PROYEK AKHIR – VE 190834

# KENDALI KELEMBABAN KUMBUNG MEDIA TANAM JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROLLER*

SATORO WAHYU PRATAMA
NRP 10311710003005

Pembimbing
Ciptian Weried Priananda, S.ST., M.T.
Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST., M.T.
Asrori

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2021

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

PROYEK AKHIR – VE 190834

# KENDALI KELEMBABAN KUMBUNG MEDIA TANAM JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROLLER*

**SATORO WAHYU PRATAMA**
**NRP 10311710003005**

**Pembimbing**
**Ciptian Weried Priananda, S.ST., M.T.**
**Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST., M.T.**
**Asrori**

**Departemen Teknik Elektro Otomasi**
**Fakultas Vokasi**
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**
**2021**

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

*FINAL PROJECT – VE 190834*

# *MOISTURE CONTROL CONNECTS OYSTER MUSHROOM GROWING MEDIA USING FUZZY LOGIC CONTROLLER*

*SATORO WAHYU PRATAMA*
*NRP 10311710003005*

*Supervisor*
*Ciptian Weried Priananda, S.ST., M.T.*
*Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST., M.T.*
*Asrori*

*Electrical and Automation Engineering Department*
*Vocational Faculty*
*Sepuluh Nopember Institute of Technology*
*2021*

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

**LEMBAR PENGESAHAAN**

# KENDALI KELEMBABAN KUMBUNG MEDIA TANAM JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROLLER

## PROYEK AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik
Pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

| Pembimbing 1 | Pembimbing 2 | Pembimbing 3 |
|---|---|---|
| **Ciptian Weried Priananda, S.ST., M.T.** | **Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST, MT.** | **Asrori** |
| **NIP. 199020171410** | **NIP. 198520191208 7** | |

**SURABAYA**
**DESEMBER, 2021**

---Halaman Sengaja Dikosongkan—

# PERNYATAN KEASLIAAN

# PROYEK AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Proyek Akhir saya dengan judul "*KENDALI KELEMBABAN KUMBUNG MEDIA TANAM JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROLLER"* adalah benar-benar hasil karya intelektual sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya orang lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 30 Januari 2022

SATORO WAHYU PRATAMA

NRP 10311710003005

---Halaman Sengaja Dikosongkan—

**KENDALI KELEMBABAN KUMBUNG MEDIA TANAM JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROLLER***


| | |
|---|---|
| Nama Mahasiswa | : Satoro Wahyu Pratama |
| NRP | : 10311710003005 |
| Dosen Pembimbing 1 | : Ciptian Weried P., S.ST., M.T. |
| Dosen Pembimbing 2 | : Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST, MT. |
| Dosen Pembimbing 3 | : Asrori |
| NIP 1 | : 1990201711060 |
| NPP 2 | : 1985201912087 |


# ABSTRAK


Pada budidaya jamur tiram kelembaban menjadi hal penting untuk proses produksi. Jamur tiram dapat tumbuh pada daerah tropis dengan temperatur 25°-30°, kelembaban udara 75%-90%, dan kelembaban tanah berkisar 65%-75%. Penyiraman dibuat dengan secara otomatis untuk menjaga kelembaban pada area kumbung. Melalui pemrograman dengan algoritma *fuzzy mamdani* yang telah diatur sehingga memberikan keputusan untuk melakukan penyiraman sesuai parameter kelembaban sehingga akan mengaktifkan penyiraman untuk mencapai kelembaban kumbung yang sesuai dengan parameter dengan menggunakan *arduino* sebagai pengontrol penyiraman. Jaringan sensor yang terpasang akan membaca kelembaban tanah dan kelembaban udara dari area kumbung. Algoritma *fuzzy mamdani* yang terdapat pada kontroler akan mengatur sistem penyiraman sesuai hasil input yang dibaca melalui nilai rata-rata pembacaan dari jaringan sensor. Melalui penyiraman secara otomatis ini akan membantu menjaga kelembaban untuk proses budidaya jamur tiram. Penyiraman aktif ketika kondisi sensor DHT 11 menunjukan nilai 77% dan *soil moisture* pada nilai 69%. Ketika jaringan sensor membaca kelembaban pada nilai 81% dan 71% kedua pompa akan mati. Pada pengujian penyiraman dapat bekerja sesuai dengan parameter kelembaban yang ditentukan sesuai dengan *rule base* pada fuzzy.



**Kata Kunci :** *fuzzy logic controller*, kendali kelembaban, kumbung media tanam jamur tiram, jamur tiram, jaringan sensor

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

***MOISTURE CONTROL CONNECTS OYSTER MUSHROOMS GROWING MEDIA USING FUZZY LOGIC CONTROLLER***


| | |
|---|---|
| *Student Name* | *: Satoro Wahyu Pratama* |
| *ID Number* | *: 10311710003005* |
| *Supervisor 1* | *: Ciptian Weried P., S.ST., M.T.* |
| *Supervisor 2* | *: Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST, MT.* |
| *Supervisor 3* | *: Asrori* |
| *NIP 1* | *: 1990201711060* |
| *NPP 2* | *: 1985201912087* |


## *ABSTRACT*


*In the cultivation of oyster mushrooms moisture becomes important for the production process. Oyster mushrooms can grow in the tropics with temperatures of 25°-30°, air humidity of 75%-90%, and soil moisture ranging from 65%-75%. Watering is made automatically to keep moisture in the kumbung area. Through programming with fuzzy mamdani algorithm that has been set so as to give the decision to do watering according to humidity parameters so that it will activate watering to achieve the kumbung moisture that matches the parameters by using arduino as a watering controller. The installed sensor network will read the soil moisture and air humidity from the kumbung area. Fuzzy mamdani algorithm contained in the controller will regulate the watering system according to the results of inputs read through the average value of readings from the sensor network. Through watering automatically this will help maintain moisture for the process of cultivating oyster mushrooms. Watering is active when the dht 11 sensor condition shows a value of 77% and soil moisture at 69%. When the sensor network reads the humidity at the values of 81% and 71% both pumps will die. In watering testing can work according to the humidity parameters specified according to the rule base on fuzzy.*



***Keywords:*** *fuzzy logic controller, moisture control, oyster mushroom planting media, oyster mushrooms, sensor network*

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma IV pada Bidang Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul "Kendali Kelembaban Kumbung Media Tanam Jamur Tiram menggunakan *Fuzzy Logic Controller*".

Dalam penyusunan buku Proyek Akhir ini penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk evaluasi dan perbaikan buku Proyek Akhir ini dan penelitian selanjutnya. Akhir kata penulis mengharapkan buku Proyek Akhir yang disusun dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Proyek Akhir ini. Akhir kata, semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 30 Januari 2022

Satoro Wahyu Pratama

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# UCAPAN TERIMA KASIH

Tak lupa penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas limpahan karunia sehat yang diberikan, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan buku Proyek Akhir yang berjudul "Kendali Kelembaban Kumbung Media Tanam Jamur Tiram menggunakan *Fuzzy Logic Controller*" demi memenuhi Proyek Akhir.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan bimbingan selama berlangsungnya Proyek Akhir dan selama proses penyusunan laporan ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan Proyek Akhir dan meyelesaikan laporan Proyek Akhir.
2. Kedua Orang tua yang selalu support dan mendoakan putra putrinya terutama dalam mengerjakan Proyek Akhir ini.
3. Bapak Imam Arifin, S.T., M.T. selaku kepala Departemen Teknik Elektro Otomasi.
4. Bapak Ciptian Weried P., S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing penulis hingga penulisan laporan ini selesai.
5. Ibu Dr. Berlian Al Kindhi, S.ST., MT. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing penulis hingga penulisan laporan ini selesai.
6. Bapak Asrori selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing penulis dari tempat penelitian hingga penulisan laporan Proyek Akhir ini selesai.
7. Kepada pihak CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram, yang telah memberikan kesempatan dan mengizinkan untuk mengerjakan Proyek Akhir ini.
8. Kawan warung ijo yang juga mensupport dalam pengerjaan sampai terselesaikannya Proyek Akhir.

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL I** ..... **i**

**HALAMAN JUDUL II** ..... **iii**

**LEMBAR PENGESAHAAN** ..... Error! Bookmark not defined.

**PERNYATAN KEASLIAAN PROYEK AKHIR** ..... **viii**

**ABSTRAK** ..... **xi**

***ABSTRACT*** ..... **xiii**

**KATA PENGANTAR** ..... **xv**

**UCAPAN TERIMA KASIH** ..... **xvii**

**DAFTAR ISI** ..... **xix**

**DAFTAR GAMBAR** ..... **xxii**

**DAFTAR TABEL** ..... **xxiii**

**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 4

1.3 Tujuan ..... 4

1.4 Target yang Ingin dicapai ..... 4

1.5 Metodologi ..... 5

1.6 Sistematika Penulisan Laporan ..... 5

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... **7**

2.1 Penelitian Terdahulu ..... 8

2.2 Jamur Tiram ..... 9

2.3 Teknologi ..... 10

2.3.1 Arduino UNO ..... 10
2.3.2 Pompa ..... 11
2.3.3 Relay ..... 12
2.3.4 Sensor Moisture ..... 12
2.3.5 Sensor Kelembaban ..... 13
2.3.6 Sprayer ..... 14
2.4 Metode ..... 14
2.4.1 Fuzzy Logic ..... 14
2.4.2 Fuzzy Mamdani ..... 15
**BAB III METODE ..... 16**
3.1 Studi Literatur ..... 16
3.2 Perancangan ..... 16
3.2.1 Hardware ..... 16
3.2.2 Perancangan Logika Fuzzy ..... 22
3.2.3 Himpunan Fuzzy ..... 23
3.2.4 Fungsi Implikasi ..... 26
3.2.5 Penegasan ..... 28
3.2.6 Pengujian Perangkat Lunak ..... 29
3.3 Penyusunan Laporan ..... 29
**BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS ..... 30**
4.1 Pengujian dan Kalibrasi Sensor ..... 30
4.2 Pengujian Sensor Soil Moisture ..... 34
4.3 Pengujian Sensor DHT 11 ..... 37

4.4 Pengujian Alat Keseluruhan ..... 38

**BAB V PENUTUP ..... 42**

5.1 Kesimpulan..... 43

5.2 Saran ..... 43

**DAFTAR PUSTAKA..... 44**

**LAMPIRAN ..... 47**

LAMPIRAN 1 : Percobaan Alat..... 47

LAMPIRAN 2 : Proses Budidaya Jamur Tiram..... 48

LAMPIRAN 3 : Data Pengujian Sensor *Soil Moisture* ..... 55

LAMPIRAN 4 : Data Pengujian Sensor DHT 11 ..... 66

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino UNO ..... 11
Gambar 2.2 Pompa ..... 11
Gambar 2.3 Relay ..... 12
Gambar 2.4 Sensor Soil Moisture ..... 13
Gambar 2.5 Sensor DHT 11 ..... 13
Gambar 3.1 Perancangan Alat ..... 17
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Penyiraman ..... 19
Gambar 3.3 Perancangan Rangkaian ..... 20
Gambar 3.4 Desain Rangkaian ..... 21
Gambar 3.5 Diagram Sistem Kontrol ..... 22
Gambar 3.6 Himpunan Fuzzy pada Variabel Kelembaban Tanah ..... 24
Gambar 3.7 Himpunan Fuzzy pada Variabel Kelembaban Udara ..... 25
Gambar 4.1 Dokumentasi Pengujian Sensor DHT 11 ..... 30
Gambar 4.2 Kalibrasi Sensor *Soil Moisture* ..... 32
Gambar 4.3 Kondisi Pembacaan Kelembaban pada Alat ..... 38
Gambar 4.4 Kondisi Alat Penyiraman pada Objek ..... 39
Gambar 4.5 Diagram Performa Alat Penyiraman ..... 40

