

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**RANCANG BANGUN *SMART VERTICAL INDOOR FARMING*  
DENGAN KENDALI FUZZY SUGENO  
UNTUK TANAMAN SAWI HIJAU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



oleh:

**SYAIPULLAH**  
**11655103435**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUN *SMART VERTICAL INDOOR FARMING*  
DENGAN KENDALI FUZZY SUGENO  
UNTUK TANAMAN SAWI HIJAU**

**TUGAS AKHIR**

oleh:

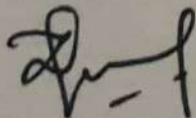
**SYAIPULLAH**

**11655103435**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 08 April 2022

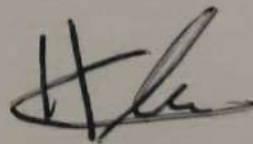
**Ketua Program Studi**

**Teknik Elektro**



**Dr. Zulfatri Aini, S.T.,M.T.**  
**NIP. 19721021 200604 2 001**

**Pembimbing Tugas Akhir**



**Halim Mudia, S.T.,M.T.**  
**NIK.130517054**

## LEMBAR PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN *SMART VERTICAL INDOOR FARMING* DENGAN KENDALI FUZZY SUGENO UNTUK TANAMAN SAWI HIJAU

#### TUGAS AKHIR

oleh:

**SYAIPULLAH**

**11655103435**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 08 April 2022

Pekanbaru, 08 April 2022

Mengesahkan,



**Ketua Program Studi**  
**Teknik Elektro**

**Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.**  
NIP. 19721021 200604 2 001

#### DEWAN PENGUJI :

**Ketua** : Sutoyo, S.T., M.T.  
**Sekretaris** : Halim Mudia, S.T., M.T.  
**Anggota I** : Ahmad Faizal, S.T., M.T.  
**Anggota II** : Putut Son Maria, S.ST., M.T.

## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan di perkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 08 April 2022  
Yang membuat pernyataan,

**SYAIPULLAH**  
**NIM 11655103435**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

Terima Kasih Ya Allah...

Sembah sujud serta syukurku kepada-Mu ya Allah, zat yang Maha Pengasih namun tak pernah pilih kasih dan Maha Penyayang yang kasih sayang-Nya tak terbilang. Engkau zat yang Maha membolak-balikkan hati, teguhkanlah hati ini di atas agama-Mu ya Allah. Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerendahan pada sosok panutan umat, pembangun peradaban manusia yang beradab Nabi Besar Muhammad SAW.

**Karya tulis ini merupakan karunia kebermanfaatan ilmu dari Allah SWT yang tidak termali harganya. Sebuah karya tulis yang telah menghantarkan ku sebagai seorang Sarjana.**

*“Allah, tiada Tuhan melainkan Dia, Yang Maha Hidup, Maha Berdiri Sendiri, yang karena-Nya segala sesuatu ada” (QS. Ali Imran: 2)*

**Semua ini ku persembahkan kepada:**

Kedua orang tuaku yang telah berkorban, memberikan segenap kasih sayang, tuntunan, bimbingan, doa dan semangat agar selalu sabar serta tawakal dalam menjalani hidup ini.

*“Wahai Tuhanku, kasihilah mereka keduanya, sebagaimana mereka berdua telah mendidik aku semenjak kecil” (QS. Al Israa’ : 24)*

**Untuk Keluargaku Dan Adik-Adikku:**

Terima kasih atas doa, curahan kasih sayang dan semangat yang telah kalian berikan.

**Untuk Sahabat dan Teman-teman:**

Terima kasih buat sahabat dan teman-teman atas doa dan dukungannya. Kalian adalah orang-orang terbaik yang pernah ku temui dalam kehidupan ini.

*Dan katakanlah: “Ya Tuhan-ku, masukkan aku ketempat masuk yang benar dan keluarkanlah (pula) aku ketempat keluar yang benar dan berilah aku disisi-Mu kekuasaan yang dapat menolongku.” (QS: Al-Isra 80)*

/ SYAIPULLAH |  
| 08 April 2022 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# RANCANG BANGUN *SMART VERTICAL INDOOR FARMING* DENGAN KENDALI FUZZY SUGENO UNTUK TANAMAN SAWI HIJAU

SYAIPULLAH

NIM : 11655103435

Tanggal Sidang : 08 April 2022

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas No.155 Pekanbaru

## ABSTRAK

*Vertical Indoor Farming* (VIF) adalah sebuah metode pertanian dimana tanaman ditanam secara bertingkat diruangan tertutup yang bertujuan untuk meningkatkan hasil panen. Namun karena didalam ruang tertutup terdapat permasalahan terhadap kondisi suhu, kelembaban udara, cahaya dan pengairan yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Mengatasi permasalahan tersebut maka dibuat sebuah sistem untuk memanipulasi keadaan didalam ruangan sesuai kebutuhan tanaman dengan memanfaatkan *Real Time Clock* (RTC) untuk menjaga data waktu, sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk membaca perubahan ketinggian air dan sensor DHT22 untuk membaca besaran suhu dan kelembaban udara yang kemudian dimasukkan kedalam algoritma kendali fuzzy untuk mengendalikan suhu dan kelembaban udara. Pada penelitian ini, dengan memanfaatkan data waktu yang dijaga RTC sudah dapat mengendalikan cahaya sesuai dengan kebutuhan tanaman sawi dan dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk membaca nilai ketinggian air sudah dapat mengendalikan kondisi pengairan sesuai dengan yang dibutuhkan. Penelitian ini berhasil membangun sebuah sistem pengendali VIF dimana besaran suhu dan kelembaban udara yang terbaca oleh sensor DHT22 sebagai *input* kendali fuzzy mampu mencapai nilai *setpoint* suhu dan kelembaban udara pada nilai awal suhu 28.8°C dalam waktu 15 menit dan nilai awal kelembaban udara 55.20% dalam waktu 7 menit. Pengujian yang dilakukan selama 25 hari menunjukkan bahwa kendali fuzzy mampu menjaga dan menstabilkan nilai suhu dan kelembaban udara serta menghasilkan pertumbuhan tanaman sawi yang lebih baik dengan selisih rata-rata 5.2 cm untuk tinggi tanaman dan 1 lembar daun, dimana dengan menggunakan kendali fuzzy memiliki tinggi tanaman sawi 33.875 cm dan 10 lembar daun, kemudian tanpa kendali memiliki tinggi tanaman 28.675 cm dan 9 lembar daun.

**Kata Kunci :** *Vertical Indoor Farming*, Cahaya, Pengairan, Suhu, Kelembaban udara, Sawi, Kendali fuzzy.

# **DESIGN SMART VERTICAL INDOOR FARMING WITH SUGENO FUZZY CONTROL FOR MUSTARD GREENS**

**SYAIPULLAH**

**NIM : 11655103435**

*Date of Final Exam : 08 April 2022*

*Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru-Indonesia*

## **ABSTRACT**

*Vertical indoor farming (VIF) is an agricultural method in which plants are grown in stages in a closed room with the aim of increasing crop yields. However, because in a closed room there are problems with conditions of temperature, humidity, light and irrigation that are not in accordance with plant needs. To solve these problems, a system was created to manipulate the conditions in the room according to the needs of plants by utilizing Real Time Clock (RTC) to maintain time data, ultrasonic sensor HC-SR04 to read changes in water level, and DHT22 sensor to read the amount of temperature and humidity which is then entered into a fuzzy control algorithm to control the temperature and humidity. In this research, by utilizing the time data maintained by RTC already able to control the light according to the setpoint of the mustard plant needed and by using the ultrasonic sensor HC-SR04 to read the water level value, it is also able to control the irrigation conditions as needed.. This research succeeded in building a VIF control system where the temperature and humidity values read by the DHT22 sensor as fuzzy control input were able to reach the temperature and humidity setpoint values at the initial temperature value of 28.8°C within 15 minutes and the initial value of air humidity 55.20% in 15 minutes. time 7 minutes. Tests carried out for 25 days also showed that the fuzzy control was able to maintain and stabilize the temperature and humidity values and resulted in better growth of mustard plants with an average difference of 5.2 cm for plant height and 1 leaf, where using fuzzy control had a height of mustard plant 33.875 cm and 10 leaves, then without control had a plant height of 28,675 cm and 9 leaves.*

**Keywords:** *Vertical Indoor Farming, Light, Irrigation, Temperature, Humidity, Mustard, Fuzzy control.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

*Alhamdulillah Rabbil 'Alamin*, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah swt, berkat rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Smart Vertical Indoor Farming dengan Kendali Fuzzy Sugeno untuk Tanaman Sawi Hijau”**. Shalawat beriringan salam semoga tetap tercurah kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad SAW. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Banyak sekali pihak yang telah membantu dalam menyusun Tugas Akhir ini, baik secara moril maupun materil. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah mendo'akan serta memberikan semangat, dorongan, dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir.
5. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro dan selaku Ketua Sidang yang telah memberikan masukan dan arahan dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T, selaku Koordinator Tugas Akhir dan selaku dosen Penguji I yang telah memberikan masukan dan ide dalam meyusun laporan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Halim Mudia, S.T., M.T, selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

membimbing penulis dalam melaksanakan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Bapak Putut Son Maria, S.ST., M.T. selaku Dosen pengampu mata kuliah Tugas Akhir 1 dan selaku dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Oktaf Brillian Khasrisma, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk Tugas Akhir ini
10. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan ilmu dan motivasi dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
11. Rekan-rekan Teknik Elektro 2016 Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah membantu serta memberikan semangat dan masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik maupun saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk para pembaca.

*Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Pekanbaru, 08 April 2022

Penulis

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
DAFTAR RUMUS .....	xix
DAFTAR LAMBANG/NOTASI .....	xx
DAFTAR SINGKATAN.....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-4
1.3. Tujuan Penelitian .....	I-4
1.4. Batasan Masalah .....	I-4
1.5. Manfaat Penelitian .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terkait.....	II-1
2.2. Dasar Teori .....	II-3
2.2.1. <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	II-3
2.2.2. Sawi Hijau.....	II-4
2.2.3. Arduino .....	II-5
2.2.4. Logika Fuzzy.....	II-6
2.2.5. Sensor Ultrasonik (HC-SR04) .....	II-12
2.2.6. Sensor DHT22.....	II-13
2.2.7. LCD 2x16.....	II-14
2.2.8. <i>Ultrasonic Mist Maker</i> .....	II-14
2.2.9. <i>Grow Light LED</i> .....	II-15

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
- © Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.2.10. RTC .....	II-16
2.2.11. Peltier .....	II-16
2.2.12. <i>Exhaust Fan</i> DC .....	II-17
2.2.13. <i>Driver</i> Motor L298N .....	II-18
2.2.14. Pompa Air DC .....	II-19
2.2.15. <i>Relay</i> DC.....	II-19

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Proses Alur Penelitian .....	III-1
3.2. Ilustrasi Sistem.....	III-2
3.3. Blok Diagram Sistem .....	III-4
3.4. Perancangan Sistem Elektronik/Elektrik .....	III-5
3.4.1. Penentuan Komponen .....	III-5
3.4.2. Skema Rangkaian .....	III-5
3.5. Perancangan Program.....	III-7
3.5.1. Perancangan perangkat Lunak .....	III-7
3.5.2. Perancangan Logika Fuzzy pada Sistem .....	III-11
3.6. Parameter Kinerja Sistem.....	III-21
3.6.1. Metode Penelitian dan Pengumpulan Data .....	III-21
3.6.2. Pengujian Sistem dan Pengolahan Data .....	III-22
3.7. Perumusan Keterpakaian Sistem .....	III-25
3.8. Perencanaan dan Perhitungan Biaya .....	III-25

**BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL**

4.1 Hasil Perancangan <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	IV-1
4.2 Hasil Perancangan Sistem Elektronik/Elektrik.....	IV-2
4.2.1 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT22 .....	IV-2
4.2.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	IV-4
4.2.3 Pengujian Pompa DC.....	IV-6
4.2.4 Pengujian Peltier dan <i>fan</i> .....	IV-7
4.2.5 Pengujian Lampu <i>Grow Light</i> .....	IV-8
4.2.6 Pengujian <i>Ultrasonic Mist Maker</i> .....	IV-9
4.2.7 Pengujian <i>Adaptor Power Supply</i> .....	IV-10
4.3 Fuzzy Suhu dan Kelembaban Udara .....	IV-11
4.3.1 Kendali Fuzzy Suhu.....	IV-11

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3.2	Kendali Fuzzy Kelembaban Udara.....	IV-14
4.4	Hasil Pengujian Pengendalian Suhu dan Kelembaban Udara <i>Vertical Indoor Farming</i> Tanaman Sawi .....	IV-18
4.4.1	Pengujian Suhu dan Kelembaban Udara <i>Vertical Indoor Farming</i> Tanpa Pengendali.....	IV-18
4.4.2	Pengujian Suhu dan Kelembaban Udara <i>Vertical Indoor Farming</i> Dengan Kendali Fuzzy .....	IV-20
4.4.3	Analisa Perbandingan Hasil Pengujian Suhu dan Kelembaban Udara <i>Vertical Indoor Farming</i> Tanaman Sawi dengan Kendali Fuzzy dan Tanpa Pengendali .....	IV-23
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2

**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Vertical Indoor Farming</i> [7] .....	II-3
Gambar 2.2	Ilustrasi Hidroponik Sistem NFT .....	II-4
Gambar 2.3	Sawi Hijau ( <i>Caisim</i> )[18] .....	II-4
Gambar 2.4	Arduino Uno dan Bagian-bagiannya .....	II-5
Gambar 2.5	Konsep Dasar Logika Fuzzy .....	II-7
Gambar 2.6	Fungsi Linier Naik .....	II-8
Gambar 2.7	Fungsi Linier Turun .....	II-8
Gambar 2.8	Fungsi Segitiga .....	II-9
Gambar 2.9	Fungsi Trapesium .....	II-9
Gambar 2.10	Fungsi Bahu.....	II-10
Gambar 2.11	Fungsi-S .....	II-10
Gambar 2.12	Fungsi Lonceng ( <i>Bell</i> ).....	II-10
Gambar 2.13	Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	II-12
Gambar 2.14	Prinsip Pengukuran Jarak Sensor HC SR04 [32] .....	II-13
Gambar 2.15	Sensor DHT22 [33].....	II-13
Gambar 2.16	LCD 2x16 [35].....	II-14
Gambar 2.17	<i>Ultrasonic Mist Maker</i> [36].....	II-15
Gambar 2.18	Grow Light LED[38] .....	II-15
Gambar 2.19	RTC DS1307[41].....	II-16
Gambar 2.20	Peltier [42].....	II-17
Gambar 2.21	Konstruksi Peltier [42].....	II-17
Gambar 2.22	<i>Exhaust Fan</i> DC[44].....	II-18
Gambar 2.23	<i>Driver Motor</i> L298N[45] .....	II-18
Gambar 2.24	Pompa Air DC [47].....	II-19
Gambar 2.25	Relay DC .....	II-20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Proses Alur Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2	Desain Sistem Vertical Indoor Farming.....	III-2
Gambar 3.3	Posisi Komponen Sistem <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	III-3
Gambar 3.4	Blok Diagram Sistem <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	III-4
Gambar 3.5	Skema Rangkaian Suhu dan Pengairan.....	III-6
Gambar 3.6	Skema Rangkaian Kelembaban Udara dan Cahaya.....	III-7
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> Perancangan Perangkat Lunak Kendali Cahaya.....	III-8

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Perancangan Perangkat Lunak Kendali Suhu .....	III-9
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> Perancangan Perangkat Lunak Kelembaban Udara .....	III-10
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> Perancangan Perangkat Lunak Pengairan .....	III-11
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> Perancangan Logika Fuzzy pada Sistem .....	III-12
Gambar 3.12	Blok Diagram Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Suhu .....	III-12
Gambar 3.13	Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel Error Suhu.....	III-13
Gambar 3.14	Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel Derror Suhu.....	III-14
Gambar 3.15	Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy <i>Output</i> Suhu .....	III-15
Gambar 3.16	Blok Diagram Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Kelembaban Udara .....	III-17
Gambar 3.17	Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel <i>Error</i> Kelembaban Udara .....	III-18
Gambar 3.18	Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel <i>Derror</i> .....	III-19
Gambar 3.19	Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Output Kelembaban Udara.....	III-20
Gambar 4. 1	Bangunan <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	IV-1
Gambar 4. 2	Sistem Kontrol/Elektrikal <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	IV-2
Gambar 4. 3	Program Sensor DHT22 Suhu dan Kelembaban Udara.....	IV-3
Gambar 4. 4	Pengujian Sensor DHT22 Suhu dan Kelembaban Udara.....	IV-3
Gambar 4. 5	Program Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	IV-5
Gambar 4. 6	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	IV-5
Gambar 4. 7	Program Pompa DC .....	IV-6
Gambar 4. 8	Pengujian Pompa DC 12V .....	IV-6
Gambar 4. 9	Pengujian Peltier dan <i>Fan</i> .....	IV-7
Gambar 4. 10	Program <i>fan</i> .....	IV-7
Gambar 4. 11	Program Peltier .....	IV-8
Gambar 4. 12	Program Lampu <i>Grow Light</i> .....	IV-8
Gambar 4. 13	Pengujian Lampu <i>Grow Light</i> .....	IV-9
Gambar 4. 14	Program <i>Ultrasonic Mist Maker</i> .....	IV-9
Gambar 4. 15	Pengujian <i>Ultrasonic Mist Maker</i> .....	IV-10
Gambar 4. 16	Pengujian Adaptor <i>Power Supply</i> .....	IV-10
Gambar 4. 17	Program Fuzzifikasi Suhu .....	IV-11
Gambar 4. 18	Program Implikasi Suhu Fuzzy Sugeno.....	IV-13
Gambar 4. 19	Program Defuzzifikasi Suhu Fuzzy Sugeno.....	IV-13

- Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau
- Hak cipta milik UIN Suska Riau
- State Islamic University of Sultan Saif Kasim Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 4. 20	Program Fuzzifikasi Kelembaban Udara .....	IV-15
Gambar 4. 21	Program Implikasi Fuzzy Sugeno Kelembaban Udara .....	IV-16
Gambar 4. 22	Program Defuzzifikasi Kelembaban Udara.....	IV-17
Gambar 4. 23	Pengujian Hari Ke-1 Menggunakan Kendali Fuzzy .....	IV-31
Gambar 4. 24	Pengujian Hari Ke-1 Tanpa Pengendali.....	IV-31
Gambar 4. 25	Pengujian Hari Ke-5 Menggunakan Kendali Fuzzy .....	IV-32
Gambar 4. 26	Pengujian Hari Ke-5 Tanpa Pengendali.....	IV-32
Gambar 4. 27	Pengujian Hari Ke-10 Menggunakan Kendali Fuzzy .....	IV-32
Gambar 4. 28	Pengujian Hari Ke-10 Tanpa Pengendali .....	IV-33
Gambar 4. 29	Pengujian Hari Ke-15 Menggunakan Kendali Fuzzy .....	IV-33
Gambar 4. 30	Pengujian Hari Ke-15 Tanpa Pengendali .....	IV-33
Gambar 4. 31	Pengujian Hari Ke-20 Menggunakan Kendali Fuzzy .....	IV-34
Gambar 4. 32	Pengujian Hari Ke-20 Tanpa Pengendali .....	IV-34
Gambar 4. 33	Pengujian Hari Ke-25 Menggunakan Kendali .....	IV-35
Gambar 4. 34	Pengujian Hari Ke-25 Tanpa Pengendali .....	IV-35
Gambar 4. 35	Hasil Tanaman Sawi Dengan Kendali Fuzzy .....	IV-35
Gambar 4. 36	Hasil Tanaman Sawi Tanpa Pengendali.....	IV-36

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Pembentukan <i>Rule-Base</i> Kendali Logika Fuzzy Suhu .....	III-16
Tabel 3.2	Pembentukan <i>Rule-Base</i> Kendali Logika Fuzzy Kelembaban Udara .....	III-20
Tabel 3.3	Data Hasil Pengujian Vertical Indoor Farming Dengan Kendali Fuzzy .....	III-24
Tabel 3.4	Rincian Biaya Penelitian.....	III-25
Tabel 4.1	Perbandingan Pengukuran Suhu .....	IV-3
Tabel 4.2	Perbandingan Pengukuran Kelembaban Udara.....	IV-4
Tabel 4.3	Perbandingan Pengukuran Jarak .....	IV-5
Tabel 4.4	Pengujian Pompa DC Air Biasa.....	IV-7
Tabel 4.5	Pengujian Lampu <i>Grow Light</i> .....	IV-9
Tabel 4.6	Pengujian Adaptor <i>Power Supply</i> .....	IV-10
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Fuzzifikasi Suhu .....	IV-12
Tabel 4.8	Perbandingan Nilai Keluaran Arduino dan MATLAB Kendali Fuzzy Suhu ....	IV-14
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Fuzzifikasi Kelembaban Udara.....	IV-15
Tabel 4.10	Perbandingan Nilai Keluaran Arduino dan MATLAB Kendali Fuzzy Kelembaban Udara .....	IV-17
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Suhu Dengan Kendali Fuzzy .....	IV-21
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Kelembaban Udara Dengan Kendali Fuzzy .....	IV-22
Tabel 4.13	Data Hasil Pengujian <i>Vertical Indoor Farming</i> Dengan Kendali Fuzzy Bagian 1 .....	IV-24
Tabel 4.14	Data Hasil Pengujian Vertical Indoor Farming Dengan Kendali Fuzzy Bagian 2 .....	IV-25
Tabel 4.15	Data Hasil Pengujian Vertical Indoor Farming Tanpa Pengendali Bagian 1 ..	IV-26
Tabel 4.16	Data Hasil Pengujian Vertical Indoor Farming Tanpa Pengendali Bagian 2 ..	IV-27

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	1 Hasil Pengujian Suhu Tanpa Pengendali.....	IV-19
Grafik 4.2	2 Pengujian Kelembaban Udara Tanpa Pengendali .....	IV-19
Grafik 4.3	3 Pengujian Suhu Dengan Kendali Fuzzy .....	IV-20
Grafik 4.4	4 Pengujian Kelembaban Udara Dengan Kendali Fuzzy .....	IV-22
Grafik 4.5	5 Perbandingan Nilai Suhu Menggunakan Kendali Fuzzy dan Tanpa Menggunakan Pengendali .....	IV-28
Grafik 4.6	6 Perbandingan Nilai Kelembaban Udara Menggunakan Kendali Fuzzy dan Tanpa Menggunakan Pengendali .....	IV-29
Grafik 4.7	7 Perbandingan Rata-rata Jumlah Daun Sawi Menggunakan Kendali Fuzzy dan Tanpa Menggunakan Pengendali .....	IV-29
Grafik 4.8	8 Perbandingan Rata-rata Tinggi Tanaman Sawi Menggunakan Kendali Fuzzy dan Tanpa Menggunakan Pengendali.....	IV-30

© Hak cipta dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Persamaan Fungsi Linear Naik .....	II-8
Rumus 2.2	Persamaan Fungsi Linear Turun .....	II-8
Rumus 2.3	Persamaan Fungsi Segitiga .....	II-9
Rumus 2.4	Persamaan Fungsi Trapesium .....	II-9
Rumus 2.5	Persamaan Fungsi Implikasi Metode Sugeno .....	II-11
Rumus 2.6	Persamaan <i>Weight Average</i> .....	II-11
Rumus 2.7	Jarak Sensor Ultrasonik .....	II-12
Rumus 3.1	Persamaan $\mu_{LDingin}$ .....	III-13
Rumus 3.2	Persamaan $\mu_{Pas}$ .....	III-14
Rumus 3.3	Persamaan $\mu_{KDingin}$ .....	III-14
Rumus 3.4	Persamaan $\mu_{Hangat}$ .....	III-14
Rumus 3.5	Persamaan $\mu_{NB}$ .....	III-14
Rumus 3.6	Persamaan $\mu_{NK}$ .....	III-15
Rumus 3.7	Persamaan $\mu_Z$ .....	III-15
Rumus 3.8	Persamaan $\mu_{PK}$ .....	III-15
Rumus 3.9	Persamaan $\mu_{PB}$ .....	III-15
Rumus 3.10	Persamaan $\mu_{KurangBanyak}$ .....	III-18
Rumus 3.11	Persamaan $\mu_{Kurang}$ .....	III-18
Rumus 3.12	Persamaan $\mu_{Pas}$ .....	III-18
Rumus 3.13	Persamaan $\mu_{Lebih}$ .....	III-18
Rumus 3.14	Persamaan $\mu_{NB}$ .....	III-19
Rumus 3.15	Persamaan $\mu_{NK}$ .....	III-19
Rumus 3.16	Persamaan $\mu_Z$ .....	III-19
Rumus 3.17	Persamaan $\mu_{PK}$ .....	III-19
Rumus 3.18	Persamaan $\mu_{PB}$ .....	III-19

## DAFTAR LAMBANG/NOTASI

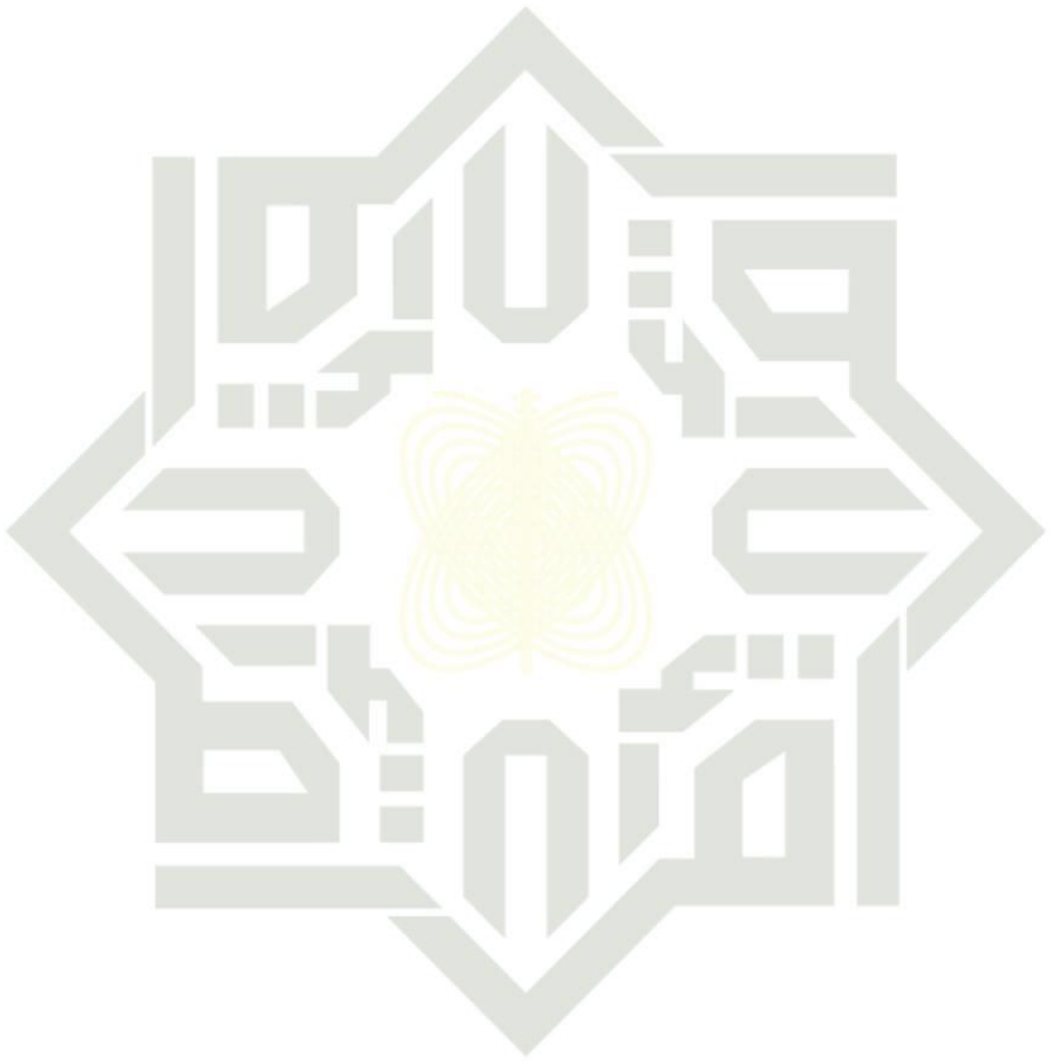
- Ⓐ Derajat Keanggotaan
- Ⓔ Defuzzifikasi
- Ⓘ Waktu
- Ⓣ Tegangan
- Ⓟ Persen
- Ⓢ Derajat Suhu

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

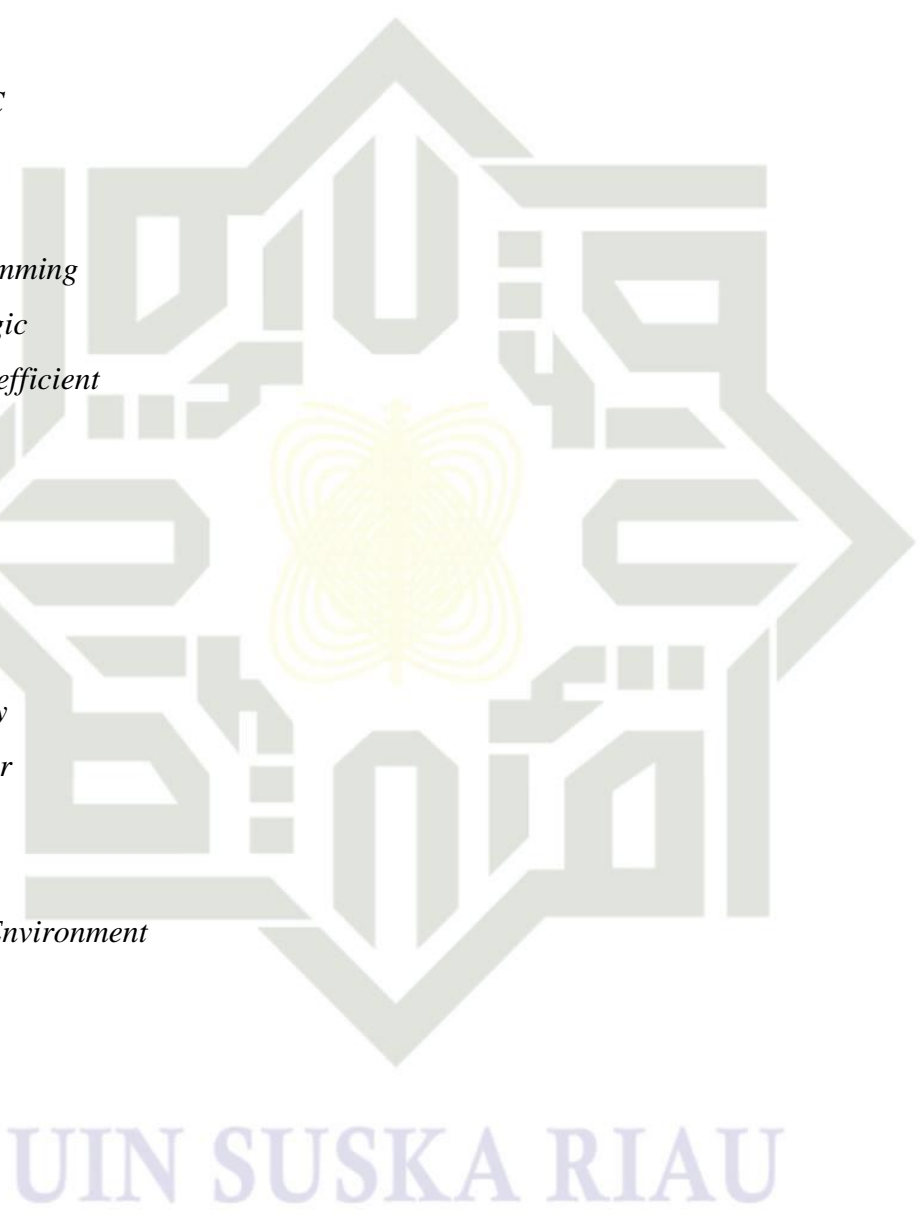


UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR SINGKATAN

© Hak Cipta ini milik UIN Suska Riau  
 Stre Islami University of Sultan Syarif Kasim Riau

LDR:	<i>Light Dependent Resistor</i>
RTC:	<i>Real Time Clock</i>
MS:	<i>Short Message Service</i>
NFT:	<i>Nutrient Film Technique</i>
LED:	<i>Light Emited Diode</i>
DC:	<i>Direct Current</i>
AVR:	<i>Advanced Versatile RISC</i>
PWM:	<i>Pulse Width Modulation</i>
USB :	<i>Universal Serial Bus</i>
ICSP:	<i>In-Circuit Serial Programming</i>
TTL:	<i>Transistor-Transistor Logic</i>
NTC:	<i>Negatif Temperature Coefficient</i>
NC:	<i>Normally Close</i>
GND:	<i>Ground</i>
RS:	<i>Register Seselect</i>
R/W:	<i>Read/Write</i>
En:	<i>Enable</i>
RAM :	<i>Random Access Memory</i>
TEC :	<i>Thermo Electric Cooler</i>
IC:	<i>Intergrated Circuit</i>
NAND:	<i>Not And</i>
IDE:	<i>Integrated Development Environment</i>
LCD:	<i>Liquid Crystal Display</i>



UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta ini milik UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan luas panen di beberapa komoditas tanaman pangan di Indonesia berada di angka negatif[1]. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti luas lahan pertanian yang tiap tahun semakin berkurang dan kondisi cuaca yang tidak menentu yang mengakibatkan terjadinya gagal panen[2][3]. Hal ini berbanding terbalik dengan kebutuhan ketersediaan pangan yang semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya[4], sehingga ketersediaan pangan menjadi sebuah tantangan di saat ini dan masa yang akan datang. Salah satu solusi untuk menghadapi tantangan tersebut yaitu bertani dengan menggunakan metode *Vertical Indoor Farming*.

*Vertical Indoor Farming* adalah sebuah metode pertanian dimana tanaman ditanam secara bertingkat di ruangan tertutup yang menggabungkan konsep metode tanam dan pertanian vertikutur[5]. Salah satu metode tanam yang banyak dipakai adalah metode tanam hidroponik yaitu sebuah teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah dengan lebih menekankan pada kebutuhan nutrisi tanaman yang terkandung dalam larutan air. Sedangkan pertanian vertikutur adalah teknik tanam di ruangan sempit dengan memanfaatkan bidang vertikal sebagai tempat bercocok tanam yang dilakukan secara bertingkat[6].

Keuntungan utama dari sistem pertanian ini adalah meningkatnya hasil panen secara signifikan dan mencegah terjadinya gagal panen terhadap perubahan cuaca yang tidak mendukung. Selain itu keuntungan lainnya adalah tanaman bebas hama, lebih bersih dan bisa dilakukan dimana saja termasuk di perkotaan sehingga bisa menghemat biaya transportasi yang di perlukan. Namun, *Vertical Indoor Farming* ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu dikarenakan penempatannya di dalam ruangan, maka diperlukan sebuah sistem untuk mengontrol cahaya, suhu, kelembaban udara, dan pengairan [7].

Setiap tanaman memiliki kondisi cahaya, suhu dan kelembaban udara yang berbeda-beda tergantung jenis tanaman yang ditanam. Tanaman memerlukan cahaya untuk melakukan proses fotosintesis, kekurangan cahaya dapat mengganggu proses fotosintesis yang membuat batang tanaman tumbuh lebih cepat akan tetapi lemah dan daun yang berukuran kecil, tipis dan pucat, namun kelebihan cahaya juga dapat membuat pertumbuhan menjadi lambat dan batang tanaman menjadi pendek. Suhu dan kelembaban udara juga berpengaruh dalam proses tumbuhan melakukan fotosintesis dimana

kekurangan dan kelebihan suhu dan kelembaban udara akan membuat proses pertumbuhan tidak berjalan dengan baik[8].

Pada hidroponik, sistem pengairan merupakan hal yang sangat penting. Sistem pengairan berfungsi sebagai media untuk mengalirkan larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Proses pengairan yang tidak baik dapat membuat tanaman layu atau bahkan mati. Dalam skala usaha dengan jumlah tanaman yang banyak, sebuah sistem yang bekerja secara otomatis sangat diperlukan untuk mempermudah proses pengairan[9].

Solusi untuk menyelesaikan permasalahan pengendalian cahaya, suhu dan kelembaban di dalam ruangan sebelumnya telah dilakukan dengan membuat sistem kontrol menggunakan arduino uno yang diintegrasikan dengan sensor DHT22 dan RTC. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sistem mampu menjaga suhu dengan baik dan memberikan cahaya yang cukup bagi tanaman. Namun pada sistem ini tidak melibatkan pengontrolan kelembaban udara bagi tanaman[10]. Kemudian penelitian yang dilakukan untuk menjaga kebutuhan cahaya dan pengairan tanaman yang menggunakan arduino uno, sensor ultrasonik dan modul RTC berbasis SMS. Dari hasil pengujian, sistem dapat menjaga lama waktu kebutuhan tanaman terhadap cahaya. Namun dalam sistem ini tidak mengontrol suhu dan kelembaban udara, dimana kedua hal tersebut juga merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman didalam ruangan[11].

Selanjutnya penelitian serupa yang dilakukan untuk menjaga kebutuhan cahaya dan pengairan tanaman yang menggunakan arduino uno, sensor ultrasonik dan modul RTC berbasis SMS. Dari hasil pengujian, sistem juga dapat menjaga lama waktu kebutuhan tanaman terhadap cahaya dengan menggunakan timer, akan tetapi sistem ini tidak melibatkan pengontrolan suhu dan kelembaban udara[12].

Berdasarkan beberapa penelitian diatas, dalam pengendalian kebutuhan tanaman akan cahaya dengan menggunakan timer sudah dapat terpenuhi dengan baik akan tetapi untuk pengendalian suhu, kelembaban, dan pengairan masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut. Dalam proses pengairan hidroponik dibutuhkan sebuah sistem pengairan secara otomatis dalam mengambil tindakan, hal ini dikarenakan tanaman hidroponik sangat bergantung dalam larutan air untuk tumbuh. Selanjutnya dalam mengontrol suhu dan kelembaban udara dibutuhkan metode pengendali yang lebih baik untuk dapat menjaga nilai suhu dan kelembaban udara secara konstan.

Pemilihan pengendali suhu dan kelembaban udara secara otomatis dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satu diantaranya adalah metode kendali logika

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Metode kendali logika fuzzy adalah salah satu metode kendali bersifat fleksibel yang mampu beradaptasi dan memiliki tingkat toleransi yang baik terhadap segala perubahan yang ada didalam sistem. Penelitian terkait kendali logika fuzzy telah dilakukan untuk menjaga suhu di 20°C dan kelembaban udara 90%, sistem mampu mempertahankan kondisi ruangan sesuai *setpoint* dengan *error* suhu 3.87% dan kelembaban udara 3.27% [13].

Selanjutnya penelitian terkait kendali logika fuzzy yang dilakukan untuk menjaga suhu ruang berdasarkan jumlah orang didalam ruangan. Dari hasil pengujian yang dilakukan beberapa kali dengan jumlah orang yang berbeda, sistem mampu menjaga suhu ruangan dengan rata-rata error sebesar 1.13% [14]. Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan untuk mengontrol suhu dan kelembaban pada inkubator telur unggas. Dari hasil pengujian, kendali logika fuzzy mampu menjaga suhu dan kelembaban udara ruang inkubator berdasarkan berat dan warna telur serta dapat mempertahankan nilai kestabilan sistem [15].

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kendali logika fuzzy dapat membuat sistem bekerja secara baik dalam menjaga nilai suhu dan kelembaban udara sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan kendali logika fuzzy untuk mengendalikan suhu dan kelembaban udara pada sistem *vertical indoor farming*. Metode fuzzy yang digunakan pada penelitian ini adalah metode fuzzy sugeno dikarenakan memiliki kelebihan dapat memprediksi keluaran sistem yang lebih baik dibandingkan metode lainnya [16]. Berdasarkan uraian diatas, penulis ingin melakukan penelitian tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Smart Vertical Indoor Farming dengan Kendali Fuzzy Sugeno untuk Tanaman Sawi Hijau”**. Untuk mempersempit ruang lingkup penelitian, penulis memilih tanaman sawi hijau sebagai parameter uji pada penelitian ini dikarenakan dalam beberapa tahun terakhir dari tahun 2016 hingga tahun 2020 terkhusus di provinsi Riau produksi tanaman sayur sawi mengalami penurunan dari 2545 ton/pertahun menjadi 1423 ton/pertahun [17]. Selanjutnya, suhu dan kelembaban rata-rata untuk tanaman sawi hijau dapat tumbuh dengan baik yaitu sekitar 18°C dan 85% [18], sedangkan suhu dan kelembaban udara rata-rata di provinsi Riau pada tahun 2019 yaitu sekitar 27°C dan 81% [19], [20].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengendali cahaya, suhu, kelembaban dan pengairan pada *vertikal indoor farming* yang baik dan optimal?
2. Apakah pengendali fuzzy metode sugeno dapat bekerja sesuai *setpoint* untuk mengendalikan suhu dan kelembaban udara pada *vertikal indoor farming* untuk tanaman sawi hijau?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem yang dapat mengoptimalkan cahaya, suhu, kelembaban udara dan pengairan secara otomatis pada *vertikal indoor farming*.
2. Mencari tahu kinerja pengendali fuzzy metode sugeno dalam mempertahankan *setpoint* suhu dan kelembaban udara pada *vertikal indoor farming* untuk tanaman sawi hijau.

## 1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan selama 25 hari, dimulai dari umur tanaman 11 hingga 35 hari setelah tanam.
2. Jenis tanaman yang jadi parameter uji pada penelitian ini adalah tanaman sawi hijau.
3. Arduino uno sebagai mikrokontroler.
4. Menggunakan sensor DHT22 untuk membaca nilai suhu dan kelembaban udara.
5. Menggunakan lampu *grow light* LED sebagai sumber cahaya untuk tanaman.
6. Menggunakan peltier dan *fan* sebagai pengatur suhu untuk tanaman.
7. Menggunakan *ultrasonic mist maker* sebagai pengatur kelembaban udara untuk tanaman.
8. Menggunakan hidroponik sistem NFT dengan jumlah tanaman sebanyak 20 buah.
9. Proses pengairan hanya sebatas menyalurkan air ke tanaman.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 1.5.

### Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempermudah dalam melakukan proses bertani menggunakan sistem *vertikal indoor farming* sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja.
2. Kedepannya dapat digunakan sebagai referensi untuk berwirausaha dibidang hortikultura di perkotaan padat penduduk.



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terkait

Studi literatur pada penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk mencari referensi-referensi serta teori yang diperoleh dari penelitian terdahulu, jurnal, buku dan sumber lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengendalikan cahaya, suhu, kelembaban udara dan pengaliran air dalam ruangan.

Penelitian [1] menggunakan sensor DHT22 dan RTC untuk mengetahui nilai suhu dan mengontrol waktu menggunakan arduino uno. Pengendali PID kontrol *on/off* digunakan untuk mengontrol suhu sesuai dengan *setpoint* yang telah ditentukan, yaitu 26°C. Jika suhu tidak mencapai 26°C maka *fan* akan hidup dan kemudian kembali mati ketika suhu telah mencapai *setpoint*. RTC digunakan untuk mengendalikan cahaya sesuai dengan kebutuhan tanaman dengan menjaga waktu lama hidupnya dua jenis lampu yang digunakan yaitu lampu LED dan *grow light*. Selain itu RTC juga digunakan untuk menentukan waktu penyiraman tanaman. Terdapat beberapa kelemahan yaitu dengan menggunakan kontrol *on/off* dalam mengendalikan suhu maka ada pada suatu kondisi suhu dibawah *setpoint* yang telah ditentukan, dan kemudian tidak melibatkan pengendalian terhadap kelembaban udara.

Penelitian [11] bertujuan untuk mengendalikan cahaya dan sistem pengairan yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan menggunakan arduino uno sebagai pusat kendali, RTC digunakan untuk mengatur waktu lama penyinaran yang dilakukan dan sensor *ultrasonic* untuk mengetahui kondisi air pada tanaman. Sumber cahaya yang digunakan adalah lampu *grow light* LED yang akan menyala pada pukul 06.00 wib pagi hingga 18.00 wib sore. Metode pengairan yang dilakukan adalah menggunakan metode sumbu, dimana air tidak mengalir dan sudah disediakan dalam jumlah tertentu hingga menyentuh sumbu yang terhubung ke akar tanaman. Sensor *ultrasonic* disini berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air, jika ketinggian air sudah menyentuh sumbu maka *solenoid valve* akan hidup hingga batas atas *setpoint* yang telah ditetapkan. Hasil pembacaan waktu dan ketinggian air ditampilkan di LCD dan juga diinfokan langsung ke penulis menggunakan sms. Terdapat beberapa kelemahan yaitu tidak adanya sistem yang mengontrol suhu dan kelembaban udara, dimana kedua hal tersebut juga merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman didalam ruangan.

Hak Cipta Uinidungi unang-urdaang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penelitian [12] kembali bertujuan untuk mengendalikan cahaya dan pengairan yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan menggunakan arduino uno sebagai pusat kendali, proses kerja dari sistem ini adalah lampu *grow light* LED akan menyala pada pukul 06.00 wib hingga 18.00 wib sesuai data dari RTC, selanjutnya sensor *ultrasonic* berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air dan memberikan informasi air telah berkurang 2 cm dari *setpoint* yang telah ditentukan tersebut kepada user menggunakan sms. LCD disini berfungsi untuk menampilkan informasi pembacaan waktu dan ketinggian air. Kelemahannya adalah tidak adanya sistem yang mengontrol suhu dan kelembaban udara yang dibutuhkan oleh tanaman yang ditanam didalam ruangan.

Selanjutnya, penelitian [21] yang bertujuan untuk pengendalian cahaya terhadap pertumbuhan tanaman pak choi didalam ruangan. Telah dilakukan percobaan dengan menggunakan 4 buah tanaman pak choi yang dipisah dalam ruangan tersendiri dan dan diberikan cahaya selama 24 jam dengan lampu neon berbagai daya, mulai dari daya 20 watt, 2x20watt, 40 watt, dan 2x40 watt. Kemudian, penelitian [22] yang dilakukan untuk mengendalikan cahaya terhadap tanaman kangkung dengan menggunakan dua warna cahaya dan lama waktu penyinaran yang berbeda. Warna cahaya yang digunakan adalah warna putih dengan waktu penyinaran 10 jam dan warna kuning dengan waktu penyinaran 24 jam. Total keseluruhan sampel tanaman kangkung adalah 40 buah tanaman. Selanjutnya penelitian [23] yang kembali dilakukan dalam mengendalikan cahaya terhadap tanaman Kailan. Dengan menggunakan 4 jenis lampu yang berbeda warna yaitu merah, biru, kuning dan putih, tanaman kailan disinari ke-empat warna lampu tersebut secara terpisah selama 24 jam dengan total tanaman sebanyak 3 buah disetiap warnanya. Kelemahan ke-tiga penelitian diatas hanya berfokus kepada pengendalian cahaya yang membandingkan warna, daya, dan lama waktu penyinaran terhadap tanaman hidroponik didalam ruangan dan masih dibutuhkannya referensi dan teori yang berbeda tentang pengendalian cahaya untuk tanaman di dalam ruangan.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan terdapat kelebihan kekurangan tersendiri dan masih banyak yang bisa dikembangkan. Penelitian kali ini akan mengendalikan lama waktu penyinaran sesuai kebutuhan tanaman dengan menggunakan lampu *grow light* LED sebagai pengganti cahaya matahari. Selanjutnya akan mengandaikan suhu dan kelembaban udara menggunakan metode kendali fuzzy sugeno. Menggunakan sistem hidroponik jenis *nutrient film technique* (NFT) dan tanaman yang digunakan adalah sawi hijau sebagai parameter uji.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Vertical Indoor Farming

Vertical Indoor Farming adalah sebuah metode pertanian dimana tanaman ditanam secara bertingkat diruangan tertutup sebagai upaya meminimalisir penggunaan lahan pertanian dengan menggabungkan konsep metode tanam dan pertanian vertikultur. Terdapat beberapa metode tanam yang dapat digunakan pada *vertical indoor farming* ini, salah satu metode tanam yang paling banyak digunakan adalah metode hidroponik. Hidroponik adalah teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah dengan lebih menekankan pada kebutuhan nutrisi tanaman yang terkandung dalam larutan air. Kebutuhan air pada pertanian hidroponik lebih sedikit daripada kebutuhan air pada pertanian secara tradisional[5]. Sedangkan pertanian vertikultur adalah teknik tanam dengan memanfaatkan bidang vertikal sebagai tempat bercocok tanam yang dilakukan secara bertingkat seperti gambar 2.1 dibawah ini[6].



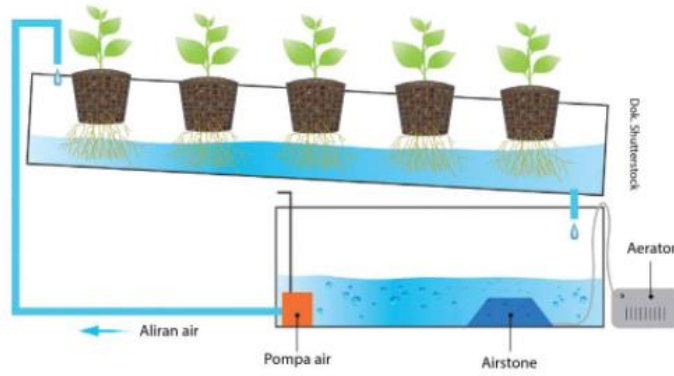
Gambar 2.1 Vertical Indoor Farming[7]

Metode hidroponik memiliki beberapa sistem, salah satu diantaranya adalah sistem NFT. Sistem NFT adalah sistem yang mengalirkan larutan nutrisi dengan aliran yang dangkal dan bersentuhan dengan akar tanaman. Pada umumnya sistem ini menggunakan instalasi pipa paralon sebagai wadah aliran larutan nutrisi dan *netpot* sebagai wadah media tanam yang bisa dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini[24].

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Hidroponik Sistem NFT

Keuntungan utama dari sistem pertanian *vertical indoor farming* ini adalah meningkatnya hasil panen secara signifikan dan mencegah terjadinya gagal panen terhadap perubahan cuaca yang tidak mendukung. Selain itu keuntungan lainnya adalah tanaman bebas hama, lebih bersih dan bisa dilakukan dimana saja termasuk di perkotaan sehingga bisa menghemat biaya transportasi yang di perlukan. Selain itu karena penggunaan lahan yang minim, sistem pertanian ini tidak mengganggu habitan tanaman dan hewan lokal. Namun, *vertical indoor farming* ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu dikarenakan penempatannya di dalam ruangan, maka diperlukan sebuah sistem untuk mengontrol cahaya, suhu, kelembaban udara, dan pengairan. Sistem pertanian ini juga memiliki biaya awal dan kebutuhan energi listrik yang lebih besar dibandingkan dengan pertanian tradisional[7].

### 2.2.2. Sawi Hijau

Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) termasuk tanaman sayuran yang tergolong dalam famili *Cruciferae*. Terdapat beberapa jenis sayuran sawi salah satunya adalah sawi hijau (*Caisim*). Sawi hijau (*Caisim*) merupakan jenis sawi yang paling banyak dