Allah Swt. dalam agama kalian, serta melupakan apa yang difardhukan oleh Allah Swt. atas diri kalian dan atas diri orang lain”.

Penanganan dengan cara manual saat ini tidak efisien karena memerlukan operator untuk memperhatikan dan menjaga suhu dan kelembaban pada kumbung jamur secara terus menerus. Kelembaban juga tidak dapat dikontrol dengan baik karena tidak adanya alat ukur kelembaban. Selain secara manual penanganan suhu jamur telah dilakukan secara otomatis seperti pada penelitian yang merancang suatu sistem pengatur suhu dengan menggunakan sensor suhu SHT-10 dan

berbasis mikrokontroller yang mengatur *blower* dan *sprayer* untuk menyemprotkan butiran-butiran airnya (Budiawan, 2010).

Penelitian yang lain menggunakan sensor suhu SHT-11, mikrokontroller ATM89C51 sebagai kontrol utama, serta untuk alat pemanas dan pendingin berupa motor *stepper* untuk membuka dan menutup jendela, mengaktifkan alat pemanas, dan kipas (Sofyan & Winarso, 2005). Sistem yang akan dirancang pada penelitian menggunakan alat mikrokontroller yang umum, yaitu Arduino Uno berfungsi sebagai pengolah nilai masukan yang akan digunakan sebagai sistem kontrol dari nilai keluaran. Dan DHT22 digunakan untuk memperoleh nilai suhu dan kelembaban.

Dengan perkembangan teknologi saat ini, terdapat cabang ilmu sistem cerdas yang banyak dikembangkan untuk membantu masyarakat dalam menentukan keputusan yang tepat, salah satunya sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan dalam proses membudidayakan jamur tiram. Sistem pendukung keputusan dapat digunakan pada beberapa bidang baik bidang akademis, kesehatan, pertanian maupun bidang lainnya. Kemajuan teknologi saat ini yang sedang mengalami kemajuan yang pesat salah satunya adalah sistem pengendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT).

Internet of Things (IoT) dapat merubah sistem dari sistem yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem yang berkaitan satu dengan yang lain dan menjadi lebih kompleks. Dalam sistem tersebut terdiri dari rangkaian komponen-komponen dan aplikasi yang saling berkesinambungan. Komponen fisik yang terdiri dari berbagai macam sensor, mikrokontroller dan komponen elektronik yang sudah

terangkai menjadi satu sistem. Kemajuan IoT saat ini bisa membantu mengendalikan suhu dan kelembaban secara otomatis sehingga membuat petani mudah untuk mengontrol dan memonitoring secara langsung kondisi pada tanamannya.

Metode dari kecerdasan buatan telah banyak digunakan oleh para peneliti dalam menentukan membantu menyelesaikan masalah pada bidang di atas. Logika *fuzzy* merupakan metode dalam kecerdasan buatan yang dapat digunakan dalam membantu keputusan bagi masyarakat untuk menentukan kualitas jamur tiram. Logika *fuzzy* untuk sistem pengendalian kelembaban yang memiliki nilai maksimum 80% dan suhu optimum tanaman 25°C – 32°C. Penggunaan logika *fuzzy* dalam sistem pengendalian dapat mengurangi energi yang terpakai selama pemeliharaan tanaman dan mengurangi pemborosan sumber daya air (Amuddin, 2015).

Sistem pengendalian ini dirancang dengan menggunakan logika *fuzzy* sebagai pengambil keputusan yang tepat. Logika *fuzzy* merupakan tingkat lanjut dari logika *Boolean* yang berhubungan dengan konsep nilai kebenaran. Berkaitan dengan itu, logika *fuzzy* memiliki kondisi ketika berada diantara 0 dan 1, yang berarti tidak terbatas dengan logika 0 atau 1. Disebut logika *fuzzy* atau logika samar didapatkan dari kondisi saat berada diantara logika 0 atau 1. Dengan menggunakan logika *fuzzy* konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy*, membuat logika *fuzzy* mudah dimengerti, tidak membutuhkan waktu lama dalam mempelajarinya (Rizkysari & Tri, 2014).

Penelitian untuk perancangan sistem yang mengontrol atau memonitor suhu dan kelembaban ruangan yang dibutuhkan ruangan optimalisasi perkembangan jamur tiram. Diawali dari sebagai pengolah data yang didapatkan dari sensor DHT22. Metode *fuzzy* Sugeno untuk membantu arduino uno mengolah data menjadi suatu acuan suhu dan kelembaban yang ideal untuk perkembangan optimal jamur tiram. *NodeMCU* untuk membantu arduino uno mengirimkan data hasil pengolahan di *website monitoring*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan sebelumnya dapat diidentifikasi permasalahan yaitu:

1. Apakah perancangan *smart building* jamur tiram menggunakan metode *fuzzy* dapat mengontrol pengendalian suhu dan kelembaban berbasis IoT?
2. Apakah sistem kontrol suhu dan kelembaban dapat memaksimalkan sensitivitas kerja dalam optimalisasi budidaya jamur tiram?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari identifikasi masalah, adapun tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Merancang *smart building* jamur tiram menggunakan metode *fuzzy* dengan akuisisi data serta kontrol pengendalian suhu dan kelembaban berbasis IoT.
2. Menguji sistem kontrol suhu dan kelembaban agar dapat memaksimalkan sensitivitas kerja dalam optimalisasi budidaya jamur tiram.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembatasan yang keluar dari materi, maka ditentukan batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor DHT22 sebagai pembaca data suhu dan kelembaban, serta *NodeMCU* sebagai pengirim data ke *website*.
2. Kondisi lingkungan tidak terlalu ekstrim baik dalam peningkatan maupun penurunan suhu secara signifikan yang berada pada luar ambang batas toleransi sistem *fuzzy*.
3. *Website* berfungsi sebagai media monitoring pada sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain diharapkan dengan adanya penelitian ini para petani budidaya jamur tiram dapat menerapkan sistem kontrol pengendalian suhu dan kelembaban pada *smart building* budidaya jamur tiram berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan hasil panen dalam budidaya jamur tiram.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Pada bab ini dibahas penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebagai perbandingan dan acuan untuk penelitian ini.

Theriatama Silva Kusuma (2011), dengan judul penelitian Rancang Bangun Pengendalian Suhu dan Kelembaban Pada Miniatur Kumbung Jamur Tiram. Pada penelitian ini ruang budidaya jamur tiram yang ideal memiliki suhu dan kelembaban sekitar 28°C dan 80% - 90%. Untuk itu diperlukan alat berupa *blower*, es batu dan *politer* serta sensor SHT-11 dan LM35 untuk mengatur suhu dan kelembaban ruangan. Pengaturan dilakukan pada tegangan *input* dari *blower* menggunakan *relay* yang pengontrolannya dilakukan dengan mikrokontroler. Sehingga dengan *set-point* yang ditentukan dapat memberikan keluaran untuk *relay* dan mengatur *blower*. Pengaturan suhu dan kelembaban dengan menggunakan es batu, *blower* dan *politer* dapat dilakukan dengan baik. Dengan pengaturan ini ruang tumbuh jamur tiram dapat diatur suhunya berkisar 26°C – 30°C dan 65% - 80% untuk kelembabannya.

Mahendra Ega Higuitta dkk (2013), dengan judul penelitian Perancangan Sistem Pengendalian Suhu Kumbung Jamur dengan Logika *Fuzzy*. Penelitian ini dilakukan pada suhu dan kumbung jamur dengan kontrol *fuzzy gain scheduling respon* yang terbaik untuk aktuator *sprayer* dan *blower*. Pemodelan matematis ARX untuk membuat fungsi pengendalian suhu terhadap kelembaban. Variabel

input yang digunakan dalam kontrol logika *fuzzy GS* ini adalah nilai *set-point* suhu dan *error* suhu. Hasil *output* dari kontrol logika *fuzzy* adalah nilai otomatis *tuning* dari K_p , K_i , K_d dari hasil *fitting* dari data *real-plant* dengan data estimasi dengan menggunakan pemodelan ARX, diperoleh angka 66,69% dan 54,49% untuk hasil *fitting* data *real-plant* dengan data validasi. Dilihat dari bentuk kurva yang diperoleh, terdapat kesamaan tren antara data *real-plant* dengan data estimasi maupun validasi telah dilakukan uji *open-loop* dan juga *close* pada sistem pengendalian yang dirancang. Pemberian nilai *set-point* pada suhu yang sesuai untuk pertumbuhan jamur yaitu pada suhu 28°C dapat dicapai dan dipertahankan dengan nilai *maximum overshoot* dari pengendali tersebut sebesar 0,89% dan *time maximum overshoot* dari pengendali tersebut sebesar 35% dan *time-setting* sekitar 240 detik, dan *error steady state* sebesar 0,03%.

Astria Rahma Putri dkk (2019), yang berjudul Perancangan Logika *Fuzzy* untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman. Dalam penelitian ini, untuk menentukan kelembaban tanah dan suhu yang sesuai dengan tanaman membutuhkan suatu sistem pengendali. Sistem pengendali ini menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pemroses data *input* menjadi *output*. Pada sistem pengendali ini dirancang menggunakan logika *fuzzy* sebagai metode pengendali keputusan untuk mempertahankan kelembaban tanah dan suhu yang baik untuk tanaman. Pada logika *fuzzy* ini menggunakan dua *input* dan dua *output*. Dua *input* tersebut adalah tingkat kelembaban tanah dan derajat suhu. *Output* yang diinginkan merupakan waktu yang dibutuhkan dalam mempertahankan kelembaban tanah dan suhu agar tetap sesuai dengan kebutuhan pada tanaman.

Budi Prasetyo dkk (2019), dengan judul penelitian *Fuzzy Mamdani* pada Tanaman Tomat Hidroponik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nutrisi tanaman salah satu indikatornya adalah nilai pH media tanah, temperatur atur ruangan dan kelembaban media tanam. Kebanyakan petani menanam tomat dengan cara konvensional di sawah, ladang atau kebun tanpa adanya kontrol dan pengukuran hanya mengandalkan pengalaman dan faktor kebiasaan saja, sehingga kebutuhan pH dan suhu ruang tanam dari tanaman tomat tidak dapat diberikan sesuai kebutuhannya, adapun kebutuhan pH dari tanaman tomat 6,5 dan suhu ruang tanam 38°C, kelembaban tanah 70% menggunakan metode tanam hidroponik yang dikontrol secara otomatis oleh mikrokontroler berbasis arduino dengan penerapan *fuzzy mamdani* memudahkan dalam melakukan pengaturan pH media tanam menggunakan sensor pH tanah sebagai *input* dan suhu ruang tanam menggunakan LM35, serta sensor kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban FC28 dan sebagai *output* sistem digunakan *fan* dan *solenoid valve*.

Pada penelitian-penelitian yang telah disebutkan, banyak penelitian tentang pengendalian suhu dalam pembudidayaan jamur. Alat atau sistem pengendalian suhu dan kelembaban ini yang nantinya dapat membantu setiap petani jamur tiram, dapat memanfaatkan sesuai dengan fungsinya dan dapat mengurangi biaya. Untuk meningkatkan pengendalian yang mandiri, meningkatkan kemudahan dalam pengoperasian kendali sistem dan mendapatkan rancangan pengendalian suhu dan kelembaban budidaya jamur yang reliabilitas dari sisi fungsional dan ekonomi.

2.2 Landasan Teori

Pada bab ini diuraikan teori-teori dasar yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan sebagai dasar dalam pemecahan masalah. Teori tersebut meliputi jamur tiram, *fuzzy logic*, sensor suhu dan kelembaban (DHT22), himpunan *fuzzy*, arduino uno, *NodeMCU*, *sprayer*, PMW, kipas pendingin (*fan 12 volt*), pompa air DC 12 Volt, *relay*, *Internet of Things* (IoT).

2.2.1 Jamur Tiram

Di alam bebas, jamur tiram bisa dijumpai hampir sepanjang tahun di hutan pegunungan daerah yang sejuk. Tubuh buah terlihat saling bertumpuk di permukaan batang pohon yang sudah melapuk atau poko batang yang sudah ditebang karena jamur tiram adalah salah satu jenis jamur kayu. Gambar 2.1 merupakan jamur tiram yang tumbuh secara alami pada media kayu.



Gambar 2. 1 Jamur Tiram

(sumber: <https://ilmubudidaya.com>)

Jamur tiram merupakan organisme saporofit dan tumbuh pada batang kayu yang sudah lapuk untuk mendapatkan nutrisi. Jamur tiram tidak memiliki klorofil seperti tumbuhan lain. Ciri umum tubuh buah berwarna putih berbentuk cekung

seperti cangkang tiram sehingga penamaan jamur ini dalam bahasa lain jamur tiram disebut *Pleurotus ostreatus*. Jamur tiram menjadi salah satu sumber protein seperti *thiamine* (vitamin B1), *riboflavin* (vitamin B2), *niacin*, *biotin*, dan vitamin C serta mineral sehingga jamur dapat sebagai bahan pangan. Jamur tiram mengandung 18 *asam amino* yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan tidak mengandung kolesterol (Djarajah, Djarajah, & Marlina, 2011).

Dalam budidaya jamur tiram dapat digunakan bahan seperti kompos serbuk geraji kayu, ampas tebu atau sekam. Hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya jamur tiram adalah faktor ketinggian dan persyaratan lingkungan, sumber bahan baku untuk substrat tanam dan sumber bibit. *Miselium* dan tubuh buahnya tumbuh dan berkembang baik pada suhu 23°C – 30°C. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) mulai dibudidayakan pada tahun 1900. Budidaya jamur ini tergolong sederhana. Jamur tiram biasanya dipelihara dengan media tanam serbuk gergaji steril yang dikemas dalam kantung plastik.

Rumah budidaya jamur tiram yang ideal adalah dekat dengan ketersediaan air untuk keperluan menurunkan temperatur didalam rumah jamur tiram. Kemudian gunakan material atap yang sifatnya dapat menolak panas matahari karena pertumbuhan jamur tiram hanya memerlukan intensitas cahaya matahari yang rendah. Apabila menggunakan material asbes gelombang, maka dibuat ketinggian atap minimal 4 meter agar panas matahari yang diterima atap asbes gelombang tidak langsung mengimbas pada *baglog* jamur. Sirkulasi udara rumah jamur juga diperlukan karena jamur tiram mengeluarkan uap *spora* ketika pertumbuhan jamur (Suriawiria, 2011).

Pada budidaya jamur tiram suhu dan kelembaban udara memegang peranan yang sangat penting untuk mendapatkan pertumbuhan badan buah yang optimal. Pada umumnya suhu yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, dibedakan dalam dua fase yaitu fase inkubasi yang memerlukan suhu udara berkisar antara 22°C – 28°C dengan kelembaban 60% - 70% dan fase pembentukan tubuh buah memerlukan suhu udara antara 16°C – 22°C. Proses pembesaran jamur pada kumbung sangat tergantung pada faktor fisik seperti suhu dan kelembaban. Jamur tiram dapat menghasilkan buah dengan nilai suhu di bawah 30°C sedangkan jamur membutuhkan suhu pada *range* 26°C – 28°C (Tandiono, Rusli, & Muslim, 2016).

2.2.2 Fuzzy Logic

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar yang artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 hingga 1. Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar atau salah. Dalam teori *fuzzy logic* suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Penelitian ini menggunakan *fuzzy logic* sebagai sistem kontrol yang digunakan. Dalam mendefinisikan suatu himpunan *fuzzy*, rancangan controller *fuzzy logic* adalah pengembangan aspek dengan *fuzzy logic*. Pada prinsipnya

kontroller *fuzzy logic* adalah merupakan kontroller yang mengubah dari suatu kontrol linguistik ke dalam kontrol otomatis (Hamdani, 2009).

Secara garis besar masalah yang diselesaikan oleh *fuzzy logic* merupakan masalah memiliki nilai yang samar bisa benar atau salah. *Fuzzy logic* dalam menyelesaikan suatu masalah memiliki tiga tahapan proses yakni *fuzzyfikasi*, inferensi dan *defuzzyfikasi*. Pada tahap *fuzzyfikasi* tahap dimana menentukan variabel *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan dan domain dari setiap kasus atau masalah yang akan diselesaikan. Tahap inferensi sistem adalah tahap dimana pembentukan aturan-aturan. Tahap terakhir adalah tahap *defuzzyfikasi* (Siregar, 2017).

Logika *fuzzy* merupakan suatu metode pengambilan keputusan berbasis aturan yang digunakan untuk memecahkan keabu-abuan (samar) masalah pada sistem yang sulit dimodelkan atau memiliki ambiguitas. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Metode ini dapat mendukung proses pengendalian suhu dan kelembaban jamur tiram, sehingga jamur tiram dapat berkembang secara optimal.



Gambar 2. 2 Diagram Blok *Fuzzy Logic*

Gambar 2.2 logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang berhubungan antara ruang *input* menuju ruang *output*. Kotak hitam yang dimaksudkan adalah metode yang dapat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik. Jadi bentuk pengaplikasian

pada pengendalian suhu dan kelembaban jamur tiram akan menggunakan sensor DHT22 sebagai peng-*input* suhu dan kelembaban, sedangkan *sprayer*, *exhaust fan*, dan lampu sebagai *output* untuk pengendalian suhu dan kelembaban.

Adapun beberapa alasan mengapa pengendalian suhu dan kelembaban rumah jamur tiram menggunakan *fuzzy logic*, adalah sebagai berikut (Rosnelly, 2012):

- a. Konsep *fuzzy logic* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- b. *Fuzzy logic* sangat fleksibel.
- c. *Fuzzy logic* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
- d. *Fuzzy logic* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- e. *Fuzzy logic* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- f. *Fuzzy logic* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- g. *Fuzzy logic* didasarkan pada bahasa alami.

2.2.3 DHT22

Suhu udara dan tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Setiap jenis tanaman mempunyai batas suhu minimum, optimum dan maksimum yang berbeda-beda untuk setiap tingkat pertumbuhannya. Batas suhu yang mematikan

aktivitas sel-sel tanaman berkisar antara 120°F samapai 140°F tetapi ini beragam sesuai dengan jenis tanaman dan tingkat pertumbuhannya. Suhu udara merupakan faktor lingkungan yang penting karena berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan berperan hampir pada semua proses pertumbuhan. Suhu udara merupakan faktor penting dalam menentukan tempat dan waktu penanaman yang cocok, bahkan suhu udara dapat juga sebagai faktor penentu dari produksi tanaman (Syadza, Permana, & Ramadan, 2018).

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara atau atmosfer. Besarnya tergantung dari masuknya uap air ke dalam atmosfer karena adanya penguapan dari air yang ada di lautan, danau, dan sungai maupun dari air tanah (Fadholi, 2016). Nilai kelembaban relative dari 0% - 100%, dimana 0% artinya udara kering, sedangkan 100% artinya udara jenuh dengan uap air dimana akan terjadi titik air. Kelembaban udara ditentukan oleh jumlah air yang terkandung di dalam udara. Pada umumnya kelembaban udara dinyatakan dengan kelembaban relatif (RH), RH merupakan perbandingan antara tekanan uap aktual (e_a) dengan kapasitas udara untuk menampung uap air atau sering disebut tekanan uap jenuh (e_s). Nilai e_s dapat diturunkan sebagai fungsi dari suhu udara, sedangkan e_a merupakan fungsi dari T_d (suhu titik embun). T_d dari stasiun meteorologi dipermukaan. Pengolahan kelembaban udara dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

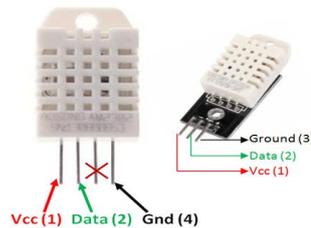
$$RH = \frac{e_a}{e_s} \times 100 \quad (2.1)$$

Keterangan: RH = Kelembaban relatif (%)
 Ea = Tekanan uap aktual (kPa)
 Es = Tekanan uap jenuh (kPa)

DHT22 (juga disebut sebagai AM2302) adalah sensor digital-*output* kelembaban dan suhu relatif. Menggunakan sensor kelembaban kapasitif dan *thermistor* untuk mengukur udara disekitarnya, dan keluar sinyal digital pada pin data. Dalam penelitian ini menggunakan sensor ini dengan Arduino uno. Suhu dan kelembaban akan dicetak ke monitor serial. DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara disekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka *module* ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. DHT22 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-*interference*.

DHT22 merupakan sebuah modul/sensor yang memiliki fungsi untuk mengukur kelembaban, suhu, dan *heat index* dari lingkungan. DHT22 dapat diberikan program dan diatur dengan menggunakan arduino IDE. DHT22 memiliki fungsi yang hampir sama dengan DHT11. Gambar 2.3, DHT22 memiliki 2 jenis, yakni berupa modul DHT22 dan sensor DHT22. Sensor DHT22 memiliki 4 kaki, sedangkan modul DHT22 memiliki 3 kaki. Dibandingkan sensor DHT22, modul DHT22 memiliki filter berupa kapsitor dan resistor yang telah terpasang

(*built-in*). Modul DHT22 memiliki keakuratan yang lebih tinggi disbanding dengan sensor DHT22 (Santos, 2017).



Gambar 2. 3 Kaki Pin Modul DHT22 dan Sensor DHT22
(sumber: <https://components101.com>)

Tabel 2. 1 Keterangan Pin Kaki Sensor DHT22

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
1	VCC	Sumber tegangan 3,5V – 5,5V
2	Data	Pin data pengukuran
3	NC	<i>No Connection</i> (tidak digunakan)
4	<i>Ground</i>	Menyambungkan ke rangkaian <i>ground</i>

2.2.4 Himpunan *Fuzzy*

Menurut (Kusumadewi & Purnomo, 2010) menyatakan bahwa pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan yaitu:

- Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Terkadang kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval (0,1), namun

interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan bernilai suatu himpunan *fuzzy* usia 0,9; maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti mudah. Di lain pihak, nilai probabilitas 0,9 usia berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak mudah. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut yaitu:

- a) Linguistik, yaitu penamaan grup yang memiliki suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: Muda, Parobaya, dan Tua.
- b) Numerik, yaitu suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 45, 50, dsb.

2.2.4.1 Metode *Fuzzy Sugeno*

Metode *fuzzy Sugeno* mirip dengan metode *fuzzy Mamdani*, hanya *output* (konsenkuen) tidak berupa *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Pada metode ini biasanya juga disebut dengan TSK. Ada dua model metode *fuzzy Sugeno* yaitu model *fuzzy Sugeno* orde nol dan model *fuzzy Sugeno* orde satu.

1) Sugeno Orde Nol

Untuk perhitungan Sugeno orde nol dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan seperti di bawah ini:

$$\mathbf{IF (x_1 \text{ is } A_1)(x_2 \text{ is } A_2)(x_3 \text{ is } A_3) \dots (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k \text{ (2.2)}}$$

Dari persamaan di atas didapatkan A_1 sebagai himpunan ke-1 dan K_k merupakan konstantanya.

2) Sugeno Orde Satu

Untuk perhitungan Sugeno orde satu dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan seperti di bawah ini:

$$\mathbf{IF (x_1 \text{ is } A_1) \dots (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \text{ (2.3)}}$$

Dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa A_1 yang merupakan himpunan ke-1, p_1 yang merupakan konstanta ke-1, dan q merupakan konstanta juga.

Pada perhitungan akhirnya metode *fuzzy Sugeno* melakukan proses perhitungan dengan mencari rata-rata sebagai *output* dari hasil *fuzzyfikasinya*.

2.2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer) (Kadir A. , 2013). Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkan ke sebuah komputer

dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Tandiono, Rusli, & Muslim, 2016).

Untuk *port-port* pada mikrokontroler arduino uno adalah *pin-out* 1.0, pin *SDA* dan *SCL* yang dekat dengan pin *AREF* dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin *RESET*, *IOREF* yang memungkinkan *shield-shield* untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari *board*. Untuk kedepannya, *shield* akan dijadikan kompatibel (cocok) dengan *board* yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan arduino uno yang beroperasi dengan tegangan 3,3V yang kedua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya. Gambar 2.4 merupakan *board* Arduino Uno.



Gambar 2. 4 *Board* Arduino Uno
(sumber: <https://www.arduino.cc>)

2.2.6 NodeMCU

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang di desain dengan ESP8266 didalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan *wifi* antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan *wifi*. NodeMCU berbasis bahasa pemrograman *Lua* namun juga menggunakan *Arduino IDE* untuk pemrogramannya. Alasan pemilihan NodeMCU ESP8266 karena mudah diprogram

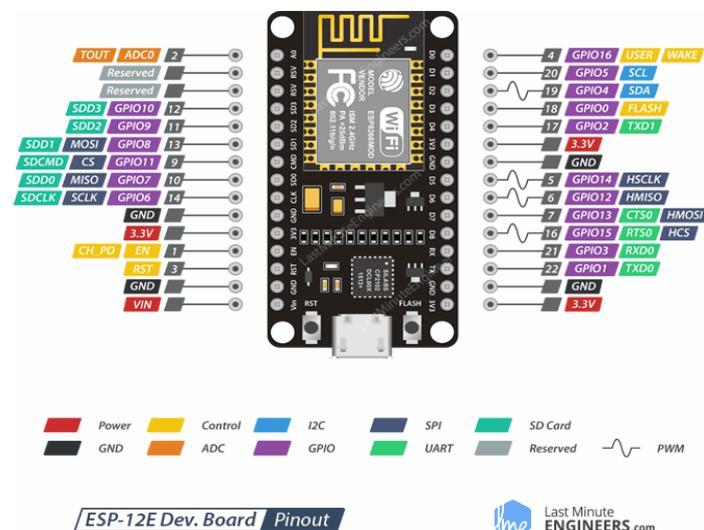
dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi *wifi* (Septama, Yulianti, & Sulsitiono, 2018).

NodeMCU pada dasarnya adalah pengembangan dari ESP8266 dengan *firmware* berbasis *e-Lua*. Pada NodeMCU dilengkapi dengan *microUSB port* yang berfungsi untuk pemrograman maupun *power supply*. Selain itu juga pada NodeMCU dilengkapi dengan tombol *push button* yaitu tombol *reset* dan *flash*. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman *Lua* yang merupakan *package* dari ESP8266. Bahasa *Lua* memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan *C* hanya berbeda *syntax*. Jika menggunakan bahasa *Lua* dapat menggunakan *tool Lua loader* maupun *Lua Uploader*. Selain dengan bahasa *Lua* NodeMCU juga *support* dengan *software Arduino IDE* dengan melakukan sedikit perubahan *board manager* pada *Arduino IDE*. Sebelum digunakan *board* ini harus di *flash* terlebih dahulu agar *support* terhadap *tool* yang akan digunakan. Jika menggunakan *Arduino IDE* dan menggunakan *firmware* yang cocok yaitu *firmware* keluaran dari *Ai Thinker* yang *support AT Command* (Nega, Susanti, & Hamzah, 2019). Gambar 2.5 merupakan NodeMCU devkit v2.0.



Gambar 2. 5 NodeMCU devkit v2.0
(sumber: <https://www.antratek.com>)

NodeMCU adalah *platform IoT* yang bersifat *open-source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* (SoC) ESP8266-12 buatan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan menggunakan bahasa pemrograman *scripting Lua*. Generasi kedua atau V2 adalah pengembangan dari versi sebelumnya (V1), dengan *chip* yang ditingkatkan dari sebelumnya *ESP-12* menjadi *ESP-12E* dan *IC USB to Serial* diubah dari *CHG340* menjadi *CP2101* (Satriadi, Wahyudi, & Christiyono, 2019). Gambar 2.6 merupakan skematik posisi *pin-out* NodeMCU devkit v2.0.



Gambar 2. 6 Skematik posisi *pin-out* NodeMCU devkit v2.0 (sumber: <https://lastminuteengineers.com>)

2.2.7 *Sprayer* (Alat Penyemprot)

Sprayer (alat penyemprot) adalah alat/mesin yang berfungsi untuk memecahkan cairan yang disemprotkan menjadi tetesan kecil (*droplet*) dan mendistribusikan secara merata pada objek yang dilindungi. Ukuran butiran cairan mempengaruhi efisiensi jangkauan, penyimpanan dan penetrasi. Efisiensi dan efektivitas alat penyemprot ini ditentukan oleh kualitas dan kuantitas bahan aktif

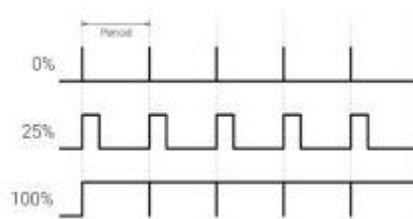
yang terkandung didalam setiap butiran larutan tersemprot (*droplet*) yang melekat pada objek dan sasaran semprot. Gambar 2.7 merupakan salah satu jenis *sprayer* (Rahman & Yamin, 2014).



Gambar 2. 7 *Sprayer* (Alat Penyemprot)

2.2.8 PMW (*Pulse Width Modulation*)

Gambar 2.8 merupakan PMW (*Pulse Width Modulation*) adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa (*duty cycle*) dengan nilai *amplitude* dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi *high* kemudian berada di zona transisi ke kondisi *low*. Lebar pulsa PMW berbanding lurus dengan *amplitude* sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty Cycle* merupakan representasi dari kondisi logika *high* dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan *range* 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi *high* terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan *high* sama dengan keadaan *low* maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%.



Gambar 2. 8 PMW (*Pulse Width Modulation*)

2.2.9 Exhaust Fan 12 Volt

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angina dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta *remote control*. Perputaran baling-baling kipas angina dibagi menjadi dua yaitu *centrifugal* (angina mengalir searah dengan poros kipas) dan *axial* (angina mengalir secara paralel dengan poros kipas). Pada alat ini digunakan kipas DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12 VDC (Suhariningsih, 2012).



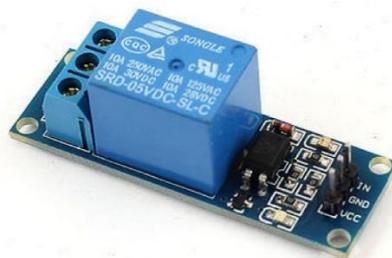
Gambar 2. 9 Exhaust Fan 12 VDC

Gambar 2.9 merupakan *Exhaust Fan* juga berfungsi untuk mengatur volume udara yang disirkulasikan di ruangan. Untuk ruangan ber-AC, *Exhaust Fan* adalah pasangan yang saling melengkapi. Yang satu menyejukan, yang lain mengurangi kelembaban ruangan. *Exhaust Fan* dapat dipasang pada ruangan yang sirkulasi udara alaminya dianggap kurang memadai. Jadi, keberadaan *Exhaust Fan* merupakan upaya buatan untuk mengoptimalkan pergantian udara di ruangan (Arifin, Dewanti, & Kurnianto, 2017).

2.2.11 Relay

Gambar 2.11 merupakan *Relay*, yaitu saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektromagnetik). Saklar pada *relay* akan terjadi perubahan posisi *OFF* ke *ON* pada saat diberikan arus listrik pada *coil* (lilitan) *relay* tersebut. *Relay* pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik (Arifin M. , 2016). Kontak poin *relay* terdiri dari 2 jenis (Firmansyah, Ibrahim, & Sari, 2020) yaitu:

- a. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup).
- b. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open* (terbuka).



Gambar 2. 11 *Relay*

2.2.12 *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana konektifitas internet dapat bertukar satu sama lainnya dengan benda-benda yang ada disekelilingnya. Banyak yang memprediksi bahwa *Internet of Things* (IoT) merupakan “*the next big thing*” di dunia teknologi informasi. Hal ini dikarenakan banyak sekali potensi yang bisa dikembangkan teknologi *Internet of Things* (IoT).

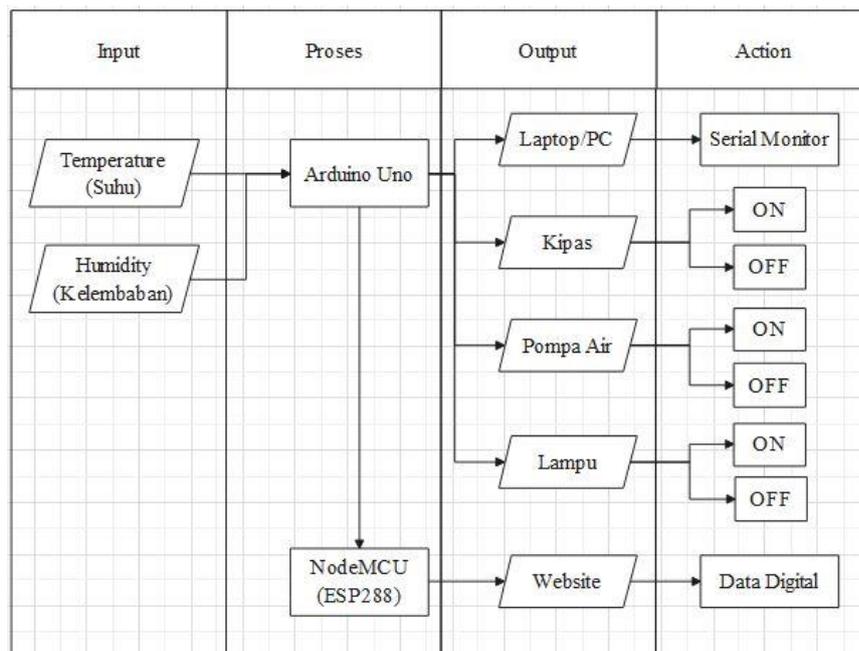
Localhost merupakan nama *default* yang digunakan untuk menjadikan komputer sebagai *local server*. *Localhost* membantu *web developer* untuk merancang *website* yang bersifat dinamis dimana *website* tersebut dilengkapi dengan *database MySQL*. *MySQL* merupakan program *database server* yang mampu menerima dan mengirimkan data dengan sangat cepat, *multi-user* serta menggunakan perintah standar *Structured Query Language (SQL)* dan baik digunakan sebagai *client* maupun *server* (Mangero & Yudha, 2020).

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Desain Sistem

Alur sistem dibuat dengan sedemikian rupa untuk mempermudah dalam memahami bagaimana cara kerja dari sistem yang dibuat.



Gambar 3. 1 Desain Sistem

Gambar 3.1 menjelaskan proses alur perancangan sistem *smart building* budidaya jamur tiram dengan cara akuisisi data dan kontrol suhu dan kelembaban dibagi menjadi 4 bagian yaitu *input*, *proses*, *output*, dan *action*. Piranti *input* menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dari *smart building* jamur tiram. Data yang diperoleh dari pembacaan sensor DHT22 terhadap suhu dan kelembaban akan diteruskan ke piranti *output* dengan sebelumnya data akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno dengan rumus

fuzzy logic sesuai dengan batas yang dikehendaki dan diproses juga pada NodeMCU. Data *output* yang didapatkan dari proses Arduino Uno akan langsung dapat memproses jalannya sistem pada alat-alat yang digunakan seperti pada laptop akan muncul data untuk *serial monitor* (memonitoring sistem), pada kipas, pompa air, dan lampu *led* yang akan menyala atau mati sesuai suhu dan kelembaban yang diperlukan untuk *smart building* dalam budidaya jamur tiram. Dan data *output* dari NodeMCU akan dikumpulkan dan diolah yang kemudian akan disampaikan ke *user* melalui *website* berupa data digital.

3.1.1 Hardware System

Perangkat *hardware* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Arduino Uno dip *ATMega328P*, 32 pin, *input* 5-12 Volt.
2. DHT22 modul 3 pin, *input* 5 Volt.
3. NodeMCU.
4. *Sprayer*.
5. *Exhaust Fan* 12 VDC.
6. Pompa Air DC 12 Volt.
7. *Project board* MB-102, 830 *point*.
8. *Relay*.
9. Lampu *Led* 5mm.
10. *Resistor* (sesuai rangkaian).
11. *Power Supply* 12V.

12. *Wifi router / modem.*
13. Kabel jumper *female to male.*
14. Kabel jumper *male to male.*
15. Laptop / PC.
16. *USB Downloader.*

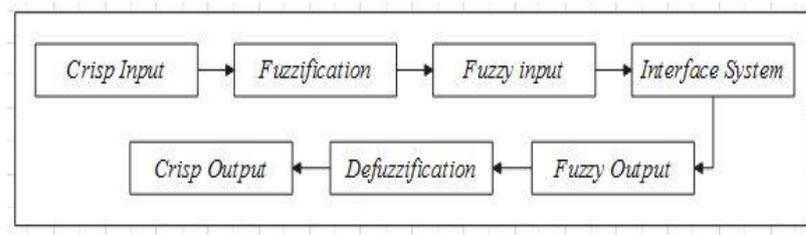
3.1.2 Software System

Perangkat *software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Software Arduino IDE.*
2. *Website Localhost.*

3.2 Perancangan Fuzzy Logic

Dalam penelitian ini, pengendalian atau kontrol suhu dan kelembaban pada *smart building* budidaya jamur tiram menggunakan metode *fuzzy logic*. *Fuzzy Logic* ini hanya dapat menyalakan aktuator sesuai dengan kebutuhan jamur tiram yaitu pada pagi dan sore hari. Masukan (*input*) dari pengendali *fuzzy* yaitu menggunakan DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Sedangkan keluaran (*output*) adalah data yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor DHT22 terhadap suhu dan kelembaban setelah melalui pemrosesan data oleh mikrokontroler.



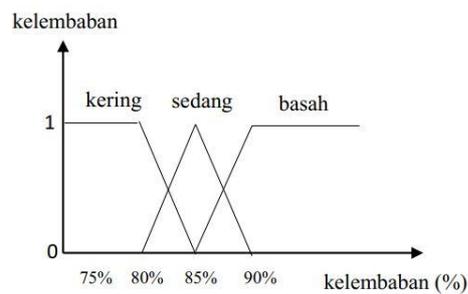
Gambar 3. 2 Alur Proses *Fuzzy Logic*

Gambar 3.2 menjelaskan proses perhitungan dari proses masuknya *crisp input*. Nilai *input* akan diproses pada *fuzzification* yaitu dimana *input* data *crisp* (nilai tegas) diubah menjadi nilai *fuzzy* dalam bentuk himpunan-himpunan dengan fungsi keanggotaannya masing-masing. Nilai *input fuzzy* kemudian dibuatkan *rule* pada *interface system* untuk dijadikan acuan yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel *input* dan variabel yang diproses. Penggunaan *rule* biasanya menggunakan “*IF-THEN*”. Setelah data diolah oleh *rule*, maka akan menghasilkan nilai *output fuzzy*. Nilai tersebut belum bisa digunakan karena harus dilakukan *defuzzification* terlebih dahulu. *Defuzzification* merupakan proses perubahan variabel *output fuzzy* menjadi data pasti (*crisp*) yang nantinya data *crisp* ini yang digunakan dalam menentukan lama atau waktu dalam pengontrolan suhu dan kelembaban.

3.2.1 Sistem *Fuzzy*

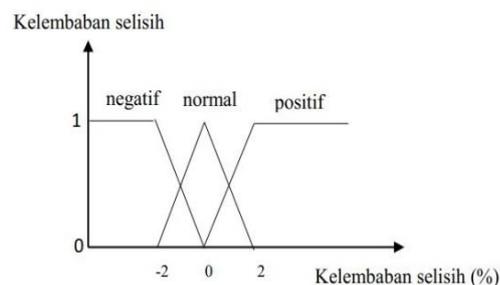
Dalam penelitian ini, penulis akan mengendalikan suhu dan kelembaban pada *smart building* jamur tiram menggunakan sistem *fuzzy* dan metode *fuzzy* sugeno. *Input* dari pengendali *fuzzy* yaitu data *analog* suhu dan kelembaban sedangkan *output* yaitu berupa data digital pada suhu optimal dengan rentang 26°C – 30°C dan kelembaban rentang 70% - 80%.

Pada tahap menentukan parameter fungsi keanggotaan setiap himpunan *fuzzy*, dimana pada penelitian ini menggunakan diagram fungsi keanggotaan dari masing-masing masukan, sebagai berikut:



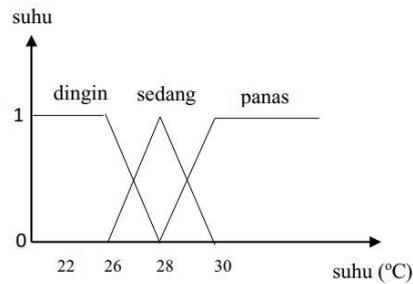
Gambar 3. 3 Himpunan *fuzzy* kelembaban

Pada himpunan *fuzzy* kelembaban memiliki 3 domain yang berada di *range* kering, sedang, dan basah. Gambar 3.3 merupakan kondisi kelembaban optimal yang dibutuhkan oleh jamur tiram.



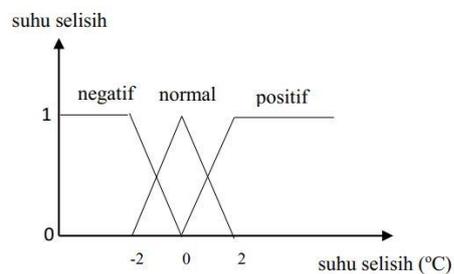
Gambar 3. 4 Kelembaban selisih

Pada himpunan *fuzzy* kelembaban selisih memiliki 3 domain yang berada di *range* negatif, normal, dan positif. Gambar 3.4 merupakan kondisi kelembaban selisih, dimana ada perhitungan dari nilai kelembaban awal dikurangi dengan nilai kelembaban baru, jika nilai itu positif maka kondisi kelembaban meningkat dan jika nilai itu negatif maka kondisi kelembaban menurun.



Gambar 3. 5 Himpunan *fuzzy* suhu

Pada himpunan *fuzzy* suhu memiliki 3 domain yang berada di *range* dingin, normal, dan panas. Gambar 3.5 merupakan kondisi suhu optimal yang dibutuhkan oleh jamur tiram.



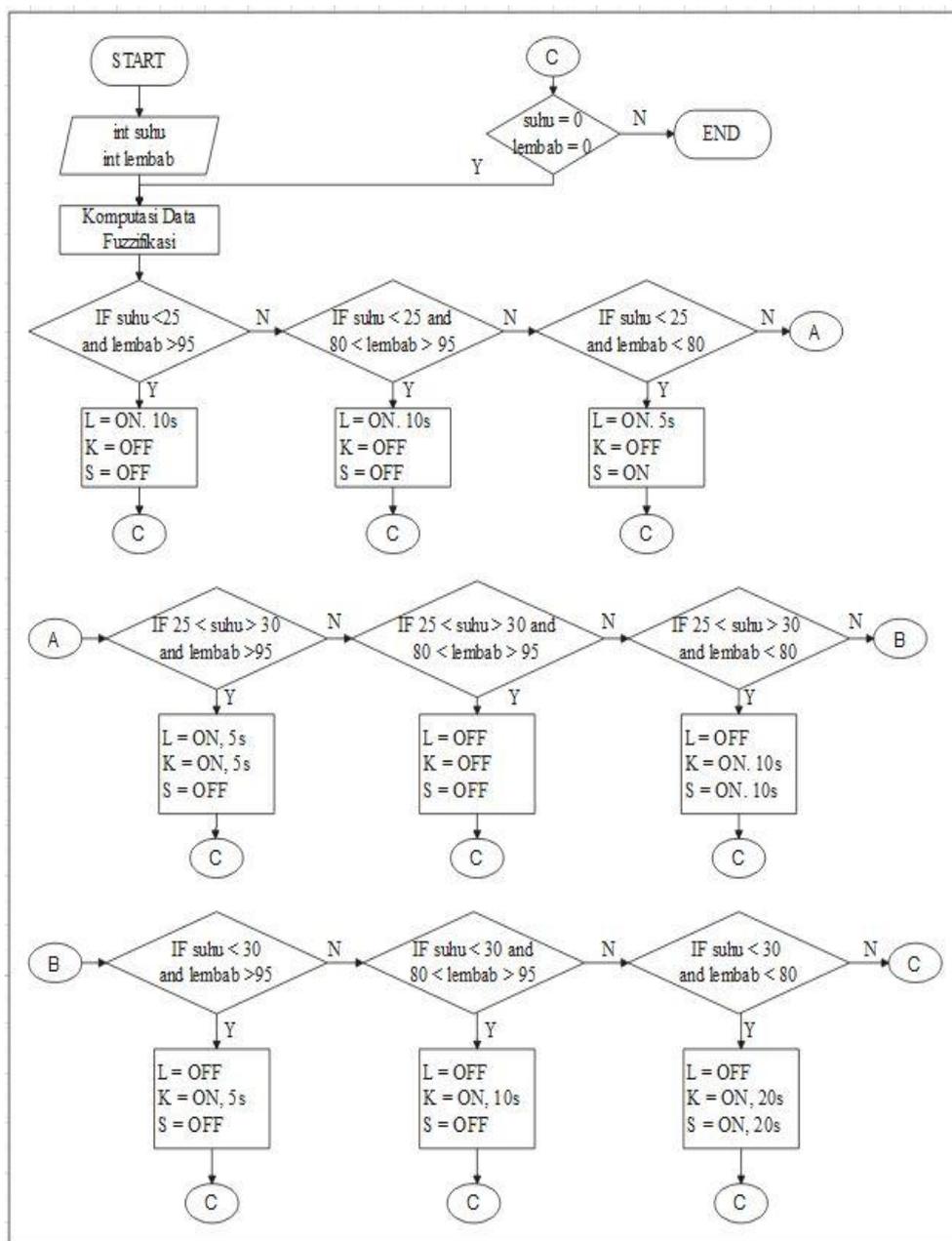
Gambar 3. 6 Suhu selisih

Pada himpunan *fuzzy* suhu selisih memiliki 3 domain yang berada di *range* negatif, normal, dan positif. Gambar 3.6 merupakan kondisi suhu selisih, dimana ada perhitungan dari nilai suhu awal dikurangi dengan nilai suhu baru, jika nilai itu positif maka kondisi suhu meningkat dan jika nilai itu negatif maka kondisi suhu menurun.

3.2.2 Flowchart Sistem Logika Fuzzy

Flowchart sistem logika *fuzzy* mula-mula menginisialisasi *port* pada mikrokontroller, selanjutnya sensor suhu dan kelembaban DHT22 akan mendeteksi nilai suhu dan kelembaban yang akan diterima oleh arduino, nilai

suhu dan kelembaban yang diterima akan dimasukkan dalam variabel yang telah disediakan. Pada variabel itu nilai akan diolah menggunakan *system fuzzy* dengan *rule* yang telah digunakan. Pada proses fuzzifikasi, nilai tersebut akan diolah sehingga mendapat nilai keluaran evaluasi *rules* dan defuzzifikasi yang akan menggerakkan *output*.



Gambar 3. 7 Flowchart Sistem Logika Fuzzy

Gambar 3.7 menjelaskan alur proses sistem dengan menggunakan logika *fuzzy* yang *inputnya* berupa data analog yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor DHT22 terhadap suhu dan kelembaban ruangan. Data *analog* akan diproses oleh arduino uno dengan mengkonversi data *analog* menjadi data digital menggunakan logika *fuzzy*. Jika suhu yang diperoleh rendah maka lampu menyala dan jika suhu tinggi maka *exhaust fan* juga menyala. Tetapi jika suhu yang diperoleh dalam keadaan normal maka lampu dan *exhaust fan* mati dan kemudian sistem akan melakukan pemrosesan data kembali. Ketika kelembaban yang diperoleh rendah maka *sprayer* menyala dan ketika kelembaban tinggi maka *debug spray/sprayer* mati selama 5 menit. Tetapi saat kelembaban yang diperoleh dalam keadaan normal maka sistem akan melakukan pemrosesan data kembali.

Pada proses fuzzifikasi suhu data yang akan diproses didapatkan dari pembacaan sensor DHT22, berupa nilai suhu pada *smart building* jamur tiram. Proses *fuzzifikasi* berdasarkan *rule* yang telah ditentukan, terdapat 3 himpunan suhu antara lain dingin, normal, dan panas. Saat kondisi pertama suhu pada *smart building* jamur tiram akan dibaca oleh mikrokontroller dan akan masuk pada proses *fuzzifikasi* kondisi panas, karena suhu di dalam ruangan budidaya jamur tiram menyesuaikan suhu di lingkungan sekitar. Jika suhu pada ruangan budidaya jamur tiram yang terbaca lebih dari 30°C, maka masih kurang dari suhu optimal jamur tiram 26°C-30°C, maka *fuzzy* menganggap suhu pada *smart buillding* jamur tiram masih dikategorikan panas dan nilai pada suhu panas yaitu 30°C, sedangkan suhu normal berpotongan diantara 28°C-30°C.

Pada proses *fuzzifikasi* kelembaban data yang akan diproses didapatkan dari pembacaan sensor DHT22, berupa nilai kelembaban pada *smart building* jamur tiram. Proses *fuzzifikasi* berdasarkan *rule* yang telah ditentukan terdapat 3 himpunan antara lain kering, normal, dan basah. Saat kondisi pertama kelembaban *smart building* jamur tiram akan dibaca oleh mikrokontroller dan akan masuk pada proses *fuzzifikasi* kondisi kering, karena kelembaban didalam *smart building* juga bergantung pada suhu ruangan budidaya jamur tiram, dan kelembaban akan terjaga jika suhu dalam keadaan rendah. Kelembaban pada *smart building* jamur tiram yang terbaca kurang dari 70%, maka kondisi kelembaban kurang dari sama kelembaban optimal jamur tiram 70% - 80%, maka *fuzzy* menganggap kelembaban pada *smart building* jamur tiram masih dikategorikan kering jika nilai kelembaban kurang dari 70%.

3.2.3 Fuzzy Rules

Langkah untuk menghitung nilai *fuzzy* yaitu dengan membuat suatu aturan. *Fuzzy rule* sendiri yaitu aturan yang dipakai untuk mendapatkan hasil *output* berupa data digital nilai suhu dan kelembaban ruangan budidaya jamur tiram. *Rule* berikut pada tabel 3.1 merupakan *fuzzy rule* suhu dan tabel 3.2 merupakan *fuzzy rule* kelembaban.

Tabel 3. 1 *Fuzzy Rules* Suhu

<i>RULES FUZZY SUHU</i>			
Selisih Suhu	Negatif	Normal	Positif
Suhu			
Dingin	Lambat (S1)	Lambat (S2)	Lambat (S3)
Normal	Lambat (S4)	Lambat (S5)	Lambat (S6)
Panas	Sedang (S7)	Cepat (S8)	Cepat (S9)

Berdasarkan aturan pada tabel 3.1 maka didapat setiap *rule* sebagai berikut:

(S1) Jika suhu dingin dan selisih suhu negatif maka suhu lambat/rendah.

(S2) Jika suhu dingin dan selisih suhu normal maka suhu lambat/rendah.

(S3) Jika suhu dingin dan selisih suhu positif maka suhu lambat/rendah.

(S4) Jika suhu normal dan selisih suhu negatif maka suhu lambat/rendah.

(S5) Jika suhu normal dan selisih suhu normal maka suhu lambat/rendah.

(S6) Jika suhu normal dan selisih suhu positif maka suhu lambat/rendah.

(S7) Jika suhu panas dan selisih suhu negatif maka suhu sedang.

(S8) Jika suhu panas dan selisih suhu normal maka suhu cepat/tinggi.

(S9) Jika suhu panas dan selisih suhu positif maka suhu cepat/tinggi.

Tabel 3. 2 *Rules Fuzzy Kelembaban*

<i>RULES FUZZY KELEMBABAN</i>			
Selisih Kelembaban	Negatif	Normal	Positif
Kelembaban			
Kering	Cepat (K1)	Cepat (K2)	Sedang(K3)
Sedang	Sedang (K4)	Sedang (K5)	Sedang (K6)
Basah	Pelan (K7)	Pelan (K8)	Pelan (K9)

Berdasarkan aturan pada tabel 3.2 maka didapat setiap *rule* sebagai berikut:

(K1) Jika kelembaban kering dan selisih kelembaban negatif maka kelembaban cepat/tinggi.

(K2) Jika kelembaban kering dan selisih kelembaban normal maka kelembaban cepat/tinggi.

(K3) Jika kelembaban kering dan selisih kelembaban positif maka kelembaban sedang.

(K4) Jika kelembaban sedang dan selisih kelembaban negatif maka kelembaban sedang.

(K5) Jika kelembaban sedang dan selisih kelembaban normal maka kelembaban sedang.

(K6) Jika kelembaban sedang dan selisih kelembaban positif maka kelembaban sedang.

(K7) Jika kelembaban basah dan selisih kelembaban negatif maka kelembaban pelan/rendah.

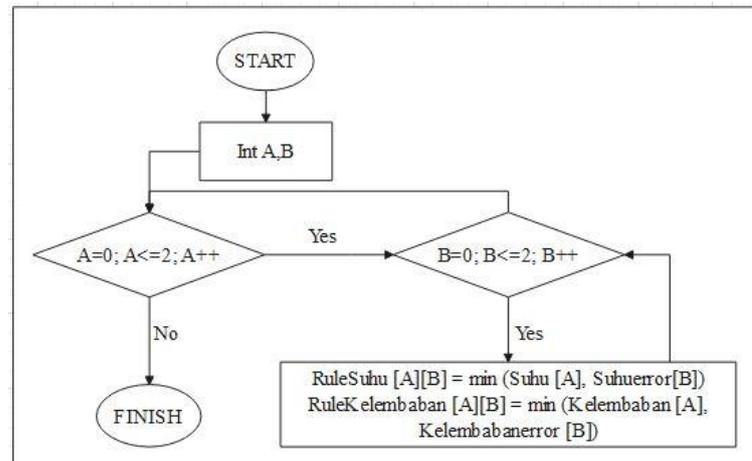
(K8) Jika kelembaban basah dan selisih kelembaban normal maka kelembaban pelan/rendah.

(K9) Jika kelembaban basah dan selisih kelembaban positif maka kelembaban pelan/rendah.

3.2.4 Defuzzifikasi

Pada proses *defuzzifikasi* dilakukan penegasan ulang, yaitu perubahan nilai dari nilai *fuzzy* menjadi nilai digital. Data yang telah didapatkan dari proses *fuzzifikasi* akan diproses *defuzzifikasi*. Pada proses ini berguna untuk mencari *output*, yang digunakan untuk menjalankan *sprayer*. Hal pertama *defuzzifikasi*

adalah dengan mencari nilai terkecil pada hasil *fuzzifikasi*. Setelah mendapatkan nilai terkecil, nilai terkecil tersebut yang akan diolah menggunakan rumus *defuzzifikasi* sehingga menghasilkan *output* kondisi suhu dan kelembaban.



Gambar 3. 8 *Flowchart* Mencari Nilai Minimum

Gambar 3.8 merupakan *flowchart* untuk mencari nilai yang dilakukan perulangan dengan mencari nilai terkecil pada setiap *array* 1 dimensi dari masing-masing nilai *fuzzifikasi*. Setelah mendapat nilai terkecil akan disimpan pada variabel baru. Rumus dari *defuzzifikasi* sebagai berikut:

1. Suhu

$$\begin{aligned}
 \text{PMW} = & (\text{Rulesuhu}[0][0] * \text{Lambat}) + (\text{Rulesuhu}[0][1] * \text{Lambat} \\
 &) + (\text{Rulesuhu}[0][2] * \text{Sedang}) + (\text{Rulesuhu}[1][0] * \text{Lambat}) + \\
 & (\text{Rulesuhu}[1][1] * \text{Lambat}) + (\text{Rulesuhu}[1][2] * \text{Cepat}) + (\text{Ru} \\
 & \text{lesSuhu}[2][0] * \text{Lambat}) + (\text{Rulesuhu}[2][1] * \text{Lambat}) + (\text{Rule} \\
 & \text{sSuhu}[2][2] * \text{Cepat}) ;
 \end{aligned}$$

```

Pembagi=RulesSuhu[0][0]+RulesSuhu[0][1]+RulesSuhu[0][2]+RulesSuhu[1][0]+RulesSuhu[1][1]+RulesSuhu[1][2]+RulesSuhu[2][0]+RulesSuhu[2][1]+RulesSuhu[2][2];
Akhir = PMW / Pembagi;

```

2. Kelembaban

```

PMW_1=(RulesKelembaban[0][0]*Cepat)+(RulesKesempatan[0][1]*Sedang)+(RulesKelembaban[0][2]*Lambat)+(RulesKelembaban[1][0]*Cepat)+(RulesKelembaban[1][1]*Sedang)+(RulesKelembaban[1][2]*Lambat)+(RulesKelembaban[2][0]*Sedang)+(RulesKelembaban[2][1]*Sedang)+(RulesKelembaban[2][2]*Lambat);
Pembagi_1=RulesKelembaban[0][0]+RulesKelembaban[0][1]+RulesKelembaban[0][2]+RulesKelembaban[1][0]+RulesKelembaban[1][1]+RulesKelembaban[1][2]+RulesKelembaban[2][0]+RulesKelembaban[2][1]+RulesKelembaban[2][2];
Akhir_1 = PMW_1 / Pembagi_1;

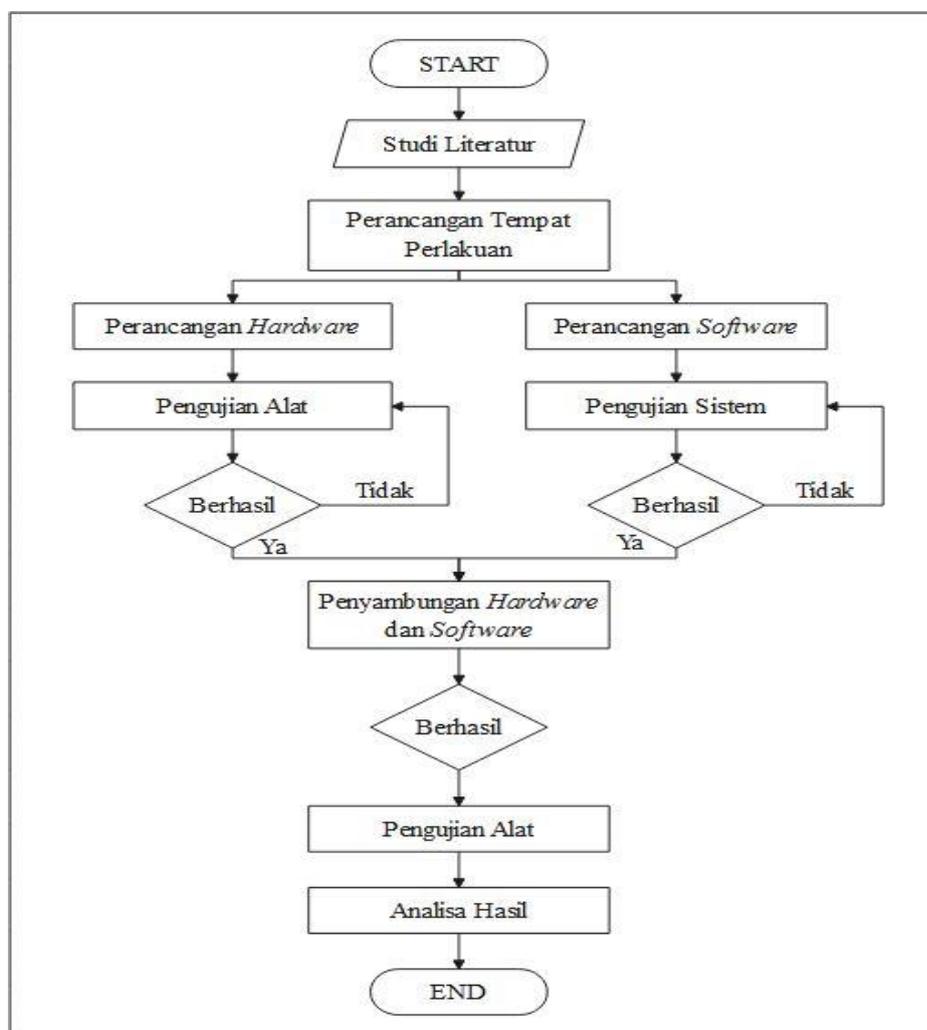
```

Output dari *Defuzzifikasi* merupakan nilai yang mengatur besar kecil kecepatan *exhaust fan*, sedangkan untuk *sprayer* mengatur besar kecil keluaran air.

3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penyusunan prosedur penelitian diperlukan untuk merencanakan prosedur pengerjaan yang dilakukan secara bertahap. Hal ini diharapkan agar hasilnya tidak melenceng dari yang telah diperkirakan.

Penelitian mengenai *smart building* budidaya jamur tiram dengan melakukan akuisisi data dan kontrol pengendalian suhu dan kelembaban berbasis IoT menggunakan metode *fuzzy logic*, proses penelitian ini melalui beberapa tahapan dan alur untuk dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Tahapan pertama yang dilakukan adalah studi literatur, selanjutnya perancangan tempat perlakuan, perancangan sistem *hardware*, perancangan sistem *software* dan *website* kemudian uji coba alat dan yang terakhir analisa data penelitian. Gambar 3.9 adalah diagram alur dari penelitian yang dijalankan.



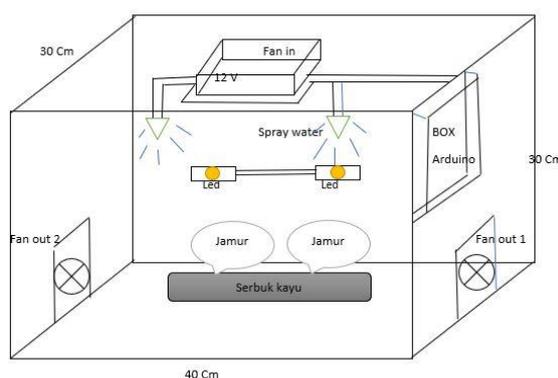
Gambar 3. 9 Blok Diagram Alur Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berkaitan dengan teori yang relevan dan mendukung perencanaan dan perancangan sistem *smart building*. Beberapa kajian yang diperlukan yaitu jurnal-jurnal yang berkaitan tentang modul sensor DHT22, ESP8266, sistem akuisisi dan pengontrolan data suhu dan kelembaban pada *website*.

3.3.2 Perancangan Tempat Proses (*Smart Building*)

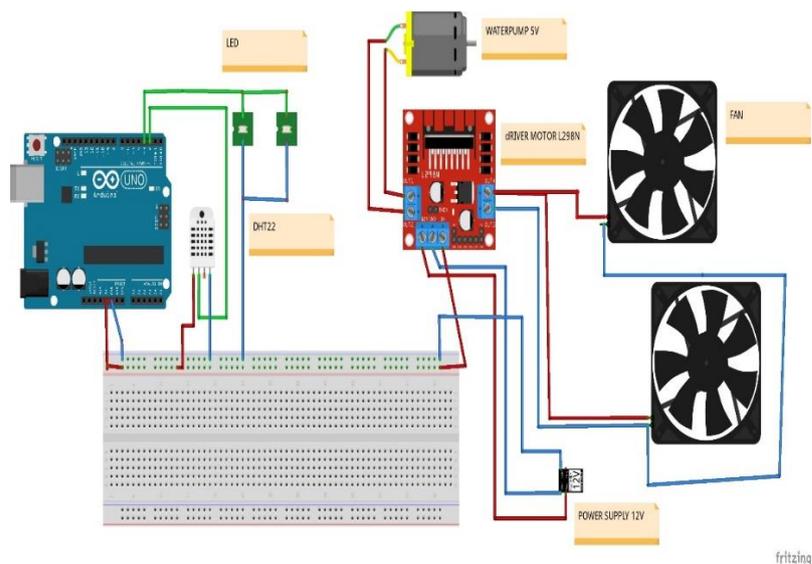
Ruang proses merupakan tempat untuk meletakkan alat penelitian (*hardware*), dimana didalam *prototype smart building* jamur tiram akan berlangsung proses pengontrolan perubahan kondisi suhu dan kelembaban. *Smart building* jamur tiram berukuran panjang 0,4 meter x lebar 0,3 meter x tinggi 0,3 meter. *Smart building* jamur akan dibagi tiga ruang, yang mana sekat ruang merupakan susunan dari *baglog* jamur tiram dengan jarak antar persekat 0,1 meter. Penempatan alat penelitian yaitu pada tepi kanan dan kiri setiap sekat ruang. Gambar 3.10 adalah desain *box* dari *prototype smart building* jamur tiram yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. 10 Desain *Box Smart Building* Jamur Tiram

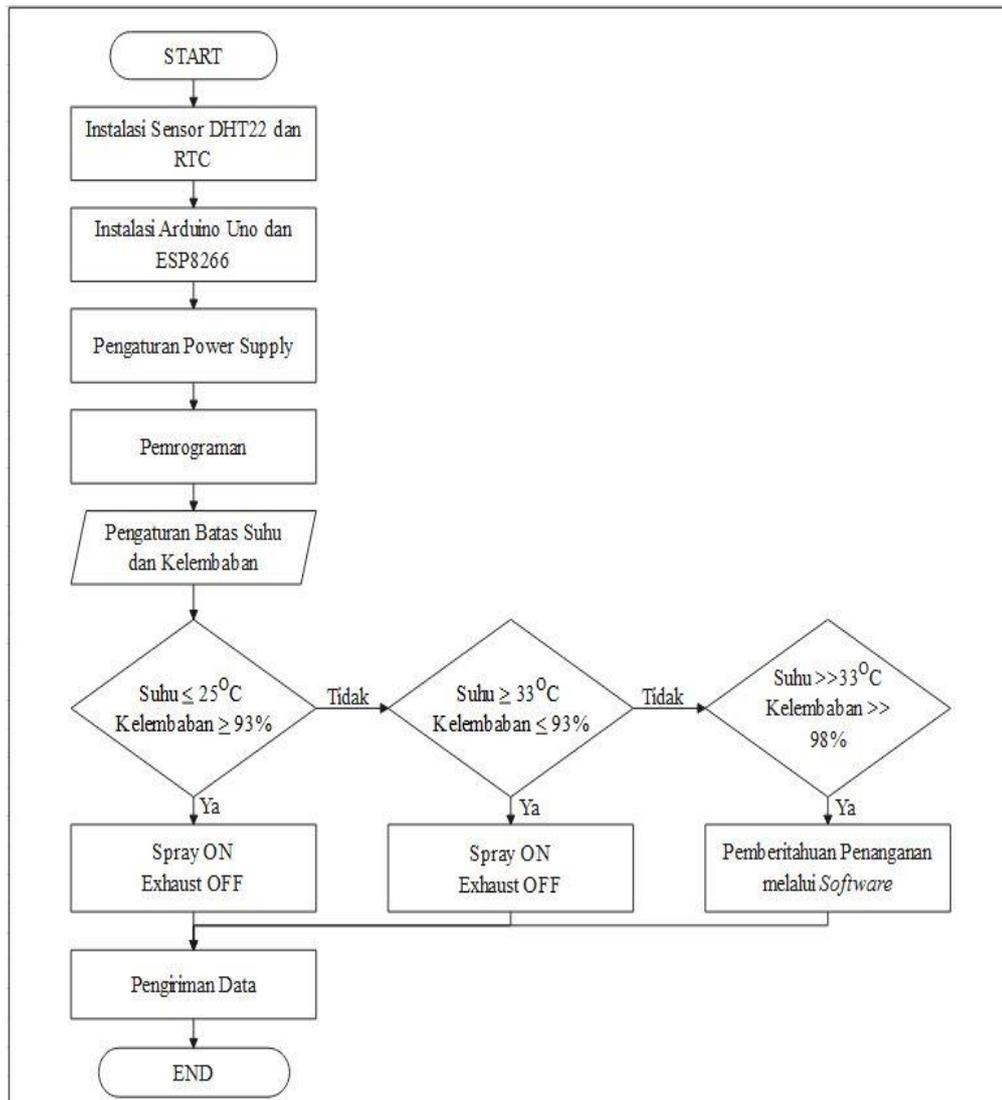
3.3.3 Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware smart building* budidaya jamur tiram dengan cara akuisisi data dan kontrol suhu dan kelembaban dibagi menjadi tiga bagian yaitu, *input*, proses, dan *output*. Gambar 3.11 adalah skematik rangkaian *hardware* dari sistem.



Gambar 3. 11 Skematik Rangkaian Sistem

Gambar 3.12 menjelaskan *input* menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Data yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor DHT22 terhadap suhu dan kelembaban akan diteruskan ke *output* dengan sebelumnya data akan diproses oleh mikrokontroler sesuai batas yang dikehendaki. Dan bagian *server* bertugas untuk mengumpulkan, mengolah, menampilkan data, dan kemudian menyampaikan informasi ke *user* melalui *website*.

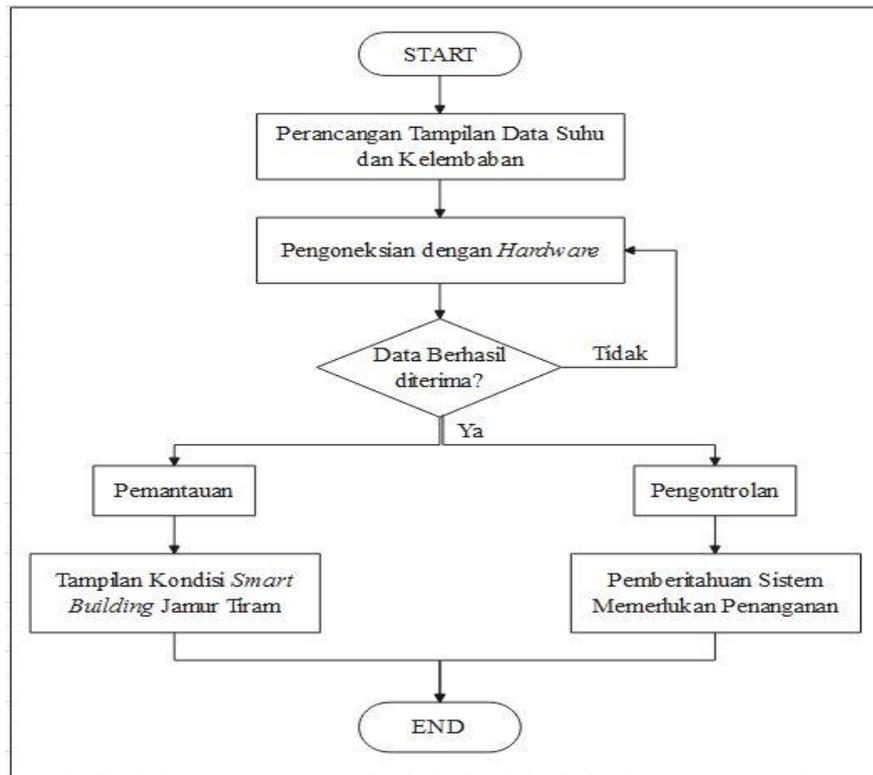


Gambar 3. 12 Diagram Alur Proses Sistem *Hardware*

3.3.4 Perancangan *Software*

Gambar 3.13 menjelaskan proses perancangan pemrograman pada *website* yang digunakan sebagai *user interface*. Untuk dapat mengakses kondisi suhu dan *smart building* jamur tiram, pada *website* ini memerlukan koneksi dengan internet. Tampilan pertama pada *website* berupa kondisi suhu dan kelembaban pada *smart building* jamur tiram dengan tingkatan level yaitu aman terkendali dan

membutuhkan penanganan. Dan untuk tampilan kedua pada aplikasi berupa status *sprayer* dan *exhaust* menyala atau mati.



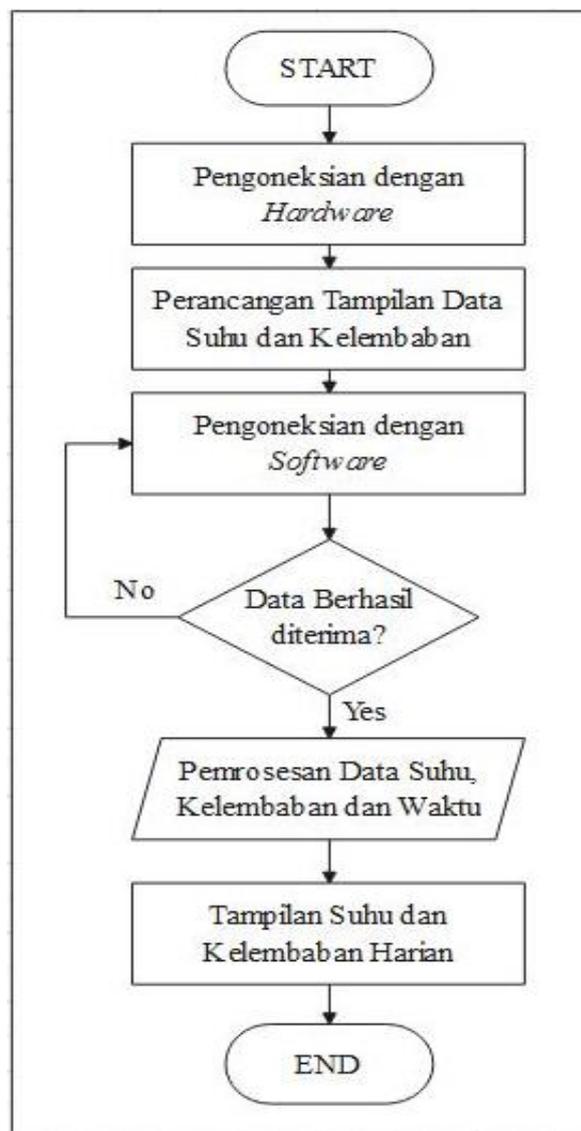
Gambar 3. 13 Diagram Alur Proses pada Sistem *Software*

Gambar 3.14 merupakan perancangan tampilan *website localhost* yang akan digunakan untuk menampilkan dari monitoring keadaan suhu dan kelembaban pada *smart building* jamur tiram.



Gambar 3. 14 Perancangan Tampilan *Website Smart Building*

Gambar 3.15 menjelaskan proses perancangan *website* merupakan *user interface* untuk akuisisi dan monitoring data suhu dan kelembaban. Pada perancangan *website* menggunakan *website localhost* yang dapat menyimpan data dari sensor secara *online*. Tampilan pada *website localhost* adalah rata-rata kondisi suhu dan kelembaban. File data suhu dan kelembaban akan ditampilkan pada *website* secara *real-time*.



Gambar 3. 15 Diagram Alur Proses Perancangan pada *Website*

3.3.5 Pengujian Alat dan Sistem

Pada tahap pengujian keseluruhan alat pada *prototype* akuisisi data dan kontrol suhu dan kelembaban otomatis dilakukan agar sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan dengan melakukan 2 jenis tahapan pengujian, yakni tahapan pertama dilakukan pengujian *hardware*/perangkat yang digunakan untuk mengetahui fungsionalitas dari perangkat berupa mikrokontroler Arduino uno dan sensor DHT22 bahwa data berfungsi sebagaimana mestinya. Tahapan kedua merupakan pengujian *system* yang digunakan dimana pada tahap pengujian ini meliputi pengujian *system fuzzy* pada *actuator fan* dan *actuator water pump* serta pengujian *system monitoring* yang berbasis *website* jaringan *local*.

Proses pengujian alat dan sistem ini melalui beberapa tahapan yang hampir sama pada setiap perlakuannya dalam pengambilan data serta proses analisisnya. Adapun proses pengujian yang dilakukan secara umum pada setiap tahapannya ialah sebagai berikut:

1. Pembuatan program dengan android IDE menggunakan bahasa pemrograman C. Dimana pada prosesnya sebagian besar tahapan pengujian memiliki *source code* (program) yang berbeda.
2. Melakukan *routing* atau penjaluran pada perangkat keras jika terdapat *port-port* atau GPIO yang perlu dihubungkan dengan beracuan pada *database hardware* dan PIN yang dipakai pada program.
3. Menjalankan program dengan cara men-*generate* program dari Arduino IDE kedalam mikrokontroler Arduino Uno.

4. Melakukan beberapa perlakuan khusus sesuai dengan kondisi yang ingin diamati, seperti halnya mendekatkan air es untuk mendapatkan kondisi lingkungan dengan suhu dingin, mendekatkan sensor dengan api dari korek untuk mendapatkan suhu lingkungan panas ataupun penempatan *prototype* kedalam lingkungan yang memiliki kriteria dalam pengujian tersebut, dan sebagainya.
5. Mencatat dan menganalisa setiap hasil dari data yang telah diperoleh.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil uji coba dan pembahasan dari sistem yang telah dibuat pada penelitian ini. Ada beberapa hal yang akan dibahas diantaranya adalah proses uji coba dan hasil uji coba yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dari *hardware system* dan *software system*, apakah dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau yang telah direncanakan serta keterkaitan sistem yang telah dibuat terhadap kaidah-kaidah islamiyah.

4.1 Pengujian

Pada sub bab ini merupakan hasil pengujian dari setiap persiapan yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian utama, dimana proses ini berfungsi untuk meningkatkan *presentase* keberhasilan dalam melakukan pengujian utama serta mengurangi resiko kegagalan pada saat melakukan pengujian utama yang nantinya akan dijelaskan pada sub bab Pembahasan.

4.1.1 Hasil Pengujian Arduino Uno

4.1.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian Arduino Uno bertujuan untuk mengetahui apakah dapat berjalan dengan baik, serta dapat mengeksekusi program ke mikrokontroler dengan benar.

4.1.1.2 Alat yang digunakan

Pada proses pengujian ini dibutuhkan beberapa alat berupa *hardware* maupun *software* untuk mendukung proses kinerja maupun tingkat kesuksesan dalam melakukan pengujian. Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

- a. Arduino Uno
- b. USB *Downloader*
- c. Laptop
- d. *Software* Arduino IDE
- e. *Power Supply* 12V

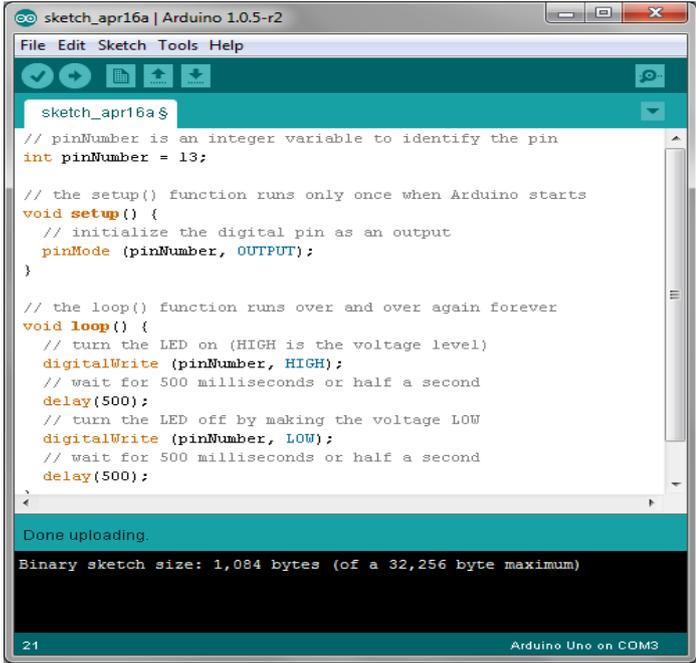
4.1.1.3 Prosedur Pengujian Arduino Uno

Pelaksanaan pengujian memerlukan beberapa perlakuan dan prosedur khusus yang berbeda dari setiap proses pengujian yang dilakukan. Dalam proses pengujian Arduino Uno ini adapun prosedur yang perlu dilakukan yakni sebagai berikut:

- a. Menghidupkan Laptop
- b. Nyalakan *Power Supply* dan Hubungkan kabel USB Arduino Uno pada port USB Laptop
- c. Buka *Software* Arduino
- d. Buat program sederhana
- e. Sebelum *upload* program yang telah dibuat, pastikan tidak terdapat *error*. Lalu klik *upload*.

4.1.1.4 Hasil Pengujian Arduino Uno

Gambar 4.1 dapat diamati bahwa program pada Arduino dapat tereksekusi dengan baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat masalah pada *hardware* maupun *software* untuk membuat program.



```

sketch_apr16a | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
sketch_apr16a $
// pinNumber is an integer variable to identify the pin
int pinNumber = 13;

// the setup() function runs only once when Arduino starts
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output
  pinMode (pinNumber, OUTPUT);
}

// the loop() function runs over and over again forever
void loop() {
  // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  digitalWrite (pinNumber, HIGH);
  // wait for 500 milliseconds or half a second
  delay(500);
  // turn the LED off by making the voltage LOW
  digitalWrite (pinNumber, LOW);
  // wait for 500 milliseconds or half a second
  delay(500);
}

Done uploading.
Binary sketch size: 1,084 bytes (of a 32,256 byte maximum)
21 Arduino Uno on COM3

```

Gambar 4. 1 *Script* dan Upload Program

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat masalah pada *hardware* maupun *software* untuk membuat program. Adapun presentasi keberhasilan *upload* program bila konfigurasi sesuai ialah 100%.

4.1.2 Hasil Pengujian Sensor DHT22

4.1.2.1 Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini sensor suhu dan kelembaban udara atau DHT22 akan dibuatkan sebuah program sederhana untuk membaca dan menampilkan suhu dan

kelembaban secara *realtime*. Pada proses ini menggunakan *software* Arduino dengan jalur komunikasi *bidirectional 2-wire* yang telah tersedia pada Arduino.

4.1.2.2 Alat Yang Digunakan

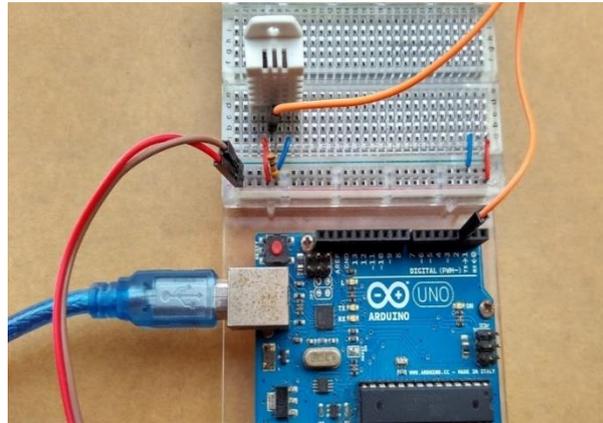
Pada proses pengujian ini dibutuhkan beberapa alat berupa *hardware* maupun *software* untuk mendukung proses kinerja maupun tingkat kesuksesan dalam melakukan pengujian. Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

- a. Arduino Uno
- b. USB *Downloader*
- c. Laptop
- d. *Software* Arduino IDE
- e. Sensor DHT22

4.1.2.3 Prosedur Pengujian

Pelaksanaan pengujian memerlukan beberapa perlakuan dan prosedur khusus yang berbeda dari setiap proses pengujian yang dilakukan. Dalam proses pengujian Arduino Uno ini adapun prosedur yang perlu dilakukan yakni sebagai berikut:

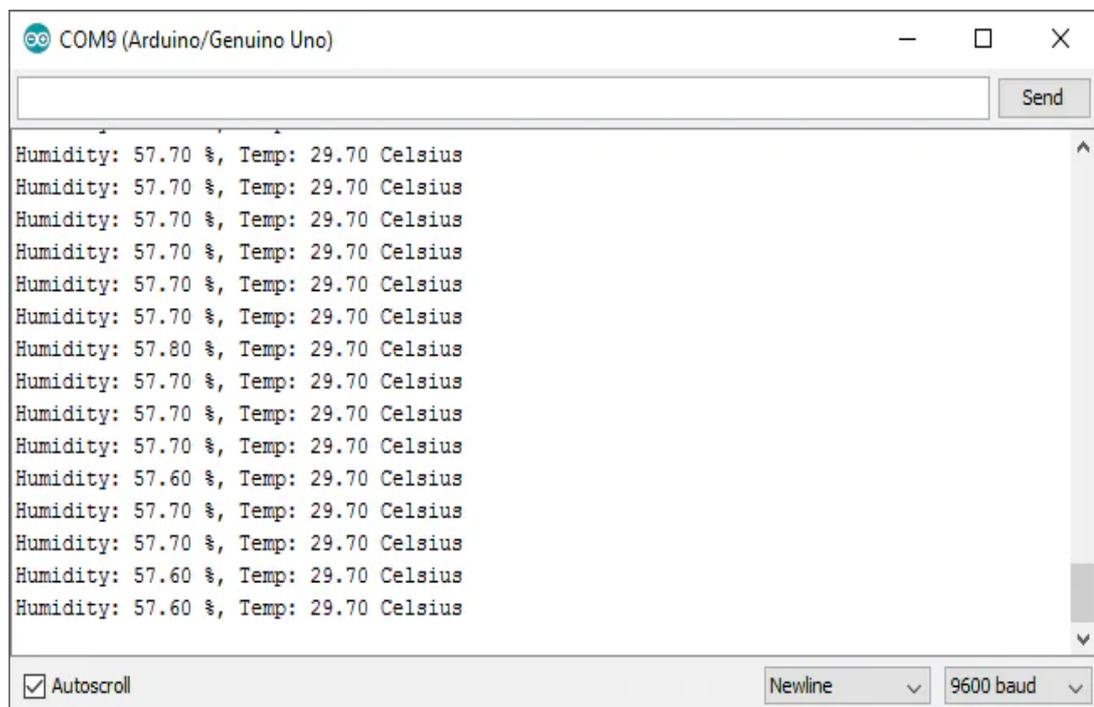
- a. Menghubungkan Sensor DHT22 pada Arduino uno
- b. Menyambungkan kabel USB *Downloader*
- c. *Upload* program menuju Arduino Uno menggunakan *Software* Arduino IDE.
- d. Mengamati data dari sensor DHT22 melalui *serial monitor* pada laptop.



Gambar 4. 2 Rangkaian Arduino Uno dan Sensor DHT22

4.1.2.4 Hasil Pengujian Arduino Uno

Gambar 4.3 dapat diamati bahwa pada tampilan *serial monitor* sensor sudah dapat menampilkan nilai dari suhu dan kelembaban secara *realtime*. Satuan yang diambil pada suhu dari sensor merupakan suhu dalam *Celcius* ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan kelembaban dalam satuan Persen (%).



Gambar 4. 3 Hasil *Serial Monitor* Suhu dan Kelembaban

Tabel 4. 1 Data Suhu dan Kelembaban Sensor DHT22

No.	Kondisi Real		Sensor DHT22	
	Suhu (Thermometer)	Lembab (Hygrometer)	Suhu	Kelembaban
1	25.4	41.2	25.1	41.4
2	25.9	41.1	25.08	40.5
3	24.2	40.8	24.9	40.4
4	26.3	40.9	26.6	41.1
5	25.5	41.5	26.1	41.8
6	25.1	42.8	25.8	42.2
7	26.1	42.8	25.5	42.6
8	26.2	43.1	27.3	43.2
9	26.1	44.4	26.8	45.3
10	26.9	44.9	27.7	45.8
11	29.1	46.3	28.3	46.3
12	27.1	55.4	27.9	55.2
13	27.5	54.1	27.7	53.6
14	29.2	46.5	29.4	46.3
15	28.3	46.5	28.7	46.5
16	28.9	46.8	29.2	47.3
17	29.3	47.8	29.4	47.9
18	30.8	48.5	29.6	48.6
19	30.2	49.2	29.8	48.5
20	28.4	49.2	28.5	51.2
21	31.3	51.4	31.4	51.4
22	32.6	52.1	32.6	52.9
23	33.4	51.9	33.2	52.5
24	34.5	53.5	34.2	53.2
25	36.2	53.8	36.3	53.9
26	36.3	54.2	35.1	54.3
27	34.3	54.2	33.9	54.3
28	32.8	55.7	32.6	55.6
29	38.6	56.9	38.3	57.2
30	34	57.6	33.7	57.8

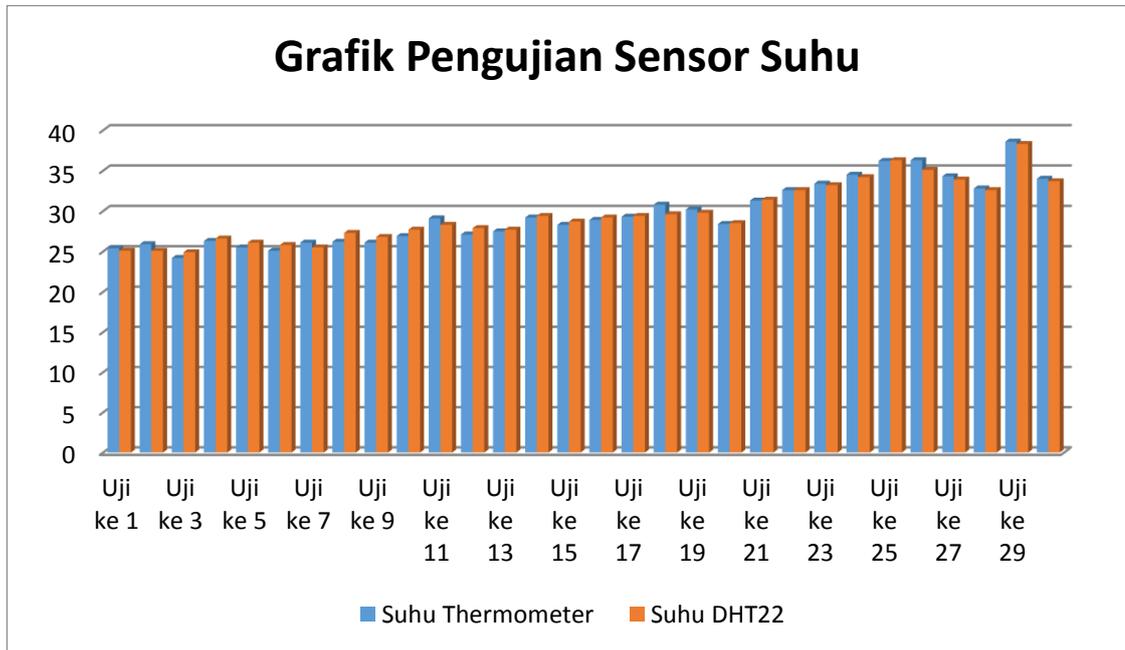
Keterangan:

Pada Tabel Suhu:

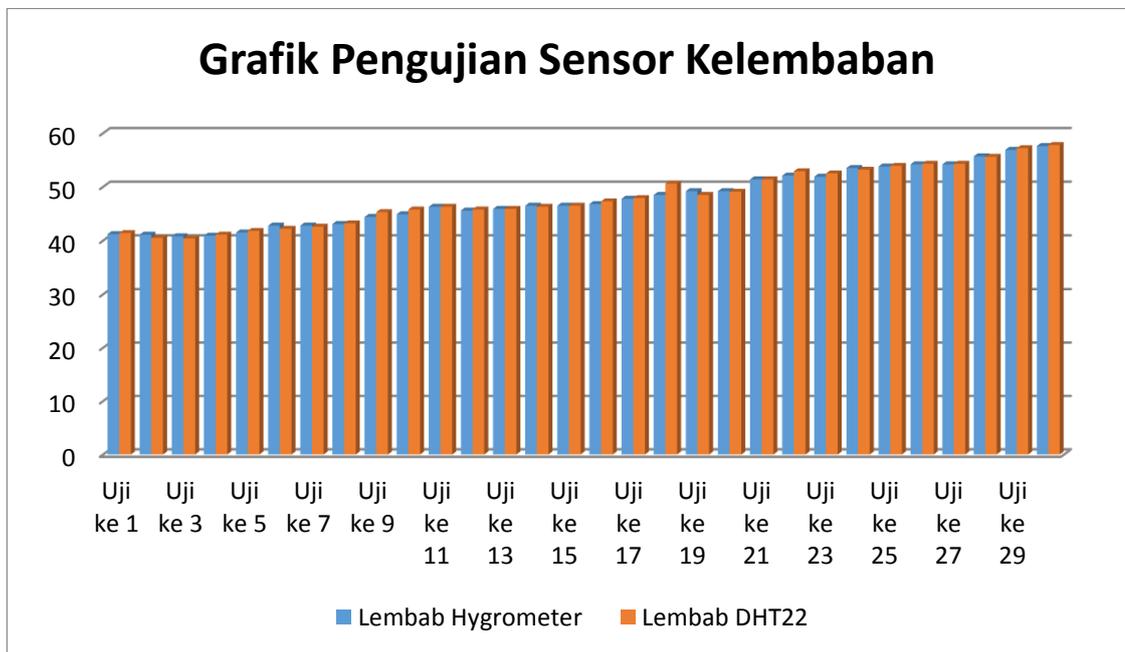
Dingin
Normal
Panas

Pada Tabel Kelembaban:

Lembab
Normal
Kering



Grafik 4. 1 Pengujian Sensor Suhu



Grafik 4. 2 Pengujian Sensor Kelembaban

Pengujian ini menggunakan *thermometer* sehingga selisih perbandingan dapat terlihat. Adapun hasil pengujian sensor suhu dan kelembaban dapat diamati pada Tabel 4.1 dengan pembanding *thermometer* dan *hygrometer*.

4.2 Pembahasan

Pada sub bab ini seperti halnya yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, yang mana pada sub bab ini merupakan hasil pengujian utama dari penelitian. Pada sub bab ini akan menampilkan hasil dari pengujian *fuzzy system* terhadap *actuator* serta hasil tampilan *website* sebagai media *monitoring*.

4.2.1 Hasil Pengujian Sistem *Fuzzy* Sugeno Pada Aktuator *Fan*

4.2.1.1 Tujuan Pengujian

Pada pengujian *fuzzy* di aktuator *fan* ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan kesesuaian dari logika maupun perhitungan sistem *fuzzy* terhadap aktuator *fan* / kipas. Pada pengujian ini akan diambil data dari dua kondisi waktu yang berbeda, yakni kondisi pada pagi hari dan kondisi pada sore hari. Sehingga dapat menemukan tingkat akurasi dari konfigurasi sensor suhu serta tingkat kesesuaian pada logika *fuzzy*.

4.2.1.2 Alat yang Digunakan

Pada proses pengujian ini dibutuhkan beberapa alat berupa *hardware* maupun *software* untuk mendukung proses kinerja maupun tingkat kesuksesan dalam melakukan pengujian. Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

- a. Laptop

- b. Arduino Uno
- c. Sensor DHT22
- d. *USB Downloader*
- e. *Software* Arduino IDE

4.2.1.3 Prosedur Pengujian

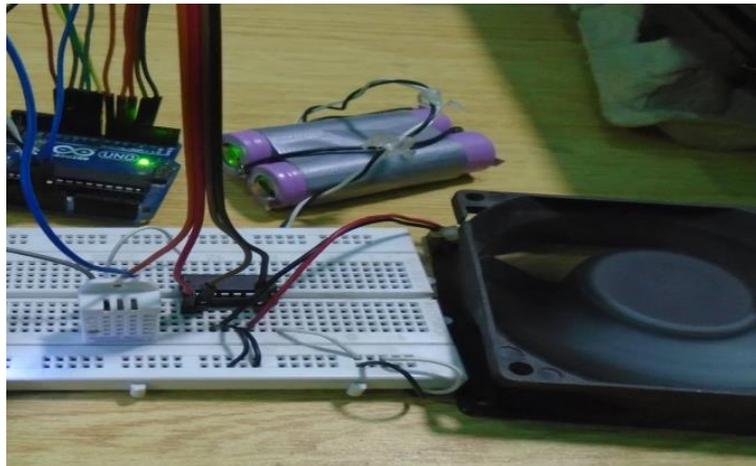
Pelaksanaan pengujian memerlukan beberapa perlakuan dan prosedur khusus yang berbeda dari setiap proses pengujian yang dilakukan. Dalam proses pengujian Arduino Uno ini adapun prosedur yang perlu dilakukan yakni sebagai berikut:

- a. Sambungkan sensor DHT22 dengan Arduino uno
- b. Koneksikan Arduino ke laptop menggunakan *USB Downloader*
- c. *Upload* program yang telah dibuat kedalam Arduino
- d. Lakukan pengamatan pada data suhu yang keluar dalam 2 waktu berjangka untuk mengetahui perbedaan dan tingkat perubahan suhunya.
- e. Analisa hasil data.

4.2.1.4 Hasil Pengujian

Berdasarkan dari hasil uji coba dapat diketahui dari Gambar 4.4 bahwa sistem *fuzzy* dapat berfungsi dengan cukup baik dimana sesuai dengan tabel *fuzzy* yang dapat diamati pada tabel 4.2. Ketika kondisi dari suhu dan kelembaban lingkungan memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan berdasarkan perhitungan sistem *fuzzy*, maka secara otomatis sistem akan menjalankan/menghidupkan *fan* (kipas) yang dimana berfungsi untuk menstabilkan suhu pada ruang lingkup

tanaman jamur dengan cara menghembuskan angin dan menghisap angin yang mana dengan kata lain mengatur sirkulasi udara, sehingga dapat mengatur kesesuaian suhu yang ideal bagi tanaman jamur tiram.



Gambar 4. 4 Rangkaian Arduino Uno dan *Fan*

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian *Fuzzy* pada *Fan*

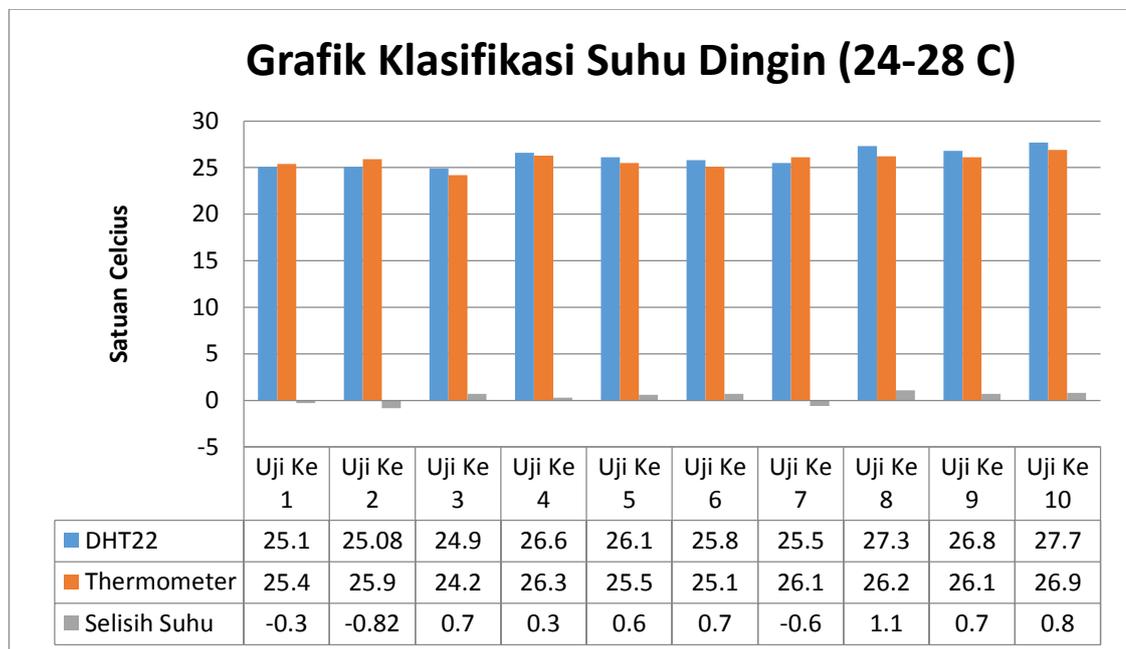
No.	Suhu DHT22	Suhu Thermometer	Klasifikasi			Selisih	Presentase
			Dingin (24-28)	Normal (28-30)	Panas (30-35)		
1	25.1	25.4	v	-	-	-0.3	1
2	25.08	25.9	v	-	-	-0.82	1
3	24.9	24.2	v	-	-	0.7	1
4	26.6	26.3	v	-	-	0.3	1
5	26.1	25.5	v	-	-	0.6	1
6	25.8	25.1	v	-	-	0.7	1
7	25.5	26.1	V	-	-	-0.6	1
8	27.3	26.2	V	-	-	1.1	1
9	26.8	26.1	V	-	-	0.7	1
10	27.7	26.9	V	-	-	0.8	1
11	28.3	29.1	-	v	-	-0.8	1
12	27.9	27.1	-	v	-	0.8	1
13	27.7	27.5	-	v	-	0.2	1
14	29.4	29.2	-	v	-	0.2	1
15	28.7	28.3	-	v	-	0.4	1
16	29.2	28.9	-	v	-	0.3	1
17	29.4	29.3	-	v	-	0.1	1
18	29.6	30.8	-	-	-	-1.2	0
19	29.8	30.2	-	-	-	-0.4	0

20	28.5	28.4	-	v	-	0.1	1
21	31.4	31.3	-	-	V	0.1	1
22	32.6	32.6	-	-	V	0	1
23	33.2	33.4	-	-	V	-0.2	1
24	34.2	34.5	-	-	V	-0.3	1
25	36.3	36.2	-	-	-	0.1	0
26	35.1	36.3	-	-	-	-1.2	0
27	33.9	34.3	-	-	V	-0.4	1
28	32.6	32.8	-	-	V	-0.2	1
29	38.3	38.6	-	-	-	-0.3	0
30	33.7	34	-	-	V	-0.3	1
Total Kesesuaian							25
Presentase Akurasi (jml data sesuai/jml total data)							83.33

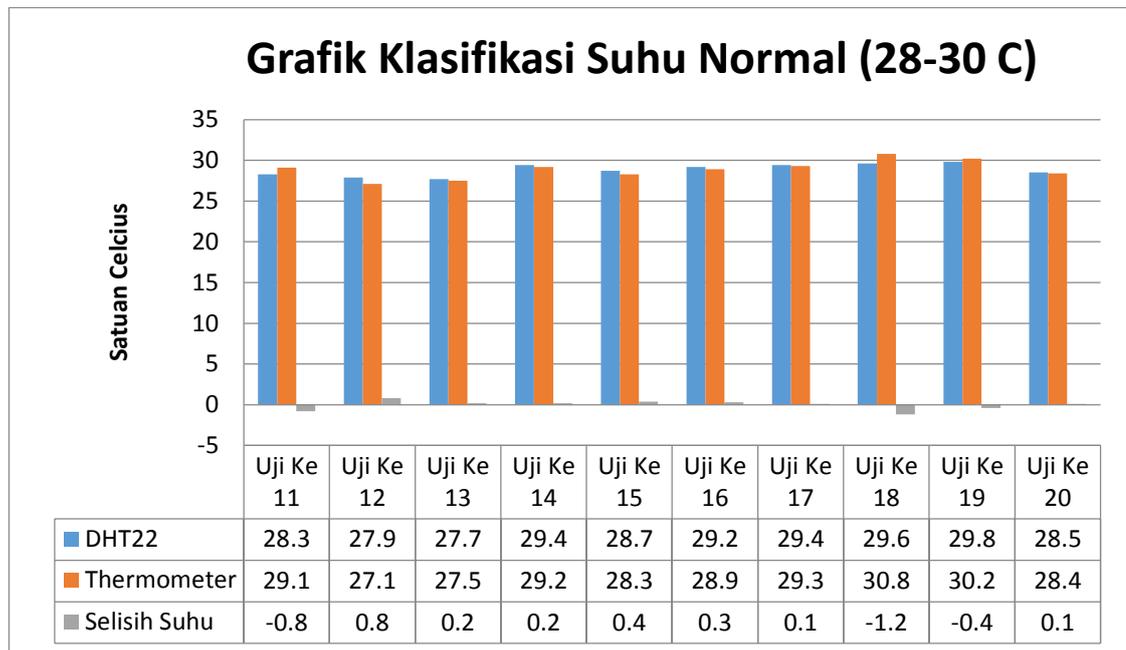
Keterangan:

1 : Sukses/sesuai

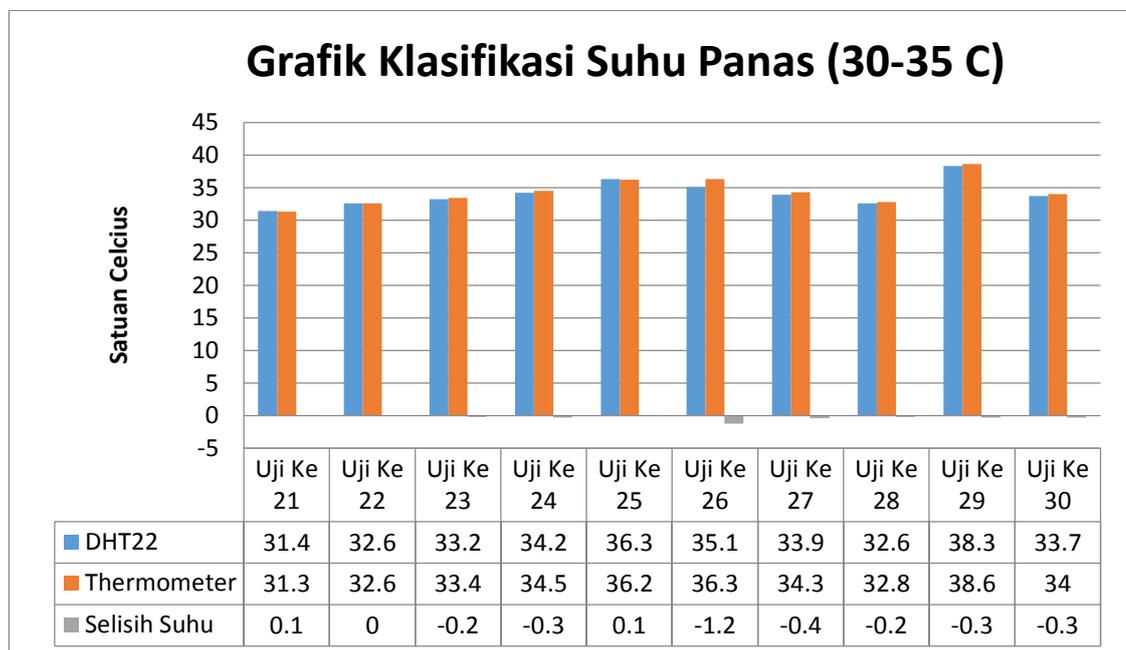
0 : Gagal/tidak sesuai



Grafik 4. 3 Selisih DHT22 dan Thermometer pada Suhu Dingin



Grafik 4. 4 Selisih DHT22 dan Thermometer pada Suhu Normal



Grafik 4. 5 Selisih DHT22 dan Thermometer pada Suhu Panas

Adapun *range* atau skala suhu yang ditetapkan pada pengujian ini adalah 23-28 *celcius* (°C) untuk kondisi suhu dingin, 28-30 *celcius* (°C) untuk kondisi suhu normal, dan 30-35 *celcius* (°C) untuk kondisi suhu panas.

Dengan beracuan pada skala tersebut maka sistem *fuzzy* akan melakukan stabilisasi suhu pada lingkungan penanaman jamur. Adapun konfigurasi besaran kecepatan laju putar atau rotasi per menit (PWM) dari kipas ialah PWM 85 ketika kondisi laju lambat, 150 ketika kondisi laju sedang, dan 220 ketika kondisi laju cepat. Berdasarkan pada Tabel 4.2 Dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi pembacaan suhu dengan menggunakan sensor DHT22 adalah 83.3% dengan rata-rata nilai selisih suhu adalah 0.3 *celcius* (°C).

4.2.2 Hasil Pengujian Sistem *Fuzzy* Sugeno Pada Aktuator *Sprayer*

4.2.2.1 Tujuan Pengujian

Pada pengujian *fuzzy* di aktuator *sprayer* / pompa air ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan kesesuaian dari logika maupun perhitungan sistem *fuzzy* terhadap aktuator *sprayer*. Pada pengujian ini akan diambil data dari dua kondisi waktu yang berbeda, yakni kondisi pada pagi hari dan kondisi pada sore hari. Sehingga dapat menemukan tingkat akurasi dari konfigurasi sensor kelembaban serta tingkat kesesuaian pada logika *fuzzy*.

4.2.2.2 Alat yang digunakan

Pada proses pengujian ini dibutuhkan beberapa alat berupa *hardware* maupun *software* untuk mendukung proses kinerja maupun tingkat kesuksesan dalam melakukan pengujian. Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

- a. Laptop
- b. Arduino Uno
- c. Sensor DHT22
- d. *USB Downloader*
- e. *Software* Arduino IDE

4.2.2.3 Prosedur Pengujian

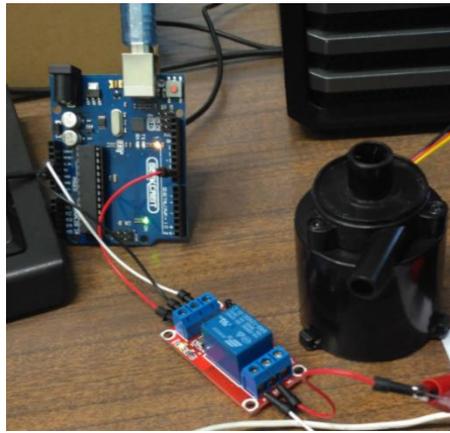
Pelaksanaan pengujian memerlukan beberapa perlakuan dan prosedur khusus yang berbeda dari setiap proses pengujian yang dilakukan. Dalam proses pengujian Arduino Uno ini adapun prosedur yang perlu dilakukan yakni sebagai berikut:

- a. Sambungkan sensor DHT22 dengan Arduino uno.
- b. Koneksikan Arduino ke laptop menggunakan *USB Downloader*.
- c. *Upload* program yang telah dibuat kedalam Arduino.
- d. Lakukan pengamatan pada data nilai kelembaban yang keluar dalam 2 waktu berjangka untuk mengetahui perbedaan dan tingkat perubahan suhunya.
- e. Lakukan pada pagi hari dan sore hari.
- f. Analisa hasil data.

4.2.2.4 Hasil Pengujian

Berdasarkan dari hasil uji coba dapat diketahui dari Gambar 4.5 bahwa sistem *fuzzy* dapat berfungsi dengan cukup baik dimana sesuai dengan tabel *fuzzy* yang dapat diamati pada tabel 4.3 ketika kondisi dari suhu dan kelembaban lingkungan memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan berdasarkan perhitungan

sistem *fuzzy*, maka secara otomatis sistem akan menjalankan/menghidupkan pompa air (*sprayer*) yang dimana berfungsi untuk menstabilkan kelembaban pada ruang lingkup tanaman jamur dengan cara menyiramkan air secara merata untuk meningkatkan kadar air dalam udara atau meningkatkan kelembaban sesuai dengan tingkat kelembaban yang ideal bagi tanaman jamur tiram.



Gambar 4. 5 Rangkaian Arduino Uno dan *Water Pump*

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian *Fuzzy* pada *Water Pump*

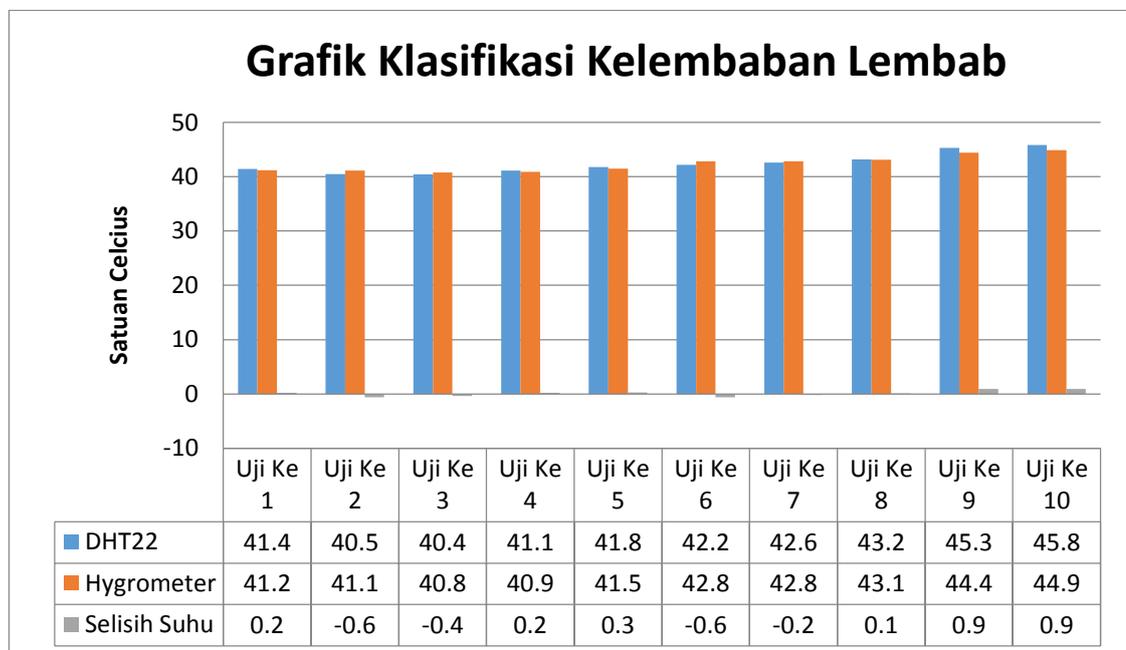
No.	Kelembaban DHT22	Kelembaban Hygrometer	Klasifikasi			Selisih	Presentase
			Lembab	Normal	Kering		
1	41.4	41.2	V	-	-	0.2	1
2	40.5	41.1	V	-	-	-0.6	1
3	40.4	40.8	V	-	-	-0.4	1
4	41.1	40.9	V	-	-	0.2	1
5	41.8	41.5	V	-	-	0.3	1
6	42.2	42.8	V	-	-	-0.6	1
7	42.6	42.8	V	-	-	-0.2	1
8	43.2	43.1	V	-	-	0.1	1
9	45.3	44.4	-	-	-	0.9	0
10	45.8	44.9	-	-	-	0.9	0
11	46.3	46.3	-	V	-	0	1
12	45.8	45.6	-	V	-	0.2	1
13	45.9	45.9	-	V	-	0	1
14	46.3	46.5	-	V	-	-0.2	1
15	46.5	46.5	-	V	-	0	1
16	47.3	46.8	-	V	-	0.5	1
17	47.9	47.8	-	V	-	0.1	1

18	50.6	48.5	-	-	-	0.1	0
19	48.5	49.2	-	V	-	-0.7	1
20	49.1	49.2	-	V	-	-0.1	1
21	51.4	51.4	-	-	V	0	1
22	52.9	52.1	-	-	V	0.8	1
23	52.5	51.9	-	-	V	0.6	1
24	53.2	53.5	-	-	V	-0.3	1
25	53.9	53.8	-	-	V	0.1	1
26	54.3	54.2	-	-	V	0.1	1
27	54.3	54.2	-	-	V	0.1	1
28	55.6	55.7	-	-	V	-0.1	1
29	57.2	56.9	-	-	V	0.3	1
30	57.8	57.6	-	-	V	0.2	1
Total Kesesuaian							27
Presentase Akurasi (jml data sesuai/jml total data)							90.00

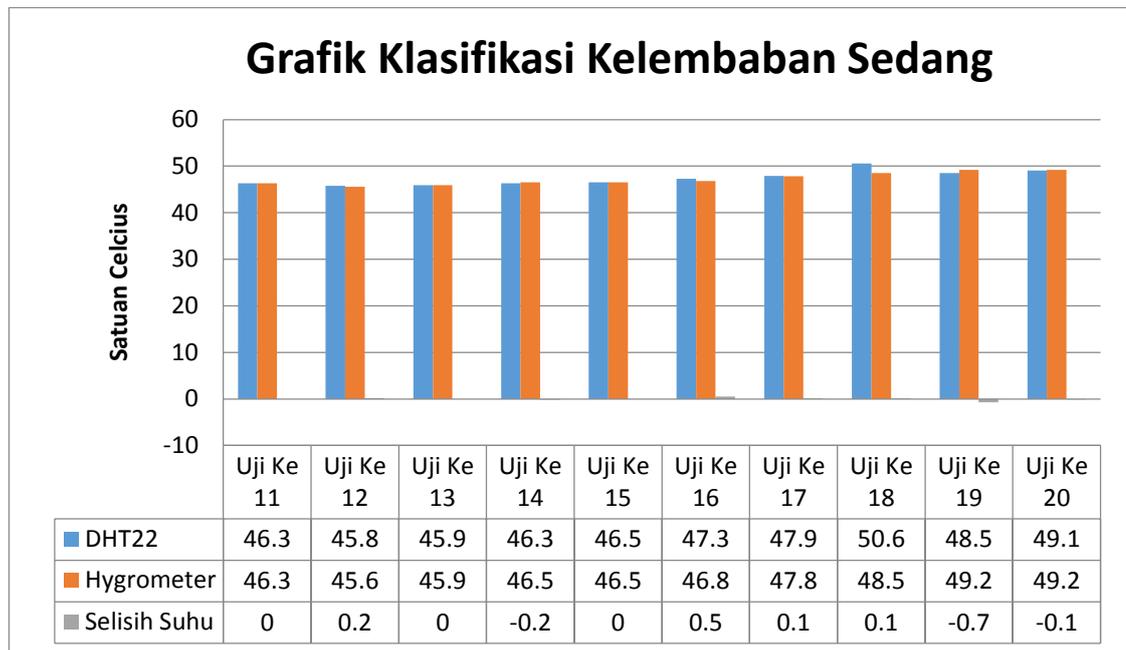
Keterangan:

1 : Sukses/sesuai

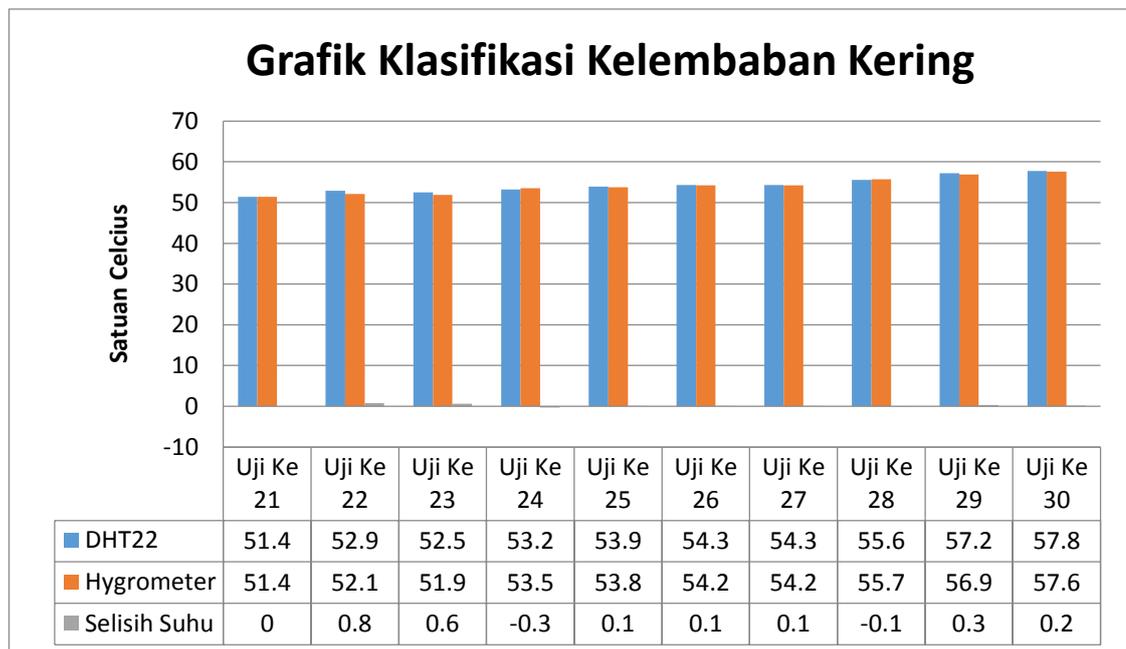
0 : Gagal/tidak sesuai



Grafik 4. 6 Selisih DHT22 dan Hygrometer pada Kelembaban Lembab



Grafik 4. 7 Selisih DHT22 dan Hygrometer pada Kelembaban Sedang



Grafik 4. 8 Selisih DHT22 dan Hygrometer pada Kelembaban Kering

Adapun *range* atau skala kelembaban yang ditetapkan pada pengujian ini adalah 40-45 persen (%) untuk kondisi lembab, 45-50 persen (%) untuk kondisi normal, dan 50-65 persen (%) untuk kondisi kering. Dengan beracuan pada skala

tersebut maka sistem *fuzzy* akan melakukan stabilisasi kelembaban pada lingkungan penanaman jamur. Adapun konfigurasi besaran timing atau waktu lama *sprayer*/penyemprotan dari pompa air ialah 30 detik ketika kondisi sebentar, 60 detik ketika kondisi sedang, dan 120 detik ketika kondisi lama. Dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi pembacaan kelembaban dengan menggunakan sensor DHT22 adalah 90% dengan rata-rata nilai selisih kelembaban adalah 0.5%.

4.2.3 Hasil Pengujian Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

4.2.3.1 Tujuan Pengujian

Pada pengujian kinerja sistem secara keseluruhan ini merupakan proses pengujian yang terintegrasi dengan setiap aktuator yang digunakan sehingga dapat diketahui proses dari kinerja setiap sistem yang ada secara keseluruhan. Adapun proses pengujian ini mengambil data awal berupa suhu dan kelembaban sebelum sistem dijalankan serta data dari setiap proses/kondisi aktuator dengan dilanjutkan pengambilan data suhu dan kelembaban setelah aktuator berjalan. Dalam pengujian ini rentan waktu yang digunakan dalam setiap pengambilan *sampling* ialah 10 detik.

4.2.3.2 Alat yang digunakan

Pada proses pengujian ini dibutuhkan beberapa alat berupa *hardware* maupun *software* untuk mendukung proses kinerja maupun tingkat kesuksesan dalam melakukan pengujian. Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

- a. Laptop

- b. Arduino Uno
- c. Sensor DHT22
- d. *USB Downloader*
- e. *Software* Arduino IDE

4.2.3.3 Prosedur Pengujian

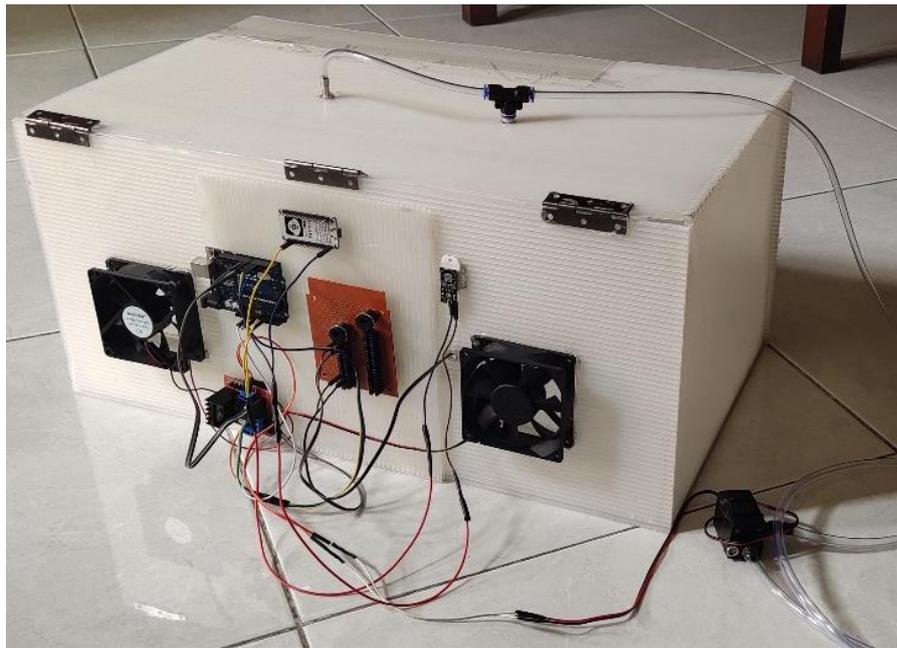
Pelaksanaan pengujian memerlukan beberapa perlakuan dan prosedur khusus yang berbeda dari setiap proses pengujian yang dilakukan. Dalam proses pengujian Arduino Uno ini adapun prosedur yang perlu dilakukan yakni sebagai berikut:

- a. Sambungkan sensor DHT22 dengan Arduino uno
- b. Koneksikan Arduino ke laptop menggunakan *USB Downloader*
- c. *Upload* program yang telah dibuat kedalam Arduino
- d. Lakukan pengamatan pada data nilai suhu dan kelembaban pada saat kondisi sistem belum berjalan
- e. Jalankan program
- f. Catat setiap perubahan yang terjadi pada aktuator berdasarkan kondisinya
- g. Ambil setiap data dalam rentan waktu 10 detik
- h. Analisa hasil data

4.2.3.4 Hasil Pengujian

Berdasarkan dari hasil uji coba dapat diketahui dari Gambar 4.6 bahwa kinerja sistem secara keseluruhan dapat berfungsi dengan cukup baik dimana sesuai dengan tabel pengujian sistem yang dapat diamati pada tabel 4.4 ketika

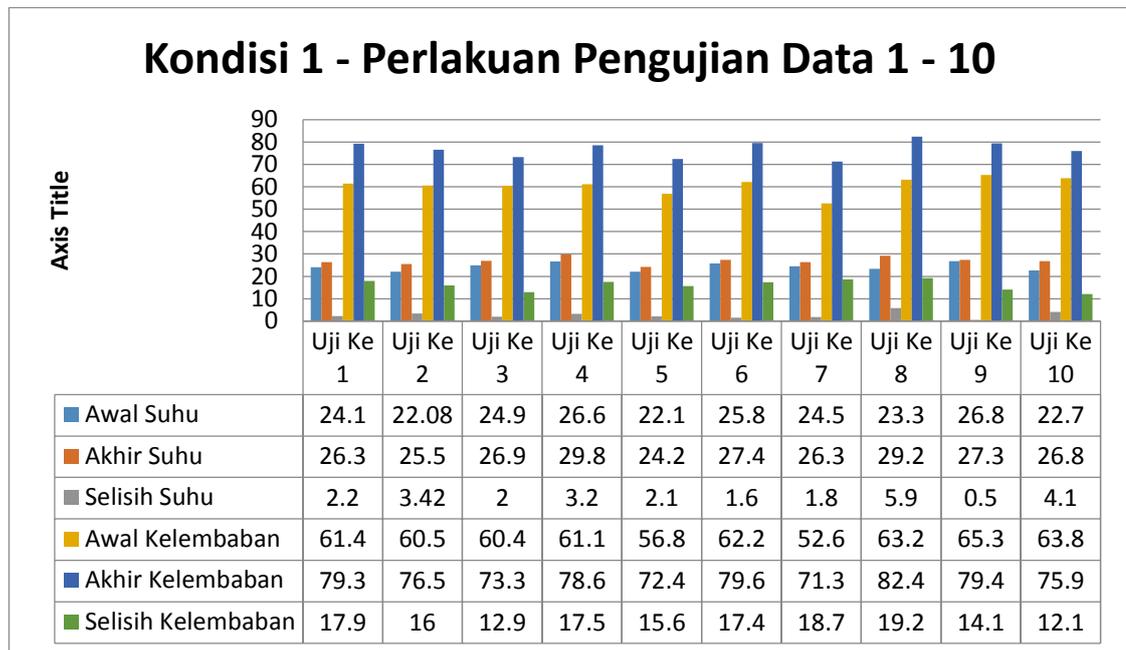
suhu dan kelembaban pada kondisi tertentu maka aktuator baik pompa air, lampu, maupun kipas akan bekerja secara paralel untuk mencoba menstabilkan kondisi suhu dan kelembaban sesuai dengan logika *fuzzy* yang telah diterapkan guna mencapai kondisi suhu dan kelembaban yang ideal untuk tanaman jamur tiram.



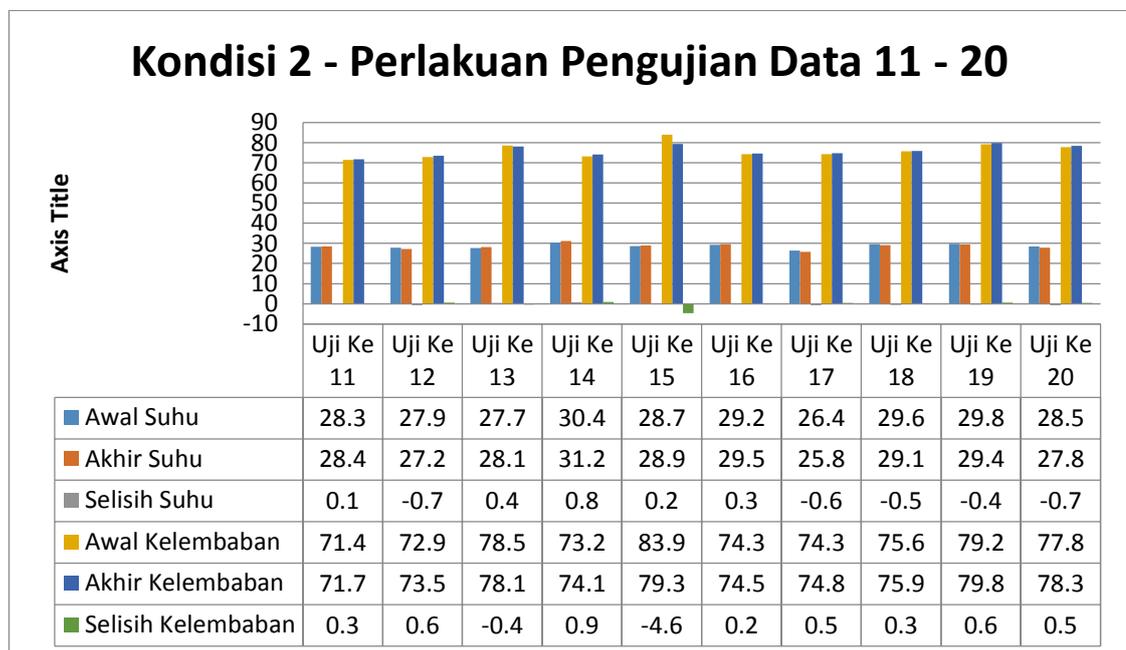
Gambar 4. 6 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

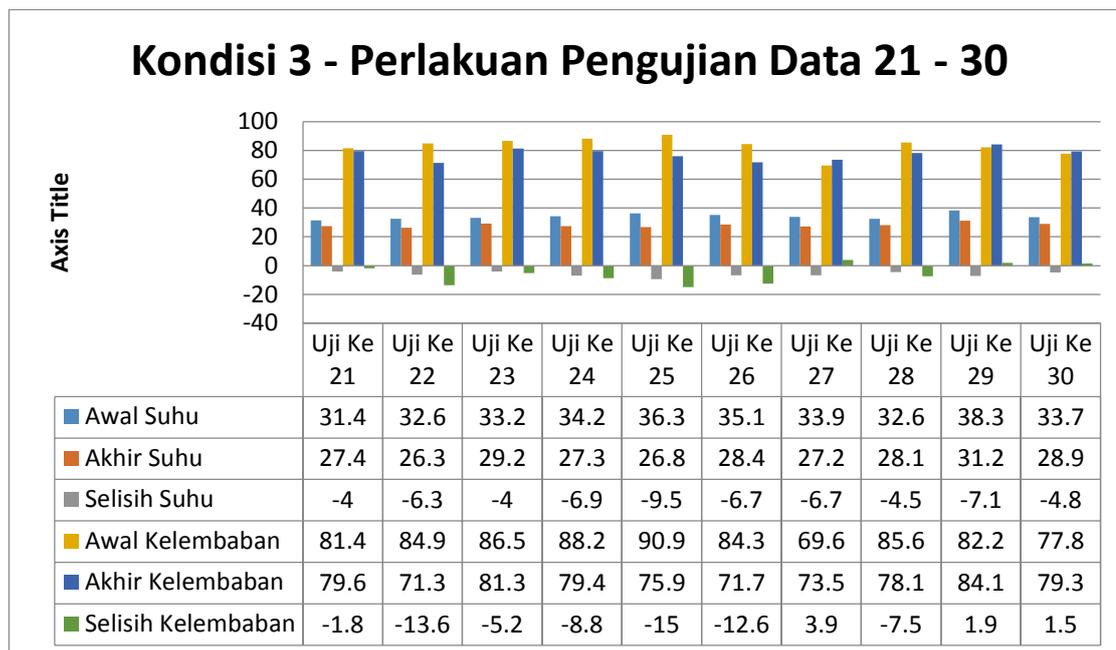
No.	Kondisi Awal		Kondisi Akhir (10 s)		Kondisi Awal				Aktuator			Kondisi Akhir (25-30 C) & (70-80 %)		Selisih					
	Suhu DHT22	Kelembaban DHT22	Suhu DHT22	Kelembaban DHT22	Dingin (<25 C)	Suhu Normal (25-30 C)	Panas (>30 C)	Lembab (>80 %)	Normal (70-80 %)	Kering (<70 %)	Lampu	Kipas	Pompa	Ideal	Tidak Ideal	Suhu	Kelembaban		
1	24.1	61.4	26.3	79.3	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	V	-	2.2	17.9		
2	22.08	60.5	25.5	76.5	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	V	-	3.4	16		
3	24.9	60.4	26.9	73.3	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	V	-	2.0	12.9		
4	26.6	61.1	29.8	78.6	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	ON	V	-	3.2	17.5		
5	22.1	56.8	24.2	72.4	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	-	V	2.1	15.6		
6	25.8	62.2	27.4	79.6	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	ON	V	-	1.6	17.4		
7	24.5	52.6	26.3	71.3	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	V	-	1.8	18.7		
8	23.3	63.2	29.2	82.4	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	-	V	5.9	19.2		
9	26.8	65.3	27.3	79.4	-	V	-	-	-	V	ON	OFF	ON	V	-	0.5	14.1		
10	22.7	63.8	26.8	75.9	V	-	-	-	-	V	ON	OFF	ON	V	-	4.1	12.1		
11	28.3	71.4	28.4	71.7	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	0.1	0.3		
12	27.9	72.9	27.2	73.5	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	-0.7	0.6		
13	27.7	78.5	28.1	78.1	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	0.4	-0.4		
14	30.4	73.2	31.2	74.1	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	ON	V	-	0.8	0.9		
15	28.7	83.9	28.9	79.3	-	V	-	-	-	V	ON	OFF	OFF	V	-	0.2	-4.6		
16	29.2	74.3	29.5	74.5	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	0.3	0.2		
17	26.4	74.3	25.8	74.8	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	-0.6	0.5		
18	29.6	75.6	29.1	75.9	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	-0.5	0.3		
19	29.8	79.2	29.4	79.8	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	-0.4	0.6		
20	28.5	77.8	27.8	78.3	-	V	-	-	-	V	OFF	OFF	OFF	V	-	-0.7	0.5		
21	31.4	81.4	27.4	79.6	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-4.0	-1.8		
22	32.6	84.9	26.3	71.3	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-6.3	-13.6		
23	33.2	86.5	29.2	81.3	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	-	V	-4.0	-5.2		
24	34.2	88.2	27.3	79.4	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-6.9	-8.8		
25	36.3	90.9	26.8	75.9	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-9.5	-15		
26	35.1	84.3	28.4	71.7	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-6.7	-12.6		
27	33.9	69.6	27.2	73.5	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	ON	V	-	-6.7	3.9		
28	32.6	85.6	28.1	78.1	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-4.5	-7.5		
29	38.3	82.2	31.2	84.1	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	-	V	-7.1	1.9		
30	33.7	77.8	28.9	79.3	-	V	-	-	-	V	OFF	ON	OFF	V	-	-4.8	1.5		
		Min																	
		Max																	
		Ideal																26	
		Tidak Ideal																4	



Grafik 4. 9 Pengujian Keseluruhan Kondisi 1



Grafik 4. 10 Pengujian Keseluruhan Kondisi 2



Grafik 4. 11 Pengujian Keseluruhan Kondisi 3

Berdasarkan hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan dapat diamati pada Tabel 4.4 bahwa kinerja pada sistem aktuator bekerja dengan baik jika kondisi suhu dan kelembaban berada pada *range* yang telah ditentukan. Adapun tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan stabilisasi suhu untuk mencapai kondisi ideal bagi tanaman jamur tiram sebesar 86.6 % dari 30 pengujian pengambilan data *sampling*. Dimana selisih peningkatan suhu bernilai paling besar 5.6 C dan penurunan suhu paling rendah sebesar 9.5 C. sedangkan selisih peningkatan kelembaban bernilai paling besar 19.2 % dan penurunan kelembaban paling rendah sebesar 15.0 %.

Dalam pengujian sistem secara keseluruhan ini dapat disimpulkan bahwa jika tingkat tingkat akurasi dari pembacaan suhu dan kelembaban tinggi maka

secara tegak lurus tingkat akurasi dari kinerja aktuator dan proses stabilisasi kondisi ideal bagi tanaman jamur juga akan ikut tinggi.

4.2.4 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Website

4.2.4.1 Tujuan Pengujian

Pada proses pengujian sistem monitoring dengan *website* ini bertujuan untuk menampilkan data dari sensor DHT22 yang sebelumnya berupa sinyal *analog* dirubah kedalam sinyal digital dan selanjutnya akan diteruskan kedalam *localhost* atau *intranet*. Dimana setiap *user* yang berada pada jaringan internet yang sama dapat melakukan monitoring pada sensor suhu dan kelembaban secara *realtime*.

4.2.4.2 Alat yang digunakan

Pada proses pengujian ini dibutuhkan beberapa alat berupa *hardware* maupun *software* untuk mendukung proses kinerja maupun tingkat kesuksesan dalam melakukan pengujian. Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

- a. Arduino Uno
- b. NodeMCU
- c. Sensor DHT22
- d. USB *Downloader*
- e. Laptop
- f. *Software* Arduino IDE
- g. *Power Supply* 12V

4.2.4.3 Prosedur Pengujian

Pelaksanaan pengujian memerlukan beberapa perlakuan dan prosedur khusus yang berbeda dari setiap proses pengujian yang dilakukan. Dalam proses pengujian Arduino Uno ini adapun prosedur yang perlu dilakukan yakni sebagai berikut:

- a. Sambungkan sensor DHT22 ke Arduino uno
- b. Konfigurasikan NodeMCU dengan Arduino uno secara parallel untuk akses data dari DHT22
- c. Koneksikan NodeMCU dengan laptop
- d. *Upload* program dari Arduino IDE kedalam NodeMCU menggunakan USB *Downloader*
- e. Cek IP yang muncul pada serial monitor
- f. Masukkan IP *localhost* dari NodeMCU tersebut kedalam *browser*
- g. Data sensor dari DHT22 dapat diakses secara IoT (*Internet of Things*) dan *realtime* dalam satu jaringan internet.

4.2.4.4 Hasil Pengujian

Proses pengujian terakhir merupakan proses pengujian pada website *localhost* yang merupakan implementasi dari sistem IoT yang menerapkan pemanfaatan teknologi berbasis *cloud*. Dimana proses transmisi dan monitoring hasil dari pembacaan suhu dan kelembaban dari sensor DHT22 akan diteruskan kedalam sebuah *website* untuk memonitoring kondisi dari tempat pembudidayaan jamur secara *realtime* atau secara terkini.



Gambar 4. 7 Tampilan *Website* Monitoring

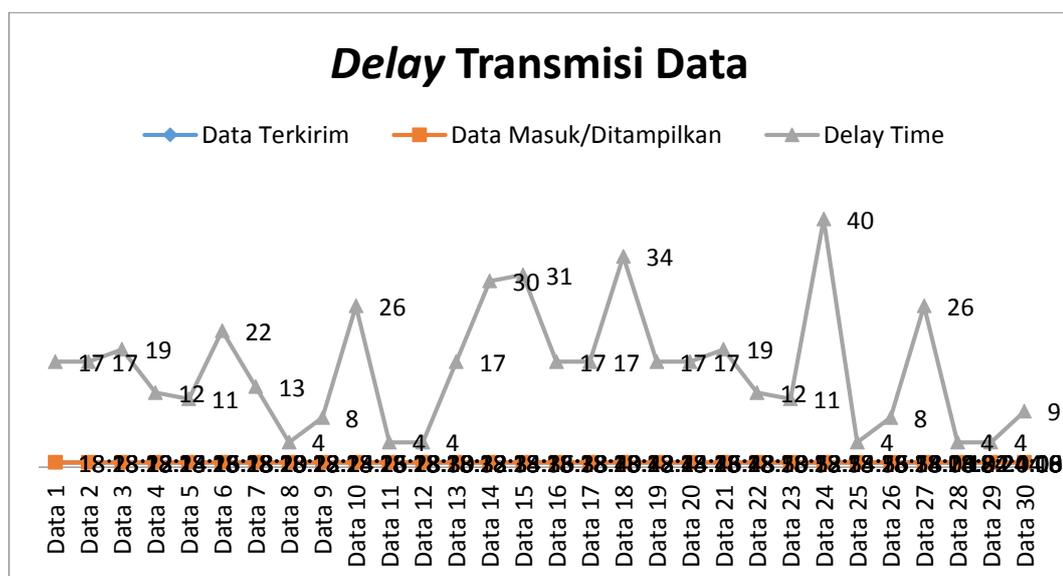
Dapat diamati pada Gambar 4.7 yang merupakan tampilan dari hasil pembacaan sensor yang memudahkan pelaku pembudidaya untuk melakukan monitoring atau pengawasan terhadap perkembangan kondisi suhu dan kelembaban media jamur secara *online* baik melalui perangkat komputer maupun *smartphone*.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Proses Transmisi Data pada *Website*

No.	Data Terkirim	Data Masuk/Ditampilkan	Delay Time
1	18:23:12	18:23:12	17 ms
2	18:23:14	18:23:14	17 ms
3	18:23:16	18:23:16	9 ms
4	18:23:18	18:23:18	12 ms
5	18:23:20	18:23:20	10 ms
6	18:23:22	18:23:22	22 ms
7	18:23:24	18:23:24	13 ms
8	18:23:26	18:23:26	4 ms
9	18:23:28	18:23:28	8 ms
10	18:23:30	18:23:30	26 ms
11	18:23:32	18:23:32	4 ms
12	18:23:34	18:23:34	4 ms
13	18:23:36	18:23:36	17 ms
14	18:23:38	18:23:38	30 ms
15	18:23:40	18:23:40	31 ms

16	18:23:42	18:23:42	17 ms
17	18:23:44	18:23:44	17 ms
18	18:23:46	18:23:46	34 ms
19	18:23:48	18:23:48	17 ms
20	18:23:50	18:23:50	17 ms
21	18:23:52	18:23:52	19 ms
22	18:23:54	18:23:54	12 ms
23	18:23:56	18:23:56	11 ms
24	18:23:58	18:23:58	40 ms
25	18:24:00	18:24:00	4 ms
26	18:24:02	18:24:02	8 ms
27	18:24:04	18:24:04	26 ms
28	18:24:06	18:24:06	4 ms
29	18:24:08	18:24:08	4 ms
30	18:24:10	18:24:10	9 ms
Rata-rata <i>Delay Time</i>			15.8 ms

Pada Tabel 4.5 dapat diperhatikan bahwa *delay* yang terjadi relatif cukup kecil dengan satuan waktu *milisecon* (ms) pada saat pengiriman data dan *update* dari proses pembacaan kondisi suhu dan kelembaban pada sensor DHT22. Dimana rata-rata *delay* pengiriman dan *update* data adalah 15.8 ms dengan kondisi jaringan internet yang stabil.



Grafik 4. 12 *Delay* Transmisi Data dalam (ms)

4.2.5 Integrasi Dalam Islam

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang *smart building* jamur tiram menggunakan metode *fuzzy* dengan akuisisi data dan kontrol pengendalian suhu dan kelembaban berbasis IoT. Menguji sistem kontrol suhu dan kelembaban dapat memaksimalkan sensitivitas kerja dalam optimalisasi budidaya jamur tiram.

Fungsi alat ini adalah dapat mengontrol dan mengkondisikan lingkungan sesuai pada ruang untuk budidaya jamur tiram yang dihasilkan oleh sistem pengontrol suhu dan kelembaban ruang secara otomatis ini. Pembuatan alat kontrol suhu dan kelembaban secara otomatis pada penelitian ini, merupakan hasil pencapaian dan pemikiran ulul albab dalam pengembangan teknologi. Pemikiran dalam melakukan penelitian ini merupakan cerminan perilaku orang yang mengamalkan Qs. Al-Baqarah ayat 164,

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَع النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَّاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ.

“Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan dihidupkannya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (ke-Esaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan (Qs Al-Baqarah [164])”.

Diciptakannya bumi yang didiami manusia ini dan apa yang tersimpan di dalamnya merupakan perbendaharaan dan kekayaan yang tidak akan habis-habisnya baik di darat maupun di laut. Penciptaan langit dengan bintang-bintang

dan planet semua berjalan dan bergerak menurut tata tertib dan aturan ilahi. Pertukaran malam dan siang dan perbedaan panjang dan pendeknya waktu malam dan siang pada beberapa negeri karena perbedaan letaknya, kesemuanya itu membawa faedah dan manfaat yang amat besar bagi manusia. Allah SWT, menurunkan hujan dari langit sehingga dengan air hujan itu bumi yang telah mati atau kering dapat menjadi hidup dan subur, dan segala macam hewan dapat pula melangsungkan hidupnya dengan adanya air tersebut.

Diawali dengan adanya penguapan air yang disebabkan oleh panasnya udara yang memanasi permukaan laut. Pemanasan mengakibatkan terjadinya pergeseran molekul zat air yang kemudian menjadi uap, uap tersebut naik ke atas dan terbentuklah awan yang kemudian terjadilah hujan. Dengan air inilah timbul kehidupan dengan berbagai tumbuhan yang kemudian dimanfaatkan hewan dan manusia sebagai sumber kehidupan mereka. Termasuk dalam pemedidikan pertumbuhan jamur tiram yang membutuhkan air dalam mengontrol suhu dan kelembaban dalam kumbung budidaya jamur tiram.

Dan dari ayat Qs. Al-Baqarah ayat 164, pada *lafadh* (وَتَصْرِيفِ أَلرِّيحِ) “*dan pada perkisaran angin*”, menandakan terdapat angin yang bertiup. Angin adalah aliran udara karena adanya perbedaan tekanan udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan yang rendah. Perubahan arah angin dari suatu tempat ke tempat yang lain merupakan suatu tanda dan bukti bagi kekuasaan Allah serta kebesaran rahmat-Nya bagi manusia. Selain itu angin juga menyebabkan perubahan suhu dan kelembaban. Sepantasnya seorang mukmin mengambil manfaat dan pelajaran dengan keberadaan angin (Aidh, 2007).

Dalam penelitian ini, ditempatkan *water pump* (pompa air) dan aktuator *exhaust fan*. *Water Pump* berfungsi sebagai pengontrol untuk *sprayer* dalam penyemprotan air ke kumbung jamur tiram ketika ada perubahan suhu dan kelembaban. Dan *exhaust fan* berfungsi sebagai sirkulasi udara pada rumah jamur tiram sehingga apabila ada perubahan suhu dan kelembaban dalam kumbung jamur tiram maka aktuator *exhaust fan* akan menyala untuk menstabilkan suhu dan kelembaban kumbung tersebut. Jadi sepantasnya sebagai seorang mukmin dapat mengambil manfaat dan pelajaran dengan keberadaan air dan angin di permukaan bumi ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari beberapa tahapan pengujian yang telah dilakukan pada sistem, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan *smart building* jamur tiram menggunakan metode *fuzzy* dapat mengontrol pengendalian suhu dan kelembaban dengan cukup baik, hal ini dibuktikan dari aktuator *fan*/kipas yg dapat berjalan cukup baik dengan tingkat akurasi pembacaan suhu dengan menggunakan sensor DHT22 sebesar 83.3% dengan rata-rata nilai selisih suhu adalah 0.3 *celcius* (°C). Akurasi *Water Pump/Sprayer* pompa air berjalan baik dengan tingkat akurasi pembacaan kelembaban dengan menggunakan sensor DHT22 adalah 90% dengan rata-rata nilai selisih kelembaban adalah 0.5%.
2. Optimalisasi budidaya jamur tiram cukup baik dengan tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan stabilisasi suhu untuk mencapai kondisi ideal bagi tanaman jamur tiram sebesar 86.6 % dari 30 pengujian data *sampling*. Dimana selisih peningkatan suhu bernilai paling besar 5.6 °C dan penurunan suhu paling rendah sebesar 9.5 °C. Sedangkan selisih peningkatan kelembaban bernilai paling besar 19.2 % dan penurunan kelembaban paling rendah sebesar 15.0 %.
3. *Delay* yang terjadi pada *monitoring website* relatif cukup kecil dengan satuan waktu *milisecon* (ms). Dimana rata-rata *delay* pengiriman dan *update* data adalah 15.8 ms dengan kondisi jaringan internet yang stabil.

5.2 Saran

Kondisi dari sensor DHT22 memiliki intensitas kepekaan yang cukup fluktuatif atau kurang stabil, diharapkan kedepannya dapat menggunakan sensor dengan tingkat stabilitasi yang lebih baik. Adapun *monitoring website* pada pengujian ini hanya menggunakan jaringan lokal dan sederhana sehingga tidak dapat dijangkau secara jauh dan tidak dapat menambah sistem yang kompleks seperti halnya *log* perubahan suhu dan kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidh, A.-Q. (2007). *Tafsir Muyassar*. Jakarta: Qisthi Press.
- Amuddin, J. S. (2015). Rancang Bangun Alat Penyiraman Tanaman dengan Pompa Otomatis Sistem Irigasi Pada Lahan Kering. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 95-101.
- Antratek. (2014). *Antratek Embedded Electronics & Media*. Retrieved from NodeMCU: <https://www.antratek.com>
- Arduino. (2018, Februari 05). *What is Arduino*. Retrieved from Arduino: <https://www.arduino.cc>
- Arifin, J., Dewanti, I. E., & Kurnianto, D. (2017). Prototype Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus DC Menggunakan Smartphone. *Media Elekrika*, Vol.10 No.1.
- Arifin, M. (2016). Efektifitas Sistem Pengaman Pompa Air Berbasis PLC. *Universitas Negeri Semarang*.
- Budiawan, F. (2010). Pengaturan Suhu dan Kelembaban pada Miniatur Kumbung untuk Meningkatkan Produktifitas Jamur Tiram. *Politeknik Elektro Negeri Surabaya*.
- Components101. (2018, April 19). *DHT22 – Temperature and Humidity Sensor*. Retrieved from DHT22: <https://components101.com>
- Djarajah, N., Djarajah, A. S., & Marlina. (2011). *Budidaya Jamur Tiram*. Yogyakarta: KANISIUS.
- Engineers, L. M. (2021). *Insight Into ESP8266 NodeMCU Features & Using It With Arduino IDE*. Retrieved from ESP8266 With Arduino IDE: <https://lastminuteengineers.com>
- Fadholi, A. (2016). Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Pangkalpinang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, Vo.3 No.1.
- Firmansyah, D., Ibrahim, & Sari, G. L. (2020). Implementasi Kontrol Pompa Otomatis pada Sistem Destilasi Air Laut. *Elektro Luceat Universitas Singaperbangsa Karawang*, JEC Vol. 6 No. 2.
- Friadi, R., & Junadhi. (2019). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry PI. *JTIS*, Vol.2 No.1.
- Hamdani, D. R. (2009). Kendali Kecepatan Robot Beroda Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroller ACR ATMEGA8535. *Universitas Mercu Buana Jakarta*.

- Huguitta, M. E., & Cordova, H. (2013). Perancangan Sistem Pengendalian Suhu Kumbung Jamur dengan Logika Fuzzy. *Jurnal Teknik POMITS* , Vol.2 No.2.
- Juhan, M., & Rijanto, T. (2018). Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemaikaaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Glodal System for Mobile Communication (GMS) 800L Berbasis Arduino Uno. *Teknik Elektro Surabaya*.
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: ANDI.
- Kadir, A. (2015). *From Zero to A Pro Arduino*. Yogyakarta: ANDI.
- Kadir, A. (2018). *Arduino Mega*. Yogyakarta: ANDI.
- Kurnia, D., & Hendrawan, J. (2018). Perancangan dan Penerapan Sistem Pengering Ikan Otomatis menggunakan Logika Fuzzy pada Mikrokontroler Atmega32a. *Jurnal Ilmiah CORE IT*, Vol.6 No.2.
- Kusuma, T. S. (2011). Rancang Bangun Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Miniatur Kumbung Jamur Tiram. *Universitas Diponegoro Semarang*.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Langi, S., Wuwung, J., & Lumenta, A. (2014). Kipas Angin Otomatis. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, p.45.
- Mangero, R. D., & Yudha, M. (2020). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lahan Pertanian di Kabupaten Bima Nusa Tenggara Barat Berbasis Web. *Seminar Nasional Sistem Informasi UNMER Malang*.
- Nega, M., Susanti, E., & Hamzah, A. (2019). Internet of Things (IoT) Kontrol Lampu Rumah Menggunakan NodeMCU dan ESP-12E Berbasis Telegram Chatbot. *Teknik Informatika Yogyakarta*.
- Nugraha, T. (2015). *Kiat Sukses Budidaya Jamur Tiram*. Jakarta: Yrama Widya.
- Prasetya, B., Setiawan, A. B., & Hidayatulail, B. F. (2019). Fuzzy Mamdani Pada Tanaman Tomat Hidroponik. *Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, Vol.3 No.2.
- Purwanti, P. (2018, September 19). *5 Cara Budidaya Jamur Tiram Dengan Serbuk Gergaji yang Sederhana dan Mudah*. Retrieved from ilmubudidaya.com: <https://ilmubudidaya.com>
- Puspita, E. S. (2016). Perancangan Sistem Peramalam Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Media Infotama*, Vo.12 No.1 1-10.

- Putra, R. R., Hamdani, Aryza, S., & Manik, N. A. (2020). Sistem Penjadwalan Bel Sekolah Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Mikrontroller . *Sistem Komputer Medan*.
- Putri, A. R., Suroso, & Nasron. (2019). Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman. *Jurnal Media Informatika Budidarma* , Vol.3 No.4.
- Rahman, M. N., & Yamin, M. (2014). Modifikasi Nosel pada Sistem Penyemprotan untuk Pengendalian Gulma Menggunakan Sprayer Gendong Elektrik. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, Vol.2 No.1.
- Ramadhan, M. (2020, Mei 31). *Harga Jamur Tiram Putih Tak Terpengaruh Pandemi Covid-19*. Retrieved from Radar Cirebon: <https://www.radarcirebon.com>
- Rizkysari, M., & Tri, L. (2014). Analisis Sistem Interface Fuzzy Sugeno dalam Menggunakan Harga Penjualan Tanah untuk Pembangunan Minimarket. *Teknik Informatika*.
- Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar Konsep dan Teori*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Santos, R. S. (2017). *Ultimate Guide to Arduino Sensor/Module*. Retrieved from Product Arduino: <http://randomnerdtutorials.com/products>
- Satriadi, A., Wahyudi, & Christiyono, Y. (2019). Perancangan Home Automation Berbasis NodeMCU. *Teknik Elektro Semarang*.
- Septama, H. D., Yulianti, T., & Sulsitiono, W. E. (2018). Smart Warehouse: Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembaban Gudang. *Universitas Lampung*, 189-192.
- Siregar, Y. H. (2017). *Sistem Pendukung Keputusan Data Alumni Sarjana*. Vol.1: 28-36.
- Sofyan, A., & Winarso, P. (2005). Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban Udara pda Rumah Walet Berbasis Mikrokontroller AT89C51. *Seminar Nasional Teknologi Informasi (SNATI) Yogyakarta*.
- Suhariningsih. (2012). Rancang Bangun Jemuran Otomatis Berbasis Mikrokontroller (Software). *Jurnal Teknik Elektro Industri Politeknik Elektro Negeri Surabaya*, Available at : <http://respository.uksw.edu/handle/123456789/2772>.
- Sunarti. (2018). Sistem Kendali Pompa Otomatis pada Alat Desalinasi Air Laut Sebagai Sumber Air Minum Berbasis Arduino Uno. *Kementrian Perindustrian RI Politeknik ATI Makasar*.
- Suriawiria, U. (2011). *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Papas Sinar Sinanti.
- Susilawati, & Raharjo, B. (2010). *Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram yang Ramah Lingkungan*. Sumatra: MRPP.

- Syadza, I. Q., Permana, M. A., & Ramadan, S. M. (2018). Pengontrolan dan Monitoring Prototype Greenhouse Menggunakan Mikrokontroler dan Firebase. Vol.4.
- Tandiono, A. B., Rusli, M., & Muslim, M. A. (2016). Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Metode Kontrol Logika Fuzzy. *Jurnal EECCIS*, Vol.10 No.1.

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Script* Pemrograman pada Arduino IDE

<pre> #include "DHT.h" #define DHTPIN 2 #define DHTTYPE DHT22 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); float suhu, lembab; float temp, temps; //==Deklarasi Kipas== const int dir1 = 4; const int dir2 = 5; const int kipas_pwm = 6; const int relaypin = 13; const int dir3 = 8; const int dir4 = 9; const int pompa_spray = 10; float pwm, spray, relayon; float defuz, defuzs; </pre>	<pre> else if (suhu < 26.00 && lembab < 150){ spray =0; Serial.print("Dingin basah"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 70){ spray =255; Serial.print("ideal kering"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 80){ spray =0; Serial.print("ideal ideal"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 150){ spray =0; delay (500); Serial.print("ideal basah"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 61.00 && lembab < 70){ spray =255; Serial.print("panas kering"); Serial.println(" "); } </pre>
<pre> void kondisi_suhu() { suhu = dht.readTemperature(); suhu = suhu - 2.00; Serial.print("Nilai SUHU :"); Serial.println(suhu); delay(1000); } void kondisi_lembab() { lembab = dht.readHumidity(); lembab = lembab - 20.00; Serial.print("Nilai Kelembaban :"); Serial.println(lembab); Serial.println(" "); delay(1000); } void relay() { digitalWrite(relaypin, LOW); delay (0); } </pre>	<pre> else if (suhu < 61.00 && lembab < 80){ spray =0; Serial.print("panas ideal"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 61.00 && lembab < 150){ spray =0; Serial.print("panas basah"); Serial.println(" "); } Serial.print("Kecepatan Pompa :"); Serial.println(spray); Serial.println(" "); } //////////////////////////////////LAMPU void defuzzyrelay() { if (suhu < 26.00 && lembab < 70){ relayon =255; digitalWrite(relaypin, HIGH); delay (2000); Serial.print("Dingin kering"); Serial.println(" "); } } </pre>

<pre> //==Function Kipas===// void kipas() { digitalWrite(dir1, LOW); digitalWrite(dir2, HIGH); } void pompa() { digitalWrite(dir3, LOW); digitalWrite(dir4, HIGH); } //====Defuzzy===// void defuzzySuhu() { if (suhu < 25 && lembab < 70){ pwm =0; delay (1000); Serial.print("Dingin kering"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 25 && lembab < 80){ pwm =0; Serial.print("Dingin ideal"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 25 && lembab < 150){ pwm =255; </pre>	<pre> . else if (suhu < 26.00 && lembab < 80){ relayon =255; digitalWrite(relaypin, HIGH); delay (1500); Serial.print("Dingin ideal"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 26.00 && lembab < 150){ relayon =255; digitalWrite(relaypin, HIGH); delay (1500); Serial.print("Dingin basah"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 70){ relayon =0; Serial.print("ideal kering"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 80){ relayon =0; Serial.print("ideal ideal"); Serial.println(" "); } </pre>
<pre> else if (suhu < 25 && lembab < 150){ pwm =255; Serial.print("Dingin basah"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 70){ pwm =0; delay (1000); Serial.print("ideal kering"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 80){ pwm =0; Serial.print("ideal ideal"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 30.00 && lembab < 150){ pwm =255; Serial.print("ideal basah"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 61.00 && lembab < 70){ pwm =255; Serial.print("panas kering"); Serial.println(" "); } } </pre>	<pre> . else if (suhu < 30.00 && lembab < 150){ relayon =255; digitalWrite(relaypin, HIGH); delay (1500); Serial.print("ideal basah"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 61.00 && lembab < 70){ relayon =0; Serial.print("panas kering"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 61.00 && lembab < 80){ relayon =0; Serial.print("panas ideal"); Serial.println(" "); } else if (suhu < 61.00 && lembab < 150){ relayon =255; digitalWrite(relaypin, HIGH); delay (1500); //digitalWrite(relaypin, LOW); //delay (10); Serial.print("panas basah"); Serial.println(" "); } } </pre>

```

else if (suhu < 61.00 && lembab < 80){
  pwm =255;
  Serial.print("panas ideal");
  Serial.println(" ");
}
else if (suhu < 61.00 && lembab < 150 ){
  pwm =255;
  Serial.print("panas basah");
  Serial.println(" ");
}

Serial.print("Kecepatan Kipas :");
Serial.println(pwm);
Serial.println(" ");
}
//////////POMPA
void defuzzyLembab()
{
  if (suhu < 26.00 && lembab < 70){
    spray =240;
    Serial.print("Dingin kering");
    Serial.println(" ");
  }
  else if (suhu < 26.00 && lembab < 80){
    spray =0;
    Serial.print("Dingin ideal");
    Serial.println(" ");
  }

  Serial.print("Nyala Lampu :");
  Serial.println(relayon);
  Serial.println("");
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  Serial.println("SIDANG - Nur Azizah");
  dht.begin();

  pinMode(dir1, OUTPUT);
  pinMode(dir2, OUTPUT);
  pinMode(kipas_pwm, OUTPUT);
  pinMode(dir3, OUTPUT);
  pinMode(dir4, OUTPUT);
  pinMode(pompa_spray, OUTPUT);
  pinMode(relaypin, OUTPUT);
}

void loop ()
{
  kondisi_suhu();
  kondisi_lembab();

  defuzzySuhu();
  defuzzyLembab();
  defuzzyrelay();
  kipas();
  analogWrite(kipas_pwm,pwm);

  pompa();
  analogWrite(pompa_spray,spray);
  relay();
  analogWrite(relaypin,relayon);
}

```