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# DAFTAR TABEL

**Tabel 3.1** *Rule Base Fuzzy Mamdani* ..... 28

**Tabel 4.1** Pengujian Sensor DHT 11 dengan Higrometer ..... 30

**Tabel 4.2** Pengujian Sensor *Soil Moisture* dengan *Soil Tester* ..... 32

**Tabel 4.3** Pengujian Sensor pada Kondisi Tanah Sebelum Disiram .. 33

**Tabel 4.4** Pengujian Sensor pada Kondisi Tanah Setelah Disiram..... 35

**Tabel 4.5** Pengujian Sensor pada Kelembaban Udara ..... 36

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Alat Penyiraman..... 37

**Tabel 4.7** Pengujian Alat pada UMKM ..... 39

**Tabel 6.1** Sensor *Soil Moisture* Hari Pertama ..... 55

**Tabel 6.2** Sensor Soil Moisture Hari Kedua..... 55

**Tabel 6.3** Sensor Soil Moisture Hari Ketiga ..... 56

**Tabel 6.4** Sensor Soil Moisture Hari Keempat..... 57

**Tabel 6.5** Sensor Soil Moisture Hari Kelima ..... 58

**Tabel 6.6** Sensor Soil Moisture Hari Keenam..... 59

**Tabel 6.7** Sensor Soil Moisture Hari Ketujuh ..... 59

**Tabel 6.8** Sensor Soil Moisture Hari Pertama Penyiraman..... 60

**Tabel 6.9** Sensor Soil Moisture Hari Kedua Penyiraman ..... 61

**Tabel 6.10** Sensor Soil Moisture Hari Ketiga Penyiraman ..... 62

**Tabel 6.11** Sensor Soil Moisture Hari Keempat Penyiraman..... 63

**Tabel 6.12** Sensor Soil Moisture Hari Kelima Penyiraman ..... 63

**Tabel 6.13** Sensor Soil Moisture Hari Keenam Penyiraman..... 64

**Tabel 6.14** Sensor Soil Moisture Hari Ketujuh Penyiraman..... 65

**Tabel 6.15** Sensor DHT 11 Hari Pertama ..... 66

**Tabel 6.16** Sensor DHT 11 Hari Kedua..... 67

**Tabel 6.17** Sensor DHT 11 Hari Ketiga..... 67

**Tabel 6.18** Sensor DHT 11 Hari Keempat..... 68

**Tabel 6.19** Sensor DHT 11 Hari Kelima ..... 69

**Tabel 6.20** Sensor DHT 11 Hari Keenam..... 70

**Tabel 6.21** Sensor DHT 11 Hari Ketujuh ..... 71

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Era globalisasi perkembangan zaman dan teknologi yang semakin canggih ini menutut atau menjadikan segala sesuatu menjadi mudah. Pengaruh perkembangan dari majunya teknologi juga berpengaruh terhadap suatu pekerjaan yang mana peran manusia sebagai tenaga kerja tergantikan oleh alat modern ataupun robot yang dinilai efektif dan efisien. Disamping keinginan manusia untuk menjadikan suatu pekerjaan menjadi mudah dan cepat terselesaikan menuntut manusia untuk membuat alat-alat elektronika serba otomatis. Kemajuan teknologi ini telah merabah hampir seluruh bidang pekerjaan, baik dalam bidang pertanian, perikanan, ataupun bidang pekerjaan yang lainnya. Pekerjaan lebih mudah, dan tingkat keselamatan pekerjaan juga terjamin. Namun, ada positif dan juga adapula negatifnya berupa minimnya lapangan pekerjaan karena tergantikan dengan teknologi yang otomatis dan canggih. Dalam bidang pertanian penggunaan alat modern sudah mulai banyak digunakan. Hal ini membantu petani atau pelaku usaha untuk memaksimalkan kinerja mereka saat proses produksi. Namun hanya beberapa jenis tanaman yang jarang dijumpai atau melakukan budidaya dengan penggunaan alat otomatis seperti jamur tiram.

Jamur tiram termasuk jenis tanaman yang cukup mudah dijadikan sebagai ladang bisnis pada bidang pertanian. Jamur tiram ini termasuk pada jenis jamur kayu dan juga termasuk bahan baku makanan yang mudah untuk diolah. Banyak inovasi makanan yang dapat dibuat dengan berbahan dasarkan tanaman jamur tiram ini. Melihat adanya peluang usaha tersebut, sampai saat ini tak sedikit juga petani yang telah menanam jamur tiram yang digunakan sebagai mata pencaharian. Jamur tiram dapat tumbuh pada daerah tropis dengan suhu 25°-30°, kelembaban udara 75%-90%, dan kelembaban tanah berkisar 65%-75% [1]-[4]. Iklim yang terdapat di Indonesia berubah-ubah sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram. Proses awal budidaya jamur tiram dengan menyiapkan kumbung dan rak sebagai tempat tumbuh jamur tiram. Kumbung dibuat untuk menjaga suhu dan kelembaban

yang diperlukan saat proses budidaya. Rak jamur dibuat untuk meletakan baglog dan menyimpan baglog dengan jumlah banyak.

Setiap industri baik dalam skala besar maupun skala kecil seperti home industri atau semacamnya mempunyai komponen penting dalam proses produksinya, seperti pada home industri budidaya jamur tiram CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram. Unsur pendukung dari proses produksi jamur adalah air dan obat atau pupuk untuk penyemprotan supaya kondisi kumbung atau sekitar jamur tetap lembab. Air yang merupakan kebutuhan penting digunakan untuk melembabkan tanah dan juga sebagai proses tumbuh jamur. Salah satu metode untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman dengan penyiraman dan juga pengaruh kelembaban pada tanaman jamur. Penyiraman pada saat proses budidaya jamur ini sangat penting agar kondisi kumbung ataupun di sekitar jamur tetap lembab. Sumber kelembaban untuk proses tumbuh jamur dapat di peroleh dari lembabnya kumbung ataupun lembab yang ditimbulkan oleh tanah yang telah disiram. Hal ini mempengaruhi proses tumbuhnya jamur saat awal proses. Penyiraman dilakukan secara rutin untuk mencapai kelembaban sehingga kondisi baglog jamur benar-benar telah siap untuk tumbuh jamur. Selain itu, penyiraman dengan obat untuk jamur tiram juga dilakukan untuk menghindari baglog terkena kuman yang mempengaruhi saat proses tumbuh.

Proses penyiraman dilakukan pada pagi hari ataupun sore hari. Penyemprotan yang masih dilakukan secara manual ini cukup menguras waktu dan kelembaban pada kumbung kurang bisa terkontrol menjadi kendala yang cukup mempengaruhi tumbuh jamur yang mana berakibat pada hasil jamur saat panen yang kurang maksimal. Melihat kondisi tersebut maka perlu dibuat atau dilakukan penyemprotan dengan menggunakan alat penyiraman otomatis. Perubahan kelembaban yang kurang bisa dikontrol atau diketahui petani menjadi kendala saat proses produksi jamur disamping kondisi iklim yang berubah juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi proses produksi tanaman jamur tiram. Disamping itu, dengan menggunakan alat penyiraman otomatis kelembaban yang ada pada kumbung jamur juga dapat terkontrol dengan baik sehingga petani jamur dapat mengetahui kondisi kelembaban pada kumbung jamur untuk proses budidaya. Melalui pemrograman dengan algoritma *fuzzy mamdani* yang telah diatur sehingga memberikan keputusan untuk melakukan penyiraman sesuai parameter kelembaban sehingga akan mengaktifkan penyiraman untuk mencapai kelembaban

kumbung yang sesuai dengan parameter dengan menggunakan Arduino sebagai pengontrol penyiraman secara otomatis pada kumbung jamur tiram. Pembacaan pada jaringan sensor yang telah di *setting* sesuai parameter akan memberikan informasi untuk melakukan penyiraman sesuai dengan *rule base*.

Algoritma *fuzzy mamdani* sebagai pengambilan keputusan dilakukan penyiraman jika parameter tidak sesuai dengan yang telah ditentukan. Arduino akan mengontrol untuk mengaktifkan pompa dan menyalurkan air melalui pipa dan disemprotkan dengan sprayer atau nozzle yang telah terpasang pada tanah dan sisi kumbung. Penyemprotan pada media tanah dilakukan untuk menghasilkan kelembaban pada kumbung jamur. Melalui sensor *soil moisture* yang terpasang pada tanah, maka sensor akan membaca tingkat kelembaban tanah yang diperlukan sehingga alat akan melakukan penyiraman pada tanah. Kelembaban pada kumbung juga akan dibaca oleh sensor kelembaban udara DHT 11 yang terpasang pada sisi kumbung jamur. Penyemprotan pada area kumbung jamur juga akan menghasilkan kelembaban yang akan diperlukan untuk proses tumbuhnya jamur tiram.

Dengan adanya alat ini diharapkan mampu membatu pelaku usaha budidaya jamur tiram untuk menghasilkan jenis jamur yang baik saat proses panen, jamur yang putih, bulat, gemuk, dan kenyal sesuai dengan yang diharapkan petani jamur. Selain itu, petani jamur juga dapat mengontrol kelembaban yang dibutuhkan untuk proses produksi atau budidaya dengan menggunakan alat ini. Efektivitas penyiraman juga diharapkan mampu membatu petani dalam melakukan penyiraman secara intens dengan menggunakan alat penyiraman otomatis sehingga mampu menekan biaya produksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Melihat dari latar belakang yang telah disusun pada budidaya jamur tiram, kelembaban udara dan kelembaban tanah pada kumbung jamur berpengaruh terhadap tumbuhnya jamur tiram. Hal ini menjadi permasalahan yang timbul tentang penyiraman pada baglog untuk menjaga kelembaban pada kumbung jamur tersebut. Maka dari itu, terdapat rumusan masalah yang akan disesaikan.

1. Bagaimana sistem penyiraman jamur tiram secara otomatis pada proses budidaya jamur tiram CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram menggunakan *fuzzy logic controller* ?

2. Bagaimana cara menjaga kelembaban kumbung pada proses budidaya jamur tiram CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram ?

## 1.3 Tujuan

Melalui pengerjaan Proyek Akhir ini dapat membuat atau menemukan solusi untuk kendala tentang topik yang penulis angkat sebagai perancangan dan perencanaan berupa kelembaban kumbung media tanam jamur tiram menggunakan *fuzzy logic controller* pada proses pertumbuhan jamur tiram. Proses pengerjaan ini tidak lain sebagai salah syarat kelulusan. Tujuan dari pengerjaan ini adalah membuat sistem kendali kelembaban kumbung media tanam jamur tiram di CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram dengan menggunakan *fuzzy logic controller* melalui jaringan sensor sebagai input untuk membaca kelembaban pada tanah dan area kumbung.

## 1.4 Target yang ingin Dicapai

Target yang ingin dicapai dari pengerjaan Proyek Akhir ini adalah :

1. Dapat diaplikasikan oleh CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram untuk mengembangkan usaha budidaya jamur tiram

2. Menjadi solusi bagi petani jamur untuk mencapai kelembaban yang sesuai pada proses pertumbuhan jamur dan memiliki nilai guna lebih nantinya dari alat yang kami kerjakan.

3. Semoga kelak bisa membantu perkembangan UMKM budidaya jamur dari skala industri rumahan menjadi industri besar.

## 1.5 Metodologi

Pendekatan atau langkah-langkah dalam menyelesaikan pekerjaan/mengatasi permasalahan di dalam Proyek Akhir terdapat beberapa tahapan, diantaranya adalah Tahap Studi Literatur, Tahap Perancangan Sistem, dan Tahap Kesimpulan dan Saran.

## 1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Untuk pembahasan lebih lanjut, laporan proyek akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

**BAB 1 PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, sistematika laporan, metodologi penelitian, dan sistematika laporan

**BAB II TEORI PENUNJANG**

Bab ini akan menjelaskan tentang teori yang berisi teori-teori dasar yang akan dijadikan sebagai landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat yang dibuat.

**BAB III PERANCANGAN SISTEM**

Membahas perencanaan dan pembuatan yang meliputi pembuatan *hardware* mekanik dan elektrik. Selain itu juga dilakukannya perancangan *software* yang meliputi program dari alat yang akan dibuat.

**BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**

Membahas pengujian alat dan pengambilan data dan pengujian yang didapatkan serta menganalisa hasil kerja dan performa alat.

**BAB V PENUTUP**

Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari proyek akhir dan saran terkait evaluasi proyek akhir dan pengembangan alat ini lebih lanjut.

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# BAB II
# TEORI PENUNJANG

## 2.1 Penelitian Terdahulu

Proses budidaya jamur tiram CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram terletak pada Desa Tebas, Kabupaten Pasuruan memiliki kapasitas penyimpanan baglog jamur lebih dari 50.000 baglog. Proses budidaya jamur tiram masih menggunakan cara manual untuk menjaga kelembaban yang masih kurang terkontrol atau terjaga untuk pertumbuhan jamur. Penyiraman manual pada area kumbung dan baglog masih kurang terjaga untuk mencapai parameter kelembaban yang diinginkan untuk proses produksi jamur tiram.

Menggunakan alat penyiraman otomatis dapat membatu menjaga kelembaban udara dan tanah untuk menjaga kelembaban pada area kumbung. Penyiraman otomatis bekerja sesuai dengan pembacaan sensor jika parameter kelembaban tisak sesuai.

Adapun peneleitian sebelumnya digunakan sebagai referensi dan penunjang untuk pengerjaan Proyek Akhir :

1. *A Study of The Incubator Model for Growing Mushrooms* [1]. Pada jurnal internasional ini menjelaskan mengenai pembuatan inkubator untuk menciptakan lingkungan buatan sebagai proses pertumbuhan jamur sesuai kondisi jamur yang diperlukan mengetahui tempat pada penelitian yang termasuk daerah musim dingin.

2. Model Sistem Monitoring Serta Kendali Otomatis Suhu dan Kelembaban Ruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Putih Berbasis *Internet Of Things* [2]. Pada jurnal tersebut menjelaskan tentang sistem monitoring tanaman jamur tiram dengan menggunakan *Internet of Things* untuk mengatur suhu, kelembaban ruangan, dan kelembaban tanah secara *real time*.

3. Pengatur Suhu dan Kelembaban Kumbung Jamur Otomatis [5]. Pada jurnal tersebut menjelaskan mengenai pembuatan alat untuk mengatur suhu dan kelembaban kumbung jamur secara otomatis untuk menjaga kestabilan nilai suhu dan kelembaban udara secara kontinyu.

Melihat dari beberapa jurnal yang telah digunakan dan didapat sintesis atau penelitian yang digunakan dari masing-masing jurnal, maka melalui jurnal tersebut yang dijadikan referensi pada Proyek Akhir dibuat pengembangan dengan kendali kelembaban kumbung media tanam jamur tiram menggunakan *fuzzy logic controller*. Objek yang digunakan berupa jamur tiram dengan menjaga kelembaban udara dan tanah untuk menyuplai kelembaban yang dibutuhkan pada proses budidaya jamur tiram. Menggunakan microcontroller yang telah diatur dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani* untuk melakukan penyiraman sesuai dengan nilai pembacaan sensor kelembaban udara dan tanah akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman pada tanah dan sekitaran kumbung. Penyiraman pada area kumbung dan tanah akan menjaga kelembaban yang dibutuhkan untuk proses budidaya jamur tiram.

## 2.2 Jamur Tiram

Jamur tiram putih (*Pleirotus Ostreatus*) merupakan salah satu jenis jamur kayu yang mempunyai prospek baik untuk dikembangkan sebagai diversifikasi bahan pangan serta kandungan gizinya setara dengan daging dan ikan. Permintaan pasar lokal dan ekspor terbuka lebar, waktu panennya singkat sekitar 1-3 bulan, bahan baku mudah didapat, dan tidak membutuhkan lahan yang luas, oleh karena itu jenis jamur ini mulai banyak dibudidayakan. Khasiat jamur tiram putih untuk kesehatan adalah menghentikan pendarahan dan mempercepat pengeringan luka pada permukaan tubuh, mencegah penyakit diabetes melitus, penyempitan pembuluh darah, menurunkan kolesterol darah, menambah vitalitas dan daya tahan tubuh, serta mencegah penyakit tumor atau kanker, kelenjar gondok, influenza, sekaligus memperlancar buang air besar [5].

Pada budidaya jamur tiram suhu udara (lingkungan) memegang peranan yang penting untuk mendapatkan pertumbuhan badan buah (primordial) yang optimal. Pada umum suhu yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, dibedakan dalam dua fase tumbuh yaitu fase inkubasi yang memerlukan suhu udara berkisar antara 22-28℃ dengan kelembaban ruang 60 – 90 %, sedangkan kandungan gas oksigen (O2) relatif rendah tetapi gas karbondioksida (CO2) relatif tinggi [6].

Pertumbuhan miselium jamur tiram akan lebih cepat dalam keadaan gelap/tanpa sinar matahari, tetapi sebagian jamur tiram tidak terpengaruh pada keberadaan sinar. Pada pertumbuhan miselium sebaiknya media tanam ditempatkan dalam ruangan yang sedikit gelap pada tempat yang terpisah dengan media tanam pada masa pertumbuhan badan buah.

## 2.3 Teknologi Penelitian

Penggunaan teknologi pada era globalisasi seperti sekarang sangat membantu banyak pekerjaan menjadi lebih mudah dan juga efektif. Disamping keinginan manusia untuk menjadikan suatu pekerjaan menjadi cepat terselesaikan, perkembangan teknologi juga menuntut manusia untuk membuat alat-alat elektronika serba otomatis dan terbarukan. Kemajuan teknologi ini telah merabah hampir seluruh bidang pekerjaan, baik dalam bidang pertanian, perikanan, ataupun bidang pekerjaan yang lainnya. Pekerjaan lebih mudah, dan tingkat keselamatan pekerjaan juga terjamin, seperti pada pengerjaan Proyek Akhir pada kendali kelembaban kumbung media tanam jamur tiram ini terdapat beberapa teknologi yang diterapkan.

### 2.3.1 Arduino UNO

Arduino Uno memiliki mikroprosesor (berupa Atmel AVR) yang memiliki 14 pin input atau output digital (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, sambungan USB, soket listrik, header ICSP, dan tombol reset [5].

Arduino bersifat *open source* dan dikatakan sebagai sebuah platform dari *physical computing*. Arduino merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemprograman dan *Integrated Development Environtment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory *microcontroller*. Banyak projek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu Arduino memiliki modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk dapat disambungkan dengan Arduino [6].

**Gambar 2.1** Arduino Uno

### 2.3.2 Pompa

Pompa merupakan peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran cairan pada suatu sistem jaringan perpipaan [6].

Pompa air digunakan untuk menyiramkan air pada tanaman sehingga kelembaban tanah di sekitar tanaman menjadi basah/lembab [7].

**Gambar 2.2** Pompa

### 2.3.3 Relay

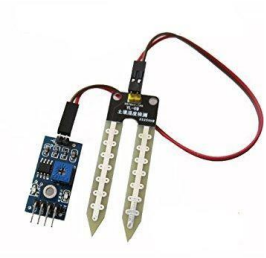
Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Prinsip Elektromagnetik yang

digunakan untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) sehingga dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [8]. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A [9].

**Gambar 2.3** Relay

### 2.3.4 Sensor Moisture

Moisture sensor adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah yang memiliki dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik [6].



**Gambar 2.4** Sensor *Soil Moisture*

Sensor soil akan mendeteksi kelembaban sesuai dengan kondisi tanah yang akan diukur. Tanah kering menghantarkan listrik dengan buruk, sehingga ketika akan ada lebih sedikit air, maka tanah akan

melakukan lebih sedikit listrik yang berarti akan ada lebih banyak perlawanan [7].

### 2.3.5 Sensor Kelembaban

DHT11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (*humidity*). Dalam 4 sensor ini terdapat sebuah *thermistor* tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resisitif dan sebuah mikrokontroller 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebut [5].

Sensor DHT11 adalah modul sensor suhu dan kelembaban udara relatif dalam satu paket yang menggunakan konsumsi daya rendah dan umum digunakan pada aplikasi data logger [6]. Range kelembapan yang dapat diukur antara 20%-90% RH dengan tingkat akurasi ±4% RH dan sensivitas 1%RH. DHT11 memiliki 3 buah pin, yang terdiri dari pin VC, DATA, dan GND [12].

**Gambar 2.5** Sensor DHT 11

### 2.3.6 Sprayer

Sprayer atau nozzle adalah alat yang berfungsi untuk memecah suatu cairan, larutan atau suspensi menjadi butiran cairan (droplets) atau spray. Nozzle sprayer embun digunakan untuk membuat embun atau menghasilkan pecahan air seperti kabut untuk menurunkan suhu dan menaikkan kelembaban. Hasil kabut dari nozzle sering digunakan pada budidaya tanaman untuk penyiraman seperti pada tanaman jamur [5].

## 2.4 Metode

Prosedur pembuatan alat untuk kendali kelembaban menggunakan metode pengerjaan *fuzzy mamdani* untuk pengambilan keputusan pada proses penyiraman. Melalui pembacaan sensor untuk mendeteksi kelembaban pada udara dan tanah. Hasil dari pembacaan sensor akan diproses melalui *microcontroller*. Penjelasan pada metode *fuzzy mamdani* dapat diketahui melalui sub bab 2.4.1 dan 2.4.2.

### 2.4.1 *Fuzzy Logic*

*Fuzzy Logic* adalah suatu metode pemecahan masalah yang digunakan untuk menangani masalah-masalah yang memiliki banyak jawaban. Metode ini pertamakali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. *Fuzzy logic* dapat dinyatakan seperti logika baru yang telah lama, karena ilmu yang mempelajari logika ini baru diketahui pada tahun 1965, meskipun sesungguhnya konsep tentang *fuzzy logic* telah ada sejak lama. Berbagai masalah yang real sudah menerapkan dan mengembangkan teori mengenai himpunan fuzzy. *Fuzzy logic* memformulasikan masalah menjadi lebih mudah dan mendapatkan solusi yang lebih tepat [7].

Merupakan suatu cabang ilmu *Artificial Intellegence*, yaitu suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan. Dengan kata lain *fuzzy logic* mempunyai fungsi untuk “meniru” kecerdasan yang dimiliki manusia untuk melakukan sesuatu dan mengimplementasikannya ke suatu perangkat [10].

### 2.4.2 *Fuzzy Mamdani*

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy
2. Aplikasi Fungsi Implikasi
3. Komponen Aturan
4. Penegasan (*defuzzy*)

Beberapa metode *defuzzy* pada komposisi aturan metode Mamdani.

a. Metode Centroid
b. Metode Bisektor
c. Metode *Min of Maximum* (MOM)
d. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)
e. Metode *Largest of Maximum* (LOM) [7]

# BAB III
# METODE

Dalam pelaksanaan Proyek Akhir yang berupa Kelembaban Kumbung Media Tanam Jamur Tiram dengan Sensor menggunakan *Fuzzy Logic Controller* pada budidaya jamur tiram CV Amanah Jaya 2 Jamur Tiram ada beberapa kegiatan yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut :

## 3.1 Studi Literatur

Sebagai langkah pengetahuan awal, melakukan studi literatur yaitu dengan melakukan pengumpulan data dari bermacam sumber tentang alat dan perancangan yang akan dilakukan dengan menganalisis dan penjabaran dari setiap sumber yang diperoleh.

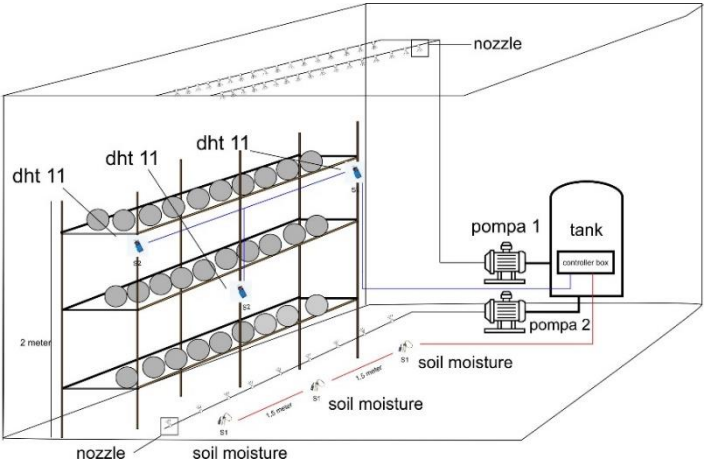
## 3.2 Perancangan

Tahap ini perancangan yang akan dilakukan nantinya untuk membuat alat seperti yang diharapkan. Proses pertumbuhan jamur tiram awal dilakukan dengan mulai penyiraman pada sekitar kumbung dan baglog jamur, yaitu pada tanah yang disiram untuk melembabkan kumbung jamur dan juga sekitar kumbung jamur.

### 3.2.1 Hardware

Tahap ini perancangan yang akan dilakukan nantinya untuk membuat alat seperti yang diharapkan. Perancangan alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1. Proses pertumbuhan jamur tiram awal dilakukan dengan mulai penyiraman pada area kumbung dan baglog jamur, yaitu pada tanah yang disiram untuk melembabkan kumbung jamur dan juga baglog jamur. Tanah disiram dalam kondisi kondisi tidak terlalu basah, karena air akan meresap dan kumbung akan lembab melalui tanah yang telah dibasahi. Kumbung jamur yang lembab juga mempengaruhi proses tumbuhnya jamur. Jaringan sensor akan mendeteksi kelembaban tanah sesuai range sebesar 65%-75%. Dari pembacaan jaringan sensor akan diteruskan dan diproses melalui *microcontroller* dengan *Fuzzy Logic Mamdani*. Hasil dari pemrosesan akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman pada tanah.

Setelah dilakukan penyiraman pada tanah dengan kelembaban yang sesuai, kelembaban pada kumbung jamur juga akan dilakukan penyiraman jika belum mencapai sesuai parameter kelembaban udara. Semakin lembab kumbung jamur, pertumbuhan jamur juga semakin baik karena jamur akan tumbuh pada kelembaban yang sesuai.




**Gambar 3.1** Konfigurasi Sistem Penyiraman Tanaman Jamur Tiram

Proses penyemprotan untuk mencapai kelembaban pada kumbung dilakukan dengan dua proses penyiraman yaitu, penyiraman pada tanah dan pada area kumbung jamur. Kelembaban dihasil melalui dua penyiraman yang dilakukan pada kumbung jamur. Penyiraman pada tanah dilakukan ketika sensor tanah *soil moisture* membaca kelembaban pada tanah yang nantinya sebagai input pada Arduino. Input yang diterima oleh Arduino akan dikontrol dan diproses dengan menggunakan algoritma *fuzzy mamdani*. Setelah dilakukan pemrosesan kemudian mengaktifkan relay dan pompa untuk melakukan proses penyiraman. Pompa akan aktif dan mengairkan air pada pipa yang terpasang pada bagian tanah dan rak jamur yang kemudian akan disemprotkan melalui sprayer/nozzle. Algoritma *fuzzy* akan mengambil keputusan untuk melakukan penyiraman jika parameter tidak sesuai dengan set poin kelembaban. Ketika parameter telah tercapai, proses penyiraman akan berhenti. Nilai pembacaan dari jaringan sensor dapat

diketaui melalui persentase dari kelembaban dapat diketahui dengan persamaan 1 sampai 3 berikut :

$\bar{x}$ sensor atas = $\frac{s1 + s2 + s3}{3}$ „…….(1)

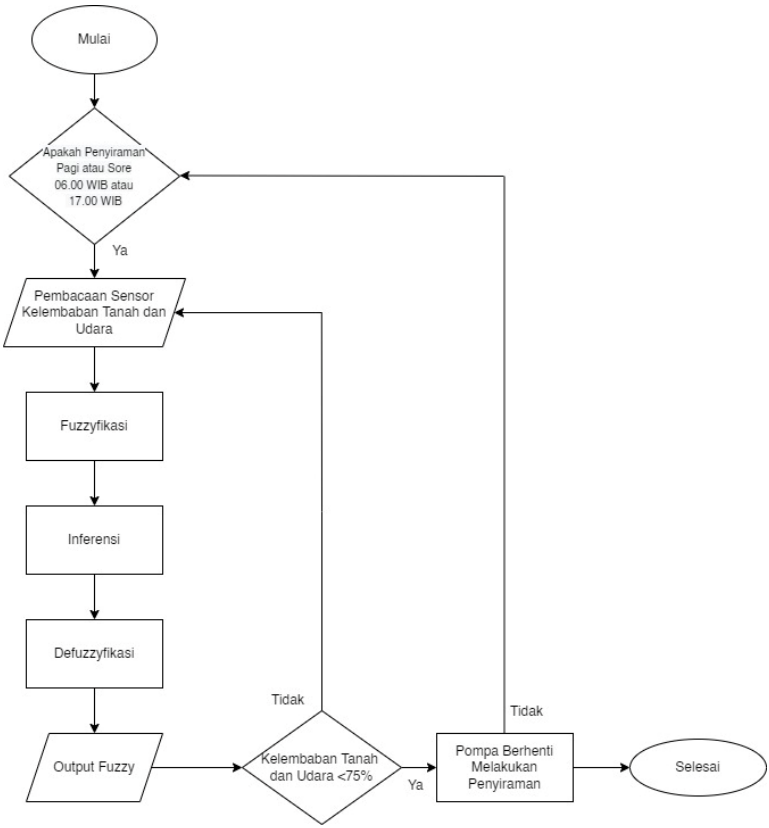
$\bar{x}$ sensor bawah = $\frac{s4 + s5 + s6}{3}$ ……...(2)

$\bar{x}$ kelembaban kumbung = $\frac{\bar{x}\ \text{sensor atas} + \bar{x}\ \text{sensor bawah}}{2}$ ……...(3)

Proses penyemprotan pada kumbung jamur pun dilakukan hampir serupa dengan penyemprotan pada tanah. Sensor kelembaban udara yang terpasang pada area kumbung akan membaca kelembaban udara. Jika kelembaban udara pada kumbung dibawah parameter sensor akan bekerja dan mengirimkan sinyal pada *microcontroller*. Melalui *microcontroller* sinyal yang dikirim sensor kelembaban DHT 11 akan diproses dengan algoritma *fuzzy*. Proses *fuzzy* pada Arduino akan berkeja untuk menentukan penyiraman pada kumbung atau tidak sesuai parameter kelembaban. Penyiraman dilakukan ketika kelembaban berada di bawah parameter. Hasil dari proses *fuzzy* akan diteruskan untuk menjalankan pompa yang akan mengalirkan air untuk proses penyiraman. Ketika kelembaban tidak sesuai parameter, nozzle akan menyemprotkan air. Ketika kelembaban yang ada pada kumbung telah mencapai parameter yang telah di *setting*, secara otomatis penyiraman akan selesai. Proses kerja penyiraman pada tanah dan kumbung ini bekerja berulang sesuai dengan setting yang telah dilakukan pada alat. Dengan adanya alat ini diharapkan mampu membatu petani jamur untuk melakukan budidaya jamur dan mengurangi pengeluaran untuk menekan biaya produksi.

Dari *flowchart* yang terdapat pada Gambar 3.2, sensor kelembaban tanah dan kelembaban udara pada kumbung bekerja untuk membaca tingkat kelembaban. Hasil pembacaan jaringan sensor kelembaban tanah dan udara yang kemudian akan mengirimkan sinyal pada *microcontroller* yang kemudian diproses. Hasil sensor menjadi input untuk fuzzyfikasi pada *microcontroller*. Kemudian akan diinisialisasi menjadi kering, sedang, dan basah untuk kelembaban pada tanah. Sedangkan pada kelembaban udara diinisialisasi menjadi kering,

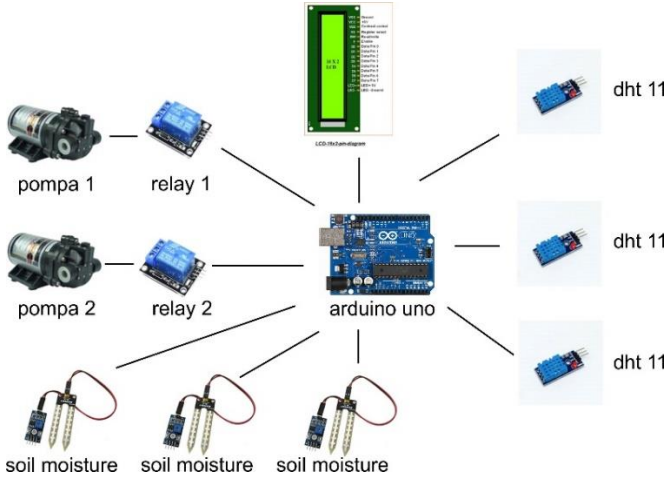
sedang, lembab. Dimana persentase terendah berada pada kering, persentase sedang pada variabel sedang, dan persentase tinggi pada basah dan lembab pada masing-masing sensor.




**Gambar 3.2** *Flowchart* Sistem Penyiraman

Setelah dilakukan proses fuzzyfikasi, maka dilanjutkan dengan inferensi pada *fuzzy* untuk *rule base* yang akan digunakan pada proses olah data yang akan dieksekusi. Dari inferensi akan menghasilkan nilai

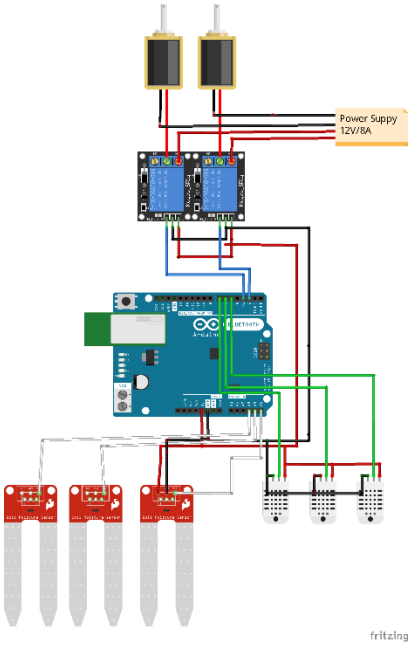
output dari masing-masing sensor melalui *rule base* yang telah dibuat. Melalui *rule base*, proses olah data nantinya sesuai dengan parameter yang ditentukan dari tiap variabel jaringan sensor. Kemudian pada proses defuzzyfikasi akan dilakukan olah data lanjutan untuk menghitung rata-rata nilai dari tiap data yang masuk. Dari hasil inferensi data akan dihitung pada rentan rata-rata dari tiap variabel mulai dari persentase 65%-85%. Rentan nilai persentase 65%-75% untuk nilai dari sensor kelembaban tanah dan persentase 75%-85% untuk persentase nilai pada sensor kelembaban udara.




**Gambar 3.3** Perancangan Rangkaian

Melalui perancangan yang terdapat pada Gambar 3.3, rangkaian alat digunakan untuk melakukan penyiraman pada proses budidaya jamur tiram. Algortima fuzzy yang terdapat pada *microcontroller* akan memproses untuk inisialisasi variabel. Inisialisasi pada sensor kelembaban tanah dibagi menjadi kering, sedang, dan basah. Setelah melalui proses inisialisasi dilanjutkan pada inferensi untuk *rule base* pada pada inputan. Melalui *rule base*, proses olah data nantinya sesuai dengan parameter yang ditentukan dari tiap variabel jaringan sensor. Ketentuan untuk *rule base* proses olah data dapat dilihat pada penjelasan sebelumnya untuk *rule base* proses fuzzy. Setelah proses inferensi, data selanjutnya akan masuk pada proses defuzzyfikasi untuk menghitung rata-rata nilai dari tiap data yang masuk. Dari hasil

inferensi data akan dihitung pada rentan rata-rata dari tiap variable mulai dari persentase 65%-85%. Rentan nilai persentase dari kelembaban tanah sebesar 65%-75%. Proses olah data pada defuzzyfikasi akan menghasilkan ouput yang selanjutnya akan dilakukan tindakan dari hasil proses tadi. Data kemudian diteruskan untuk mengaktifkan pompa sesuai dari hasil defuzzyfikasi apakah pompa akan bekerja secara pendek, normal, atau lama. Proses kerja atau parameter dari setting dapat diketahui melalui layar LCD yang terdapat pada alat. Penyiraman akan berhenti ketika parameter yang ditentukan sudah sesuai.




**Gambar 3.4** Desain Rangkaian

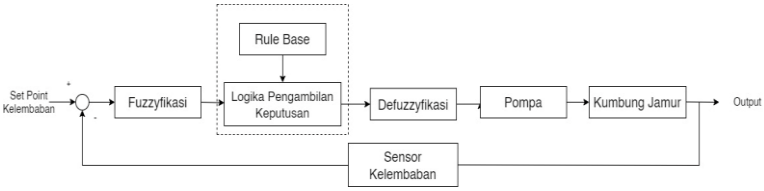
Pada bagian sensor kelembaban udara, sensor membaca/mendeteksi tingkat kelembaban udara. Proses pada sensor kelembaban udara tidak jauh berbeda dengan sensor kelembaban tanah. Hasil dari pembacaan pembacaan sensor kelembaban udara

diteruskan pada Arduino dan di proses melalui algoritma fuzzy sebagai input. Algortima fuzzy yang terdapat pada *microcontroller* akan memproses untuk inisialisasi variabel. Desain rangkaian dari sistem penyiraman dapat diketahui pada Gambar 3.4. Inisialisasi pada sensor kelembaban udara dibagi menjadi kering, sedang, dan lembab. Setelah melalui proses inisialisasi dilanjutkan pada inferensi untuk *rule base* pada inputan. Melalui *rule base*, proses olah data nantinya sesuai dengan parameter yang ditentukan dari tiap variabel jaringan sensor. Ketentuan untuk *rule base* proses olah data dapat dilihat pada penjelasan sebelumnya untuk *rule base* proses fuzzy. Setelah proses inferensi, data selanjutnya akan masuk pada proses defuzzyfikasi untuk menghitung rata-rata nilai dari tiap data yang masuk. Dari hasil inferensi data akan dihitung pada rentan rata-rata dari tiap variable mulai dari persentase 65%-85%. Proses olah data pada defuzzyfikasi akan menghasilkan ouput yang selanjutnya akan dilakukan tindakan dari hasil proses tadi. Data kemudian diteruskan untuk mengaktifkan pompa sesuai dari hasil defuzzyfikasi apakah pompa akan bekerja secara pendek, normal, atau lama. Proses kerja atau parameter dari *setting* dapat diketahui melalui layar LCD yang terdapat pada alat. Penyiraman akan berhenti atau tidak melakukan penyiraman ketika parameter yang ditentukan sudah sesuai.

### 3.2.2 Perancangan Logika Fuzzy

Logika fuzzy yang akan digunakan pada perancangan alat kendali kelembaban kumbung media tanam jamur tiram ini dengan menerapkan logika *fuzzy mamdani*. Menggunakan logika fuzzy ini untuk mengambil keputusan melakukan penyiraman untuk kelembaban pada media tanam jamur tiram. Dengan pembagian parameter pada kondisi kering, sedang, dan lembab atau basah.

Pada Gambar 3.5 menunjukan diagram sistem *control* pada kendali kelembaban kumbung media tanam jamur dimulai dengan menentukan tingkat kelembaban pada tanah dan udara yang terdapat pada kumbung jamur. Dengan persentase kelembaban dinilai 65%-85%. Kemudian inputan dari sensor akan diproses melalui *controller* dengan menggunakan logika *fuzzy mamdani* untuk mengendalikan *actuator* berupa pompa yang akan mengalirkan air.




**Gambar 3.5** Diagram Sistem Kontrol

Setelah pompa melakukan proses sesuai dengan pemrograman logika fuzzy. Sprayer akan melakukan penyemprotan pada kumbung dan tanah. Sensor akan membaca tingkat kelembaban, proses penyiraman tergantung pada tingkat kelembaban yang dibaca pada masing-masing sensor.

Pada Gambar 3.2 merupakan *flowchart* sistem penyiraman pada kendali kelembaban kumbung media tanam jamur tiram. Sensor kelembaban tanah *soil moisture* dan sensor kelembaban udara DHT 11 membaca tingkat kelembaban pada tanah dan udara. Ketika kelembaban pada tanah dibawah 65% akan melakukan penyiraman dengan durasi penyiraman pada pompa lama dan kelembaban pada udara dibawah 75% durasi pompa akan bekerja lama. Selama proses berlangsung logika fuzzy bekerja sesuai dengan aturan fuzzy yang telah digunakan dan proses kerja penyiraman sesuai dengan aturan fuzzy untuk mengatur tingkat penyiraman untuk mencapai parameter setting yang sesuai.

### 3.2.3 Himpunan Fuzzy

Pada tahapan ini akan menentukan untuk fungsi keanggotaan dari masing-masing input/sensor yang nantinya akan melakukan pengukuran pada tingkat kelembaban tanah dan udara pada proses jamur tiram. Fungsi keanggotaan ini untuk klasifikasi dari parameter terendah yang ditentukan sampai dengan parameter tertinggi dari masing-masing sensor. Pada sensor kelembaban tanah untuk persentase kelembaban, yaitu

A. Sangat Kering : 0%-65%
B. Kering : 65%-70%
C. Sedang : 70%,
D. Lembab : 70%-75%

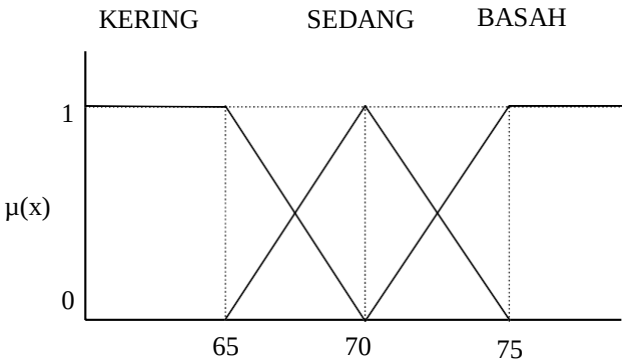
E. Basah : 75%

Sedangkan pada sensor kelembaban udara untuk persentase kelembaban, yaitu

A. Sangat Kering : 0%-75%
B. Kering : 75%-80%
C. Sedang : 80%,
D. Lembab : 80%-85%
E. Basah : 85%

Melalui proses defuzzyfikasi ini dihasilkan nilai output dari masing-masing sensor.

Himpunan Fuzzy untuk variabel kelembaban tanah (x)




**Gambar 3.6** Himpunan Fuzzy pada Variabel Kelembaban Tanah

Perhitungan untuk variabel kelembaban tanah : [0 75]

Domain himpunan fuzzy :

KERING = [0 65]

SEDANG = [70 75]

BASAH = [>75]

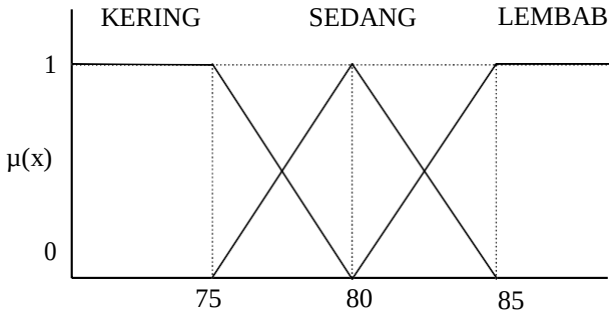
Fungsi keanggotaan untuk variabel kelembaban tanah

$$\mu x \text{ kering} \begin{cases} 1, x \leq 65\% \\ \frac{x-65}{70-65}; 65 \leq x \leq 70 \\ 0;\ x \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu x \text{ sedang} \begin{cases} 0;\ x \leq 65\%\ atau\ x \leq 70\% \\ \frac{x-65}{70-65}; 65 \leq x \leq 70 \\ \frac{75-x}{75-70}; 70 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

$$\mu x \text{ basah} \begin{cases} 0, x \leq 70\% \\ \frac{x-70}{75-70}; 70 \leq x \leq 75 \\ 1;\ x \geq 75 \end{cases}$$

Himpunan Fuzzy untuk variabel kelembaban udara (x)




**Gambar 3.7** Himpunan Fuzzy pada Variabel Kelembaban Udara

Perhitungan untuk variabel kelembaban udara : [0 75]

Domain himpunan fuzzy :

KERING = [0 75]

SEDANG = [80 85]

LEMBAB = [>85]

Fungsi keanggotaan untuk variabel kelembaban udara

$$\mu x \text{ kering} \begin{cases} 1, x \leq 75\% \\ \frac{x-75}{80-75}; 75 \leq x \leq 80 \\ 0;\ x \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu x \text{ sedang} \begin{cases} 0;\ x \leq 75\%\ atau\ x \leq 85\% \\ \frac{x-75}{80-75}; 75 \leq x \leq 80 \\ \frac{85-x}{85-80}; 80 \leq x \leq 85 \end{cases}$$

$$\mu x \text{ lembab} \begin{cases} 0, x \leq 80\% \\ \frac{x-80}{85-80}; 80 \leq x \leq 85 \\ 1;\ x \geq 85 \end{cases}$$

Setelah pembentukan fungsi keanggotaan pada masing- masing variabel yang terdapat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7, masukan yang berupa nilai tegas (*crisp*) diubah ke dalam masukan *fuzzy* yaitu dengan menentukan derajat keanggotaan nilai masukan pada sebuah himpunan *fuzzy*, proses ini yang disebut sebagai proses fuzzyfikasi.

### 3.2.4 Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi ditentukan setelah dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy* dengan pembuatan aturan atau *rule base*. Aturan ini berfungsi untuk menyatakan hubungan antara masukan dengan keluaran. Setiap aturan yang dibuat merupakan suatu implikasi menggunakan operator *IF-THEN* untuk memetakan antara masukan dan keluaran.

Tahap *rule base* pada perancangan ini adalah penentuan aturan untuk input yang akan diproses pada algoritma fuzzy yang akan diguanakan. *rule base* ini dibuat dengan aturan ***IF-THEN***. *Rule base* pada sensor kelembaban udara dijelaskan sebagai berikut :

a. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Kering ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Kering ***THEN*** Durasi Pompa Air 1 dan 2 ***is*** Lama (10 detik).

b. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Kering ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Sedang ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 ***is*** Normal (5 detik) dan Pompa Air 1 ***is***

Lama (10 detik).

c. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Kering ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Basah ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 ***is*** off dan Pompa Air 1 ***is*** Lama (10 detik).

d. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Sedang ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Kering ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 ***is*** Lama (10 detik) dan Pompa Air 1 ***is*** Normal (5 detik).

e. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Sedang ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Sedang ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 dan 1 ***is*** Normal (5 detik).

f. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Sedang ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Basah ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 ***is*** Normal (5 detik) dan Pompa 1 ***is*** off.

g. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Lembab ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Kering ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 ***is*** off dan Pompa 1 ***is*** Lama (10 detik).

h. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Lembab ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Sedang ***THEN*** Durasi Pompa Air 2 ***is*** off dan Pompa 1 ***is*** Normal (5 detik).

i. ***IF*** Kelembaban Udara ***is*** Lembab ***AND*** Kelembaban Tanah ***is*** Basah ***THEN*** Durasi Pompa Air 1 dan 2 ***is*** off.

Dari Tabel 3.1 didapatkan aturan yang akan dirancang adalah *IF* (Sensor DHT 11) *AND* (Sensor *Soil Moisture*) *THEN* (Kondisi Pompa 1 dan Pompa 2). Sehingga dari tabel tersebut dapat dibuat 9 aturan atau aturan *fuzzy* yang nantinya akan digunakan dalam proses inferensi. Dari aturan yang telah didapatkan, dilakukan proses selanjutnya yaitu menentukan predikat dari masing-masing aturan dengan menggunakan metode implikasi, yaitu pengambilan keputusan atau konsekuen berdasarkan nilai minimum (*MIN*). Selanjutnya untuk komposisi aturan menggunakan fungsi *MAX*. Komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen masing-masing aturan.

Tabel 3.1 *Rule Base Fuzzy Mamdani*

| Sensor DHT 11 / Sensor Soil Moisture | Kering | Sedang | Lembab |
|---|---|---|---|
| Kering | M 1 : lama<br>M 2 : lama | M 1 : normal<br>M 2 : lama | M 1 : *off*<br>M 2 : lama |
| Sedang | M 1 : lama<br>M 2 : normal | M 1 : normal<br>M 2 : normal | M 1 : *off*<br>M 2 : normal |
| Basah | M 1 : lama<br>M 2 : *off* | M 1 : normal<br>M 2 : *off* | M 1 : *off*<br>M 2 : *off* |

### 3.2.5 Penegasan (Defuzzyfikasi)

Defuzzyfikasi merupakan proses terakhir yang merupakan tahap penegasan. Tahap ini berfungsi untuk mengubah himpunan fuzzy menjadi bilangan nyata. Masukan dari proses penegasan ini adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan keluaran yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut.

$$z = \frac{\mu\, d\ momen}{\mu\, d\ luas\ bidang} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

Pada sistem penyiraman ini kondisi kering pada masing-masing sensor berada pada rentan 0-65% dan 0-75% sehingga pompa menyala dengan lama penyiraman 10 detik. Sedangkan pada kondisi normal rentan nilai berada dinilai 80% dan 70% untuk tiap sensor dan kondisi basah dan lembab berada dinilai 75% dan 85% dengan waktu

penyiraman pompa sekitar 5 detik untuk kondisi normal dan kondisi *off* saat pompa berada pada parameter tertinggi.

### 3.2.6 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui proses perhitungan fuzzy dengan menggunakan metode *fuzzy mamdani* yang disimulasikan melalui *software matlab*. Simulasi pada software ini dilakukan untuk mengetahui perhitungan yang dilakukan menggunakan matlab untuk menentukan pada proses fuzzyfikasi, aturan *fuzzy* atau *rule base fuzzy*, dan defuzzyfikasi. Terdapat 2 input dan juga 2 output berupa hasil pembacaan jaringan sensor DHT 11 untuk kelembaban udara dan sensor *soil moisture* untuk pembacaan kelembaban tanah. Keluaran dari sistem penyiraman ini berupa aktifnya pompa 1 dan 2 untuk melakukan penyiraman sesuai dengan *rule base* yang ditentukan.

## 3.3 Penyusunan Laporan

Pada tahap ini untuk penyusunan laporan dilakukan setelah beberapa data pengukuran yang didapat atau uji coba alat yang dilakukan sudah mencukupi tolok ukur parameter yang dijadikan sebagai rumusan masalah yang mana pada penyusunan ini menjawab dari beberapa persoalan yang di jadikan sebagai rumusan masalah pada pengerjaan Proyek Akhir.

# BAB IV

# PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dilakukan pengujian dan analisa terkait dengan sistem yang telah dirancang dan dibuat. Adapun pada pengujian dan analisa data yang akan dilakukan yaitu:

1. Pengujian kalibrasi sensor dan cek fungsi alat pada objek penelitian. Perbandingan *error checking* sensor dengan alat ukur sebagai media kalibrasi sensor.
2. Pengujian Sensor *Soil Moisture* dengan melakukan tes kelembaban pada tanah untuk mengetahui persentase kelembaban.
3. Pengujian Sensor DHT 11 dilakukan untuk mengetahui nilai kelembaban udara pada kumbung jamur.
4. Pengujian alat keseluruhan untuk penyiraman pada sekitar kumbung dan tanah untuk mencapai kelembaban.

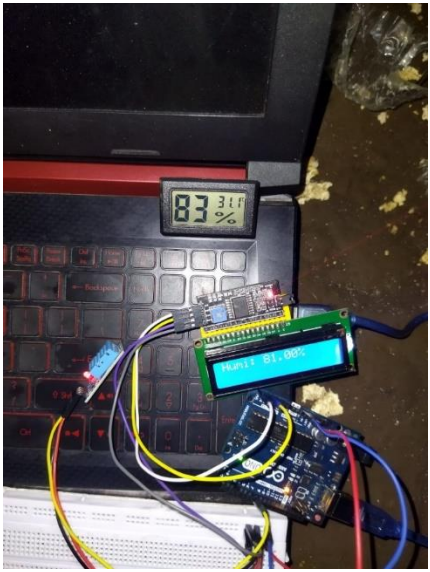
Dari pengujian di atas diharapkan mampu berjalan sebagaimana perancangan yang telah dibuat agar bisa mengatasi permasalahan yang ada.

## 4.1 Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Pengujian dilakukan untuk mengetahui alat berfungsi dan dapat melakukan pengukuran pada objek yang akan dilakukan uji pengambilan data. Pengujian awal yang dilakukan dengan mengkalibrasi pada sensor DHT 11 dan sensor *soil moisture* dengan pembacaan alat ukur. Dengan melakukan pemrograman untuk kerja alat melalui Arduino dengan membandingkan alat ukur untuk mengetahui nilai dari pembacaan sensor.

Pengukuran melalui sensor DHT 11 dan *soil moisture* untuk mengetahui nilai kelembaban udara dan tanah didapat nilai seperti berikut :

$$Error\ \% = \frac{nilai\ alat\ ukur\ manual - nilai\ sensor}{nilai\ alat\ ukur\ manual}\ x\ 100\% \ \ldots\ldots\ldots(5)$$




**Gambar 4.1** Dokumentasi Pengujian Sensor DHT 11 dengan Higrometer

Proses kalibrasi pada sensor kelembaban udara, yaitu sensor DHT 11 dapat diketahui melalui Tabel 4.1. Sensor menggunakan digital pin 3 pada *microcontroller*, hasil dari pembacaan kelembaban udara dari sensor DHT 11 akan ditampilkan pada layar LCD dengan keterangan "Humi" yang artinya "*Humidity*" atau kelembaban pada udara. Melalui pengukuran yang dilakukan oleh sensor DHT 11 didapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 1,41% dengan alat ukur kelembaban udara hygrometer.

Pengujian dilakukan untuk mengukur nilai kelembaban udara. Hasil dari perbandingan pengukuran dan nilai error dari DHT 11 dapat diketahui melalui Tabel 4.1. nilai dari kelembaban udara berubah-ubah yang mana dapat dipengaruhi oleh cuaca. Pada siang hari ketika kondisi cuaca mendung dan hujan nilai dari kelembaban udara akan naik. Begitu juga ketika menjelang petang kondisi dari kelembaban udara juga akan naik hampir mendekati nilai kelembaban pada pagi hari.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor DHT 11 dengan Higrometer

| No. | DHT 11 | Higrometer | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 81% | 83% | 2,4% |
| 2. | 78% | 78% | 0% |
| 3. | 76% | 77% | 1,29% |
| 4. | 84% | 86% | 2,3% |
| 5. | 85% | 86% | 1,1% |
| **Rata-rata** | | | **1,41%** |

Sedangkan pada sensor *soil moisture* untuk melakukan pengukuran nilai kelembaban pada tanah dengan membandingkan menggunakan alat ukur *soil tester*. Sebelum dilakukan pengukuran dengan menggunakan sensor *soil moisture*, maka perlu menyusun program untuk pembacaan sensor *soil moisture* pada Arduino. Pengujian dilakukan setelah kondisi tanah disiram untuk mengetahui nilai kelebaban pada tanah yang diukur setiap sepuluh meit selama lima kali pengukuran.

Tabel 4.2 Pengujian Sensor *Soil Moisture* dengan *Soil Tester*

| No. | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1 | 72% | 70% | 2,8% |
| 2 | 80% | 81% | 1,25% |
| 3 | 80% | 82% | 2,4% |
| 4 | 70% | 70% | 0% |
| 5 | 73% | 75% | 2,6% |
| 6 | 80% | 80% | 0% |
| 7 | 67% | 70% | 4,2% |
| 8 | 77% | 75% | 2,6% |
| 9 | 79% | 81% | 2,4% |
| 10 | 73% | 74% | 1,3% |
| **Rata-rata** | | | **1,95%** |

Proses kalibrasi dari sensor *soil moisture* untuk pengambilan nilai kelembaban pada tanah dengan melakukan perbandingan

pengukuran pembacaan sensor dengan alat ukur. Penyusunan program pada *microcontroller* dilakukakn agar sensor *soil moisture* dapat melakukan pengukuran nilai kelembaban yang dapat diketahui melalui Tabel 4.2.

Sensor menggunakan analog pin A0 pada *microcontroller*, hasil dari pembacaan kelembaban tanah dari sensor *soil moisture* akan ditampilkan pada layar LCD dengan keterangan "*Soil Moisture*" yang artinya pembacaan nilai kelembaban tanah melalui sensor. Melalui pengukuran yang dilakukan oleh sensor *soil moisture* didapatkan nilai *error* sebesar 1,95% dengan alat ukur soil tester.

**Gambar 4.2** Dokumentasi Kalibrasi Sensor *Soil Moisture*

## 4.2 Pengujian Sensor *Soil Moisture*

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui sensor dapat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat pada *microcontroller*. Sensor yang diletakan pada tanah akan membaca nilai kelembaban tanah apakah sesuai atau tidak dengan melihat perbandingan menggunakan alat ukur soil tester yang dapat diketahui melalui Tabel 4.3.

Nilai sensor ketika belum ditancapkan tanah akan bernilai nol dan ketika ditancapkan tanah maka akan melakukan pengukuran. Pengujian sensor dilakukan dengan tiga kondisi tanah yang berbeda.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor pada Kondisi Tanah Sebelum Disiram

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 77% | 78% | 1,2% |
| 2 | 07.00 WIB | 74% | 75% | 1,33% |
| 3 | 08.00 WIB | 72% | 72% | 0% |
| 4 | 09.00 WIB | 70% | 72% | 2,77% |
| 5 | 10.00 WIB | 69% | 71% | 2,8% |
| 6 | 11.00 WIB | 67% | 70% | 4,2% |
| 7 | 12.00 WIB | 65% | 68% | 3,1% |
| 8 | 13.00 WIB | 62% | 64% | 3,1% |
| 9 | 14.00 WIB | 60% | 61% | 1,6% |
| 10 | 15.00 WIB | 59% | 61% | 3,2% |
| | **Rata-rata** | | | **2,33%** |

Dari hasil pengujian dengan kondisi tanah yang berbeda sensor dapat bekerja dengan baik. Pembacaan sensor *soil moisture* melalui Arduino, nilai hasil pembacaan sensor berupa persentase. Sensor *soil moisture* akan membaca kelembaban tanah sesuai dengan kondisi tanah. Ketika kondisi tanah basah maka nilai dari pembacaan sensor akan tinggi, ketika kondisi tanah kering maka nilai sensor akan rendah atau bernilai nol. Nilai pada tabel pengujian diambil dari nilai rata-rata selama tujuh hari dalam pengambilan data sensor untuk mengetahui nilai pembacaan dan kondisi tanah yang diuji sehingga dapat diketahui dalam perhari rentan nilai kelembaban tanah yang sering muncul pada kondisi tanah yanga ada sekitar kumbung jamur tiram. Dengan mencari nilai tersebut maka dapat diketahui nilai rata-rata dari kelembaban pada tanah sesuai yang terdapat di Tabel 4.3 dan pada Tabel 4.4. Dalam tabel dapat diketahui persentase nilai rata-rata *error* dari pengujian yang dilakukan selama rentang waktu pengambilan data yang diambil selama 1 jam sekali pada pembacaan nilai kelembaban tanah.

Tabel 4.4 Pengujian Sensor pada Kondisi Tanah Setelah Disiram

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 83% | 2,8% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 81% | 1,25% |
| 3 | 08.00 WIB | 80% | 82% | 2,4% |
| 4 | 09.00 WIB | 77% | 76% | 0% |
| 5 | 10.00 WIB | 74% | 73% | 2,6% |
| 6 | 11.00 WIB | 71% | 72% | 0% |
| 7 | 12.00 WIB | 70% | 70% | 4,2% |
| 8 | 13.00 WIB | 68% | 70% | 2,6% |
| 9 | 14.00 WIB | 65% | 67% | 2,4% |
| 10 | 15.00 WIB | 63% | 64% | 1,3% |
| | **Rata-rata** | | | **1,95%** |

## 4.3 Pengujian Sensor DHT 11

Pengujian pada sensor kelembaban udara dilakukan dengan mengetahui hasil dari pembacaan sensor untuk menentukan nilai kelembaban udara. Hasil dari pembacaan sensor DHT 11 dapat diketahui melalui LCD. Nilai dari pembacaan sensor kelembaban udara bernilai persentase. Pembacaan nilai dari masing-masing sensor akan didapat ketika sensor melakukan pengukuran pada kelembaban udara sekitar. Hasil dari pembacaan sensor dan perbandingan menggunakan alat ukur dapat diketahui melalui Tabel 4.4.

Tabel 4.5 Pengujian Sensor pada Kelembaban Udara

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 90%<br>Higrometer : 90% | 0% |

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 86% Higrometer : 88% | 1,1% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 81% Higrometer : 83% | 2,4% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 82% Higrometer : 80% | 2,5% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 78% Higrometer : 78% | 0% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 78% Higrometer : 80% | 2,5% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 76% Higrometer : 77% | 1,2% |
| | **Rata-rata** | | **1,4%** |

Nilai sensor DHT 11 ketika pembacaan kelembaban udara dengan membandingkan pembacaan menggunakan alat ukur *hygrometer*. Pengujian dari sensor DHT 11 dilakukan setiap 1 jam sekali. Dengan mengukur kelembaban yang ada pada dalam kumbung jamur. Saat pagi, kelembaban pada kumbung menunjukan nilai kelembaban yang tinggi, sebaliknya ketika siang nilai kelembaban akan turun. Nilai kelembaban pada kumbung juga dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Ketika cuaca mendung atau hujan kondisi kelembaban akan tinggi. Nilai pada tabel pengujian diambil dari nilai rata-rata selama tujuh hari dalam pengambilan data sensor untuk mengetahui nilai pembacaan dan kondisi udara yang diuji sehingga dapat diketahui dalam perhari rentan nilai kelembaban udara yang sering muncul pada kondisi udara yanga ada sekitar kumbung jamur tiram. Pembacaan nilai sensor dengan membadingkan melalui alat ukur manual sehingga didapat nilai *error* dan rata-rata persentase nilai *error* yang dapat

diketahui pada tabel. Dengan mencari nilai tersebut maka dapat diketahui nilai rata-rata dari kelembaban pada udara sesuai yang terdapat di Tabel 4.5.

## 4.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Pada tahap ini, pengujian alat dilakukan dengan menguji semua alat komponen menjadi satu untuk mengetahui sistem penyiraman yang akan diterapkan pada budidaya jamur tiram. Perancangan sensor DHT 11 dan *soil moisture* sebagai input alat digunakan untuk mengaktifkan pompa yang berperan sebagai output untuk penyiraman.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Alat Penyiraman

| Kondisi kelebaban tanah | Sensor *soil moisture* | Kondisi kelembaban udara | Sensor DHT 11 | Pompa 1 | Pompa 2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Kering | 65% | Kering | 73% | ON (10 detik) | ON (10 detik) |
| Kering | 63% | Sedang | 80% | ON (5 detik) | ON (10 detik) |
| Kering | 64% | Lembab | 83% | OFF | ON (10 detik) |
| Sedang | 69% | Kering | 73% | ON (10 detik) | ON (5 detik) |
| Sedang | 67% | Sedang | 77% | ON (5 detik) | ON (5 detik) |
| Sedang | 70% | Lembab | 85% | OFF | ON (5 detik) |
| Basah | 73% | Kering | 72% | ON (10 detik) | OFF |

| Kondisi kelebaban tanah | Sensor *soil moisture* | Kondisi kelembaban udara | Sensor DHT 11 | Pompa 1 | Pompa 2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Basah | 75% | Sedang | 80% | ON (5 detik) | OFF |
| Basah | 71% | Lembab | 85% | OFF | OFF |

Pengujian dilakukan dengan menguji parameter kelembaban yang telah ditentukan dari masing-masing input dengan menggunakan perhitungan fuzzy untuk mengambil keputusan penyiraman sesuai dengan input. Ketika intput kelembaban pada pembacaan sensor berada pada parameter kelembaban dibawah 75%, pompa akan menyala sesuai dengan lama waktu penyiraman yang telah ditentukan melalui *rule base* fuzzy yang digunakan. Pompa 1 dan pompa 2 akan menyala sekitar 10 detik ketika sensor membaca kelembaban dibawah 75% dan 65%. Hasil dari pengujian akan ditampilkan melalui Tabel 4.6. Melihat dari data pengujian alat tersebut dapat diketahui bahwa **alat dapat bekerja sesuai dengan *rule base fuzzy* yang telah ditentukan dengan mengacu pada tabel *rule base* pada Tabel 3.1 alat penyiraman otomatis. Alat dapat bekerja sesuai pembacaan jaringan sensor sebagai input, kemudian dilakukan olah data dengan metode fuzzy mamdani.**

Ketika kondisi kering pada kedua sensor, pembacaan nilai dari sensor akan diteruskan ke microcontroller untuk olah data menggunakan *fuzzy logic controller* untuk pengambilan keputusan pada proses penyiraman. Hasil olah data pada *microcontroller* akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kondisi pembacaan sensor. Pembacaan sensor saat kondisi sama-sama kering, pompa melakukan penyiraman selama 10 detik. Pompa 1 akan melakukan penyiraman pada bagian sekitar kumbung untuk mencapai nilai kelembaban udara. Sedangkan pada pompa 2, melakukan penyiraman pada tanah untuk mencapai kelembaban sesuai dengan set parameter.

**Gambar 4.3** Kondisi Pembacaan Kelembaban pada Alat

Tabel 4.7 Pengujian Alat pada UMKM

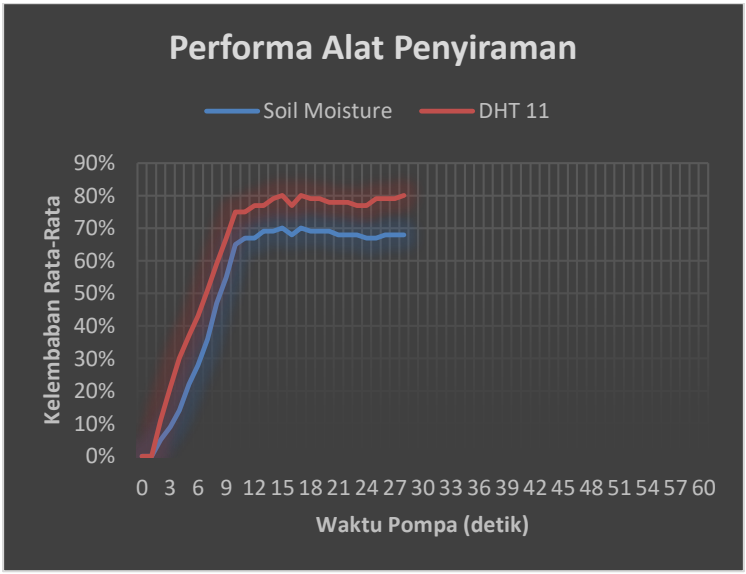
| No. | Kondisi dengan Alat Penyiraman | Kondisi Tanpa Alat Penyiraman |
|---|---|---|
| 1. | Alat mampu melakukan penyiraman secara otomatis pada baglog jamur | Menggunakan penyiraman secara manual dengan orang |
| 2. | Mampu menjaga kelembaban udara dan tanah yang diperlukan sesuai set parameter | Kelembaban berubah-ubah dan kurang terkontrol |
| 3. | Dapat melakukan monitoring kelembaban melalui panel box untuk nilai kelembaban tanah dan udara | Belum dapat memonitoring nilai kelembaban |
| 4. | Dapat melakukan penyiraman sesuai waktu penyiraman | Dapat melakukan penyiraman sesuai waktu secara manual |

| No. | Kondisi dengan Alat Penyiraman | Kondisi Tanpa Alat Penyiraman |
|---|---|---|
| 5. | Melakukan penyiraman sesuai kondisi kelembaban | Belum dapat melakukan penyiraman sesuai dengan kondisi kelembaban |
| 6. | Alat mampu menyiram sesuai dengan kondisi kelembaban | Waktu penyiraman masih belum terkontrol |

Melalui Tabel 4.7 dapat diketahui terdapat perbedaan antara penyiraman yang dilakukan secara manual dan otomatis. Melalui tabel tersebut penyiraman yang dilakukan secara otomatis dapat mengontrol nilai kelembaban pada kumbung. Sedangkan pada penyiraman yang dilakukan secara manual belum bisa mengontrol nilai kelembaban yang ada pada kumbung jamur tiram. Dengan menggunakan alat penyiraman otomatis, kondisi kelembaban pada kumbung dapat terjaga sesuai dengan parameter kelembaban kumbung yang diperlukan. Dengan menjaga kelembaban pada kumbung, pemilik atau petani jamur dapat memonitoring kelembaban yang ada pada kumbung tanpa harus mengira-kira untuk nilai kelembaban yang ada.

**Gambar 4.4** Kondisi Alat Penyiraman pada Objek

Selain itu, alat penyiraman dapat melakukan penyiraman sesuai dengan *rule base* yang ada pada *fuzzy logic cotroller* yang digunakan untuk mencapai set parameter kelembaban yang diperlukan sehingga waktu penyiraman dapat terkontrol. Menggunakan alat penyiraman ini, pemilik atau petani jamur tidak melakukan penyiraman secara manual. Performa pada sistem penyiraman pada pengujian alat dapat diketahui melalui grafik pada Gambar 4.5.




**Gambar 4.5** Diagram Performa Alat Penyiraman

Pada Gambar 4.5 dapat diketahui nilai grafik ketika alat melakukan penyiraman dengan kondisi nilai kelembaban dan waktu untuk mencapai nilai set parameter kelembaban. Melalui grafik menunjukkan kondisi penyiraman ketika pada parameter terendah sampai dengan mencapai set poin kelembaban yang ditentukan. Ketika telah mencapai pada set poin yang ditentukan kelembaban dapat terjaga mendekati set poin yang dapat diketahui melalui grafik tersebut. Saat kondisi dibawah nilai set parameter alat melakukan penyiraman selama 10 detik. Alat melakukan penyiraman ketika kondisi kelembaban rata-rata yang dibaca yang dibaca pada sensor berada dibawah 65% dan 75%

dan termasuk pada kondisi kering. Saat kondisi dari set parameter kelembaban kurang dari sama dengan 70% pada kelembaban tanah, alat akan melakukan penyiraman kurang lebih selama 5 detik. Lama penyiraman sesuai dengan *rule base* dengan melihat kondisi dari pembacaan dari jaringan sensor.

Kelembaban pada tanah diatas 70% alat akan berhenti melakukan penyiraman pada tanah. Begitu juga pada nilai kelembaban udara. Ketika nilai set kelembaban udara kurang dari 75% alat akan melakukan penyiraman selama 10 detik. Garifk penyiraman untuk mencapai set poin kelembaban pada udara dapat diketahui melalui Gambar 4.5.Pada kondisi nilai 65%-70% kondisi parameter pada tanah termasuk pada sedang dan melakukan penyiraman selama 5 detik. Sedangkan kondisi pada kelembaban udara 75%-80% nilai parameter kelembaban pada udara termasuk pada sedang dan melakukan penyiraman kurang lebih selama 5 detik.

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# BAB V
# PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan analisa alat yang telah disusun dalam pengerjaan proyek akrhir, didapatkan seimpulan dari hasil pengujian. Kesimpulan dari pengerjaan alat ini yaitu sistem kendali kelembaban kumbung media tanam jamur tiram di CV. Amanah Jaya 2 Jamur Tiram menggunakan *fuzzy logic controller* dapat bekerja sesuai dengan *rule base* pada *fuzzy* yang telah dibuat untuk menjaga kondisi kelembaban. Jaringan sensor yang membaca nilai kelembaban digunakan sebagai input dari microcontroller kemudian dilakukan olah data menggunakan fuzzy mamdani untuk output penyiraman sesuai dengan kondisi dari kelembaban kumbung jamur tiram.

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan pengecekan rutin pada nozzle untuk mengatasi mampet yang sering menymbat sprayer ketika melakukan penyiraman. Nozzle yang mampet mempengaruhi hasil kabut air yang dikeluarkan saat penyiraman menjadi kurang maksimal. Penyumpatan pada nozzle bisa dari sumber air yang terdapat kotoran atau kotoran yang menempel pada nozzle.

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

# DAFTAR PUSTAKA


[1] H. Zheyang, Ts. Tengis, A. Batminkh. (2020). “A study of the incubator model for growing mushrooms”. Mongolian University of Science and Technology, School of Information and Communication Technology

[2] Aldi Maulana, Samuel HT, Gunawan Tjahjadi, Kiki Prawiroredjo. (2020). “Model Sistem Monitoring Serta Kendali Otomatis Suhu dan Kelembaban Ruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Putih Berbasis Internet Of Things”. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta

[3] Nida Nur Afifah, Ir. Porman Pangaribuan, M.T., Rizki Ardianto Priramadhi, S.T., M.T.. (2020). “SISTEM PENGONTROLAN PENGAIRAN BUDIDAYA TANAMAN TOMAT BERDASARKAN KELEMBABAN DAN SUHU TANAH BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE”. Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[4] Husnun Nadzif, Tatyantoro Andrasto, dan Selamet Aprilian. (2019). “Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino dan Internet”. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

[5] Aji Nugroho, Muhammad Fakhril Kaffah Asyroh, Aji Pangestu, Bekti Wulandari. (2018). “PENGATUR SUHU DAN KELEMBABAN KUMBUNG JAMUR OTOMATIS”. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

[6] Fatehul Amir, Diana Rahmawat, Miftahul Ulum. (2017). “PENYIRAMAN TANAMAN MEDIA OTOMATIS BERBASIS TELEPON SELULER PINTAR dan JARINGAN SENSOR FUZZY TANPA KABEL”. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

[7] Astriana Rahma Putri, Suroso, Nasron. (2019). “Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT”. Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya

[8] Asriyadi, Ciksadan. (2018). “Perancangansistem Otomatisasi Tirai Vertical Blind Dan Lampu Ruangan Dengan Sensor Cahaya”. Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya

[9] Fifty Mediasarsi, Raden Arifudin Nur F, Zulfikar Yahya**.** (2016). “KENDALI PEMANAS AIR”. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung

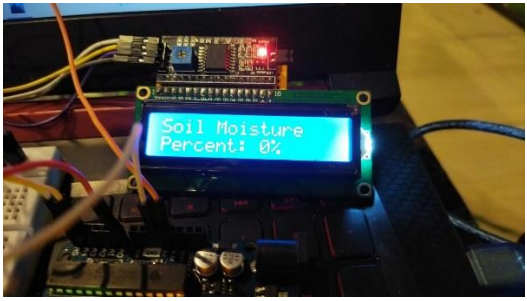
[10] Pangga Aji Sanca. (2018). “Perancangan Mesin Penyiraman Taman Menggunakan Fuzzy Logic”. Prodi Pascasarjana Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Surabaya

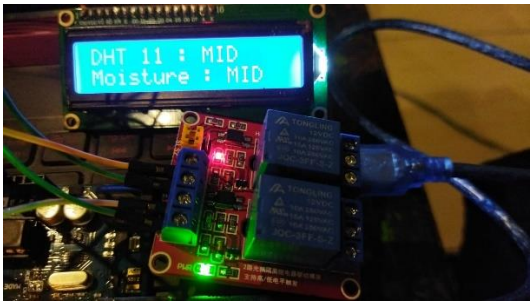
[11] Aditya Wirawan, Azhari. (2014). “Implementasi Metode Fuzzy-Mamdani untuk Menentukan Jenis Ikan Konsumsi Air Tawar Berdasarkan Karakteristik Lahan Budidaya Perikanan”. Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta.

[12] Andi Priyono dan Pandji Triadyaksa. (2020). “SISTEM PENYIRAM TANAMAN CABAI OTOMATIS UNTUK MENJAGA KELEMBABAN TANAH BERBASIS ESP8266”. Universitas Diponegoro, Semarang

# LAMPIRAN

**Lampiran 1 :** Percobaan Alat



**Lampiran 2 :** Proses Budidaya Jamur Tiram

**Lampiran 3 :** Data Pengujian Sensor *Soil Moisture*

Tabel 6.1 Sensor *Soil Moisture* Hari Pertama

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 74% | 75% | 1,3% |
| 2 | 07.00 WIB | 71% | 72% | 1,38% |
| 3 | 08.00 WIB | 69% | 69% | 0% |
| 4 | 09.00 WIB | 67% | 69% | 2,8% |
| 5 | 10.00 WIB | 64% | 67% | 4,4% |
| 6 | 11.00 WIB | 62% | 64% | 3,12% |
| 7 | 12.00 WIB | 59% | 61% | 3,2% |
| 8 | 13.00 WIB | 57% | 59% | 3,3% |
| 9 | 14.00 WIB | 54% | 56% | 3,5% |
| 10 | 15.00 WIB | 51% | 53% | 3,7% |
| | Rata-rata | | | 2,67% |

Tabel 6.2 Sensor *Soil Moisture* Hari Kedua

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 72% | 73% | 1,3% |

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 2 | 07.00 WIB | 70% | 71% | 1,4% |
| 3 | 08.00 WIB | 67% | 67% | 0% |
| 4 | 09.00 WIB | 65% | 67% | 2,9% |
| 5 | 10.00 WIB | 63% | 65% | 3% |
| 6 | 11.00 WIB | 60% | 62% | 3,2% |
| 7 | 12.00 WIB | 59% | 61% | 3,2% |
| 8 | 13.00 WIB | 57% | 58% | 1,7% |
| 9 | 14.00 WIB | 54% | 56% | 3,5% |
| 10 | 15.00 WIB | 51% | 53% | 3,7% |
| | Rata-rata | | | 2,39% |

Tabel 6.3 Sensor *Soil Moisture* Hari Ketiga

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 73% | 74% | 1,3% |
| 2 | 07.00 WIB | 71% | 72% | 1,38% |
| 3 | 08.00 WIB | 68% | 69% | 1,4% |
| 4 | 09.00 WIB | 66% | 67% | 1,4% |
| 5 | 10.00 WIB | 64% | 65% | 1,5% |

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 6 | 11.00 WIB | 61% | 63% | 3,1% |
| 7 | 12.00 WIB | 57% | 60% | 5% |
| 8 | 13.00 WIB | 55% | 58% | 5,1% |
| 9 | 14.00 WIB | 52% | 55% | 5,4% |
| 10 | 15.00 WIB | 50% | 53% | 5,6% |
| | Rata-rata | | | 3,1% |

Tabel 6.4 Sensor *Soil Moisture* Hari Keempat

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 74% | 75% | 1,38% |
| 2 | 07.00 WIB | 72% | 73% | 1,35% |
| 3 | 08.00 WIB | 70% | 71% | 1,4% |
| 4 | 09.00 WIB | 68% | 68% | 0% |
| 5 | 10.00 WIB | 65% | 66% | 1,5% |
| 6 | 11.00 WIB | 62% | 63% | 1,6% |
| 7 | 12.00 WIB | 59% | 61% | 3,3% |
| 8 | 13.00 WIB | 56% | 57% | 1,7% |
| 9 | 14.00 WIB | 54% | 55% | 1,8% |

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 10 | 15.00 WIB | 52% | 52% | 0% |
| | Rata-rata | | | 1,4% |

Tabel 6.5 Sensor *Soil Moisture* Hari Kelima

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 73% | 75% | 2,7% |
| 2 | 07.00 WIB | 71% | 73% | 2,8% |
| 3 | 08.00 WIB | 69% | 70% | 1,4% |
| 4 | 09.00 WIB | 67% | 68% | 1,4% |
| 5 | 10.00 WIB | 64% | 66% | 3,1% |
| 6 | 11.00 WIB | 60% | 62% | 3,3% |
| 7 | 12.00 WIB | 58% | 60% | 3,4% |
| 8 | 13.00 WIB | 55% | 55% | 0% |
| 9 | 14.00 WIB | 52% | 53% | 1,9% |
| 10 | 15.00 WIB | 50% | 51% | 2% |
| | Rata-rata | | | 2,23% |

Tabel 6.6 Sensor *Soil Moisture* Hari Keenam

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 74% | 74% | 0% |
| 2 | 07.00 WIB | 71% | 72% | 1,4% |
| 3 | 08.00 WIB | 69% | 70% | 1,4% |
| 4 | 09.00 WIB | 66% | 68% | 3% |
| 5 | 10.00 WIB | 64% | 66% | 3,1% |
| 6 | 11.00 WIB | 62% | 63% | 1,6% |
| 7 | 12.00 WIB | 59% | 60% | 1,6% |
| 8 | 13.00 WIB | 57% | 57% | 0% |
| 9 | 14.00 WIB | 55% | 56% | 1,8% |
| 10 | 15.00 WIB | 53% | 54% | 1,8% |
| | Rata-rata | | | 1,6% |

Tabel 6.7 Sensor *Soil Moisture* Hari Ketujuh

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 73% | 74% | 1,3% |
| 2 | 07.00 WIB | 71% | 73% | 2,8% |

| No. | Waktu | Kondisi sebelum disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 3 | 08.00 WIB | 70% | 70% | 0% |
| 4 | 09.00 WIB | 67% | 68% | 1,4% |
| 5 | 10.00 WIB | 65% | 66% | 1,5% |
| 6 | 11.00 WIB | 62% | 63% | 1,6% |
| 7 | 12.00 WIB | 60% | 61% | 1,6% |
| 8 | 13.00 WIB | 56% | 57% | 1,7% |
| 9 | 14.00 WIB | 53% | 54% | 1,8% |
| 10 | 15.00 WIB | 51% | 52% | 1,9% |
| | Rata-rata | | | 1,6% |

Tabel 6.8 Sensor *Soil Moisture* Hari Pertama Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 83% | 2,4% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 82% | 2,5% |
| 3 | 08.00 WIB | 80% | 80% | 0% |
| 4 | 09.00 WIB | 77% | 78% | 1,2% |
| 5 | 10.00 WIB | 74% | 75% | 1,3% |
| 6 | 11.00 WIB | 71% | 73% | 2,8% |

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 7 | 12.00 WIB | 70% | 71% | 1,4% |
| 8 | 13.00 WIB | 67% | 70% | 4,4% |
| 9 | 14.00 WIB | 65% | 67% | 3% |
| 10 | 15.00 WIB | 63% | 65% | 3,1% |
| | Rata-rata | | | 2,2% |

Tabel 6.9 Sensor *Soil Moisture* Hari Kedua Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 82% | 1,23% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 80% | 0% |
| 3 | 08.00 WIB | 78% | 80% | 2,5% |
| 4 | 09.00 WIB | 76% | 77% | 1,3% |
| 5 | 10.00 WIB | 74% | 75% | 1,3% |
| 6 | 11.00 WIB | 72% | 73% | 1,3% |
| 7 | 12.00 WIB | 70% | 72% | 2,8% |
| 8 | 13.00 WIB | 67% | 68% | 1,4% |
| 9 | 14.00 WIB | 65% | 66% | 1,5% |
| 10 | 15.00 WIB | 62% | 64% | 3,2% |

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| | Rata-rata | | | 1,69% |

Tabel 6.10 Sensor *Soil Moisture* Hari Ketiga Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 81% | 0% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 81% | 1,25% |
| 3 | 08.00 WIB | 78% | 79% | 1,28% |
| 4 | 09.00 WIB | 75% | 77% | 2,6% |
| 5 | 10.00 WIB | 73% | 75% | 2,7% |
| 6 | 11.00 WIB | 70% | 71% | 1,4% |
| 7 | 12.00 WIB | 68% | 70% | 2,9% |
| 8 | 13.00 WIB | 66% | 68% | 3% |
| 9 | 14.00 WIB | 64% | 66% | 3,1% |
| 10 | 15.00 WIB | 62% | 63% | 1,6% |
| | Rata-rata | | | 2% |

Tabel 6.11 Sensor *Soil Moisture* Hari Keempat Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 83% | 2,4% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 81% | 1,25% |
| 3 | 08.00 WIB | 77% | 79% | 2,5% |
| 4 | 09.00 WIB | 75% | 77% | 2,6% |
| 5 | 10.00 WIB | 73% | 75% | 2,7% |
| 6 | 11.00 WIB | 71% | 73% | 2,8% |
| 7 | 12.00 WIB | 69% | 70% | 1,4% |
| 8 | 13.00 WIB | 67% | 68% | 1,4% |
| 9 | 14.00 WIB | 65% | 67% | 3% |
| 10 | 15.00 WIB | 63% | 64% | 1,5% |
| | Rata-rata | | | 2,2% |

Tabel 6.12 Sensor *Soil Moisture* Hari Kelima Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 82% | 1,2% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 80% | 0% |

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 3 | 08.00 WIB | 77% | 78% | 1,2% |
| 4 | 09.00 WIB | 75% | 77% | 2,6% |
| 5 | 10.00 WIB | 73% | 75% | 2,7% |
| 6 | 11.00 WIB | 70% | 72% | 2,8% |
| 7 | 12.00 WIB | 68% | 70% | 2,9% |
| 8 | 13.00 WIB | 66% | 68% | 3% |
| 9 | 14.00 WIB | 64% | 66% | 3,1% |
| 10 | 15.00 WIB | 61% | 63% | 3,2% |
| | Rata-rata | | | 2,3% |

Tabel 6.13 Sensor *Soil Moisture* Hari Keenam Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 83% | 2,4% |
| 2 | 07.00 WIB | 80% | 81% | 1,25% |
| 3 | 08.00 WIB | 77% | 78% | 1,2% |
| 4 | 09.00 WIB | 75% | 76% | 1,3% |
| 5 | 10.00 WIB | 73% | 74% | 1,3% |
| 6 | 11.00 WIB | 71% | 72% | 1,4% |

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 7 | 12.00 WIB | 68% | 69% | 1,4% |
| 8 | 13.00 WIB | 65% | 67% | 3% |
| 9 | 14.00 WIB | 63% | 65% | 3,1% |
| 10 | 15.00 WIB | 61% | 63% | 3,2% |
| | Rata-rata | | | 2% |

Tabel 6.14 Sensor *Soil Moisture* Hari Ketujuh Penyiraman

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| 1 | 06.00 WIB | 81% | 81% | 0% |
| 2 | 07.00 WIB | 79% | 80% | 1,2% |
| 3 | 08.00 WIB | 76% | 77% | 1,3% |
| 4 | 09.00 WIB | 74% | 75% | 1,3% |
| 5 | 10.00 WIB | 72% | 73% | 1,3% |
| 6 | 11.00 WIB | 70% | 71% | 1,4% |
| 7 | 12.00 WIB | 68% | 69% | 1,4% |
| 8 | 13.00 WIB | 66% | 67% | 1,5% |
| 9 | 14.00 WIB | 64% | 65% | 1,5% |
| 10 | 15.00 WIB | 62% | 62% | 0% |

| No. | Waktu | Kondisi setelah disiram | | *Error* |
|---|---|---|---|---|
| | | *Soil Moisture* | *Soil Tester* | |
| | Rata-rata | | | 1,12% |

**Lampiran 4 :** Data Pengujian Sensor DHT 11

Tabel 6.15 Sensor DHT 11 Hari Pertama

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 87% Higrometer : 89% | 2,2% |
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 85% Higrometer : 87% | 2,3% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 82% Higrometer : 83% | 1,2% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 80% Higrometer : 80% | 0% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 76% Higrometer : 78% | 2,6% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 74% Higrometer : 76% | 2,7% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 72% Higrometer : 74% | 2,7% |
| Rata-rata | | | 1,9% |

Tabel 6.16 Sensor DHT 11 Hari Kedua

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 85% Higrometer : 87% | 2,3% |
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 83% Higrometer : 85% | 2,4% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 81% Higrometer : 83% | 2,4% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 79% Higrometer : 80% | 1,2% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 77% Higrometer : 77% | 0% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 74% Higrometer : 75% | 1,3% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 72% Higrometer : 73% | 2,7% |
| Rata-rata | | | 1,4% |

Tabel 6.17 Sensor DHT 11 Hari Ketiga

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 90% Higrometer : 90% | 0% |

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 87% Higrometer : 88% | 1,1% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 85% Higrometer : 86% | 1,1% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 82% Higrometer : 84% | 2,4% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 80% Higrometer : 82% | 2,5% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 77% Higrometer : 78% | 1,2% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 74% Higrometer : 75% | 4,1% |
| Rata-rata | | | 1,7% |

Tabel 6.18 Sensor DHT 11 Hari Keempat

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 86% Higrometer : 87% | 1,1% |
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 84% Higrometer : 85% | 1,1% |

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 82% Higrometer : 84% | 2,4% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 80% Higrometer : 82% | 2,5% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 78% Higrometer : 80% | 2,5% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 74% Higrometer : 77% | 4% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 72% Higrometer : 75% | 4,1% |
| Rata-rata | | | 2,5% |

Tabel 6.19 Sensor DHT 11 Hari Kelima

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 85% Higrometer : 87% | 0% |
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 83% Higrometer : 85% | 1,1% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 81% Higrometer : 83% | 2,4% |

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 78%<br>Higrometer : 80% | 2,5% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 76%<br>Higrometer : 77% | 0% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 74%<br>Higrometer : 75% | 2,5% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 71%<br>Higrometer : 72% | 1,2% |
| Rata-rata | | | 1,3% |

Tabel 6.20 Sensor DHT 11 Hari Keenam

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 84%<br>Higrometer : 85% | 1,1% |
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 82%<br>Higrometer : 84% | 2,4% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 81%<br>Higrometer : 82% | 1,2% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 78%<br>Higrometer : 80% | 2,5% |

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 75%<br>Higrometer : 77% | 2,6% |
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 73%<br>Higrometer : 75% | 2,7% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 71%<br>Higrometer : 73% | 2,8% |
| Rata-rata | | | 2,1% |

Tabel 6.21 Sensor DHT 11 Hari Ketujuh

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 1. | 06.00 WIB | DHT 11 : 85%<br>Higrometer : 87% | 2,5% |
| 2. | 7.00 WIB | DHT 11 : 86%<br>Higrometer : 87% | 1,1% |
| 3. | 08.00 WIB | DHT 11 : 84%<br>Higrometer : 85% | 1,1% |
| 4. | 09.00 WIB | DHT 11 : 81%<br>Higrometer : 83% | 2,4% |
| 5. | 10.00 WIB | DHT 11 : 78%<br>Higrometer : 80% | 2,5% |

| No. | Waktu | Nilai pembacaan | *Error* |
|---|---|---|---|
| 6. | 11.00 WIB | DHT 11 : 75%<br>Higrometer : 77% | 2,6% |
| 7. | 12.00 WIB | DHT 11 : 73%<br>Higrometer : 75% | 2,7% |
| Rata-rata | | | 2,1% |

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : ASRORI

Jabatan : Pemilik CV. AMANAH JAYA 2 JAMUR TIRAM

Selaku perwakilan dari **"CV. AMANAH JAYA 2 JAMUR TIRAM"**, dengan ini menyatakan bahwa Proyek Akhir mahasiswa/i Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan judul Tugas Akhir yaitu:

1. **Kendali Kelembaban Kumbung Media Tanam Jamur Tiram menggunakan *Fuzzy Logic Controller***

Merupakan implementasi / usulan solusi bagi permasalahan / rencana pengembangan teknologi di umkm kami. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Menyatakan,
Mahasiswa
TEKNIK ELEKTRO OTOMASI

SATORO WAHYU PRATAMA

Mengetahui,
Pemilik
CV. AMANAH JAYA 2 JAMUR TIRAM

ASRORI

---Halaman Sengaja Dikosongkan---

## BIODATA

Penulis bernama lengkap Satoro Wahyu Pratama anak pertama dari dua bersaudara. Dilahirkan di Kota Pasuruan, 27 Juli 1998. Pada tahun 2011, penulis menyelesaikan di SDN Pekuncen. Tahun 2014, penulis telah menyelesaikan pendidikan di SMPN 2 Pasuruan. Tahun 2017 berhasil menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 3 Pasuruan. Melanjutkan studi Diploma IV di Departemen Teknik Elektro Otomasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 10311710003005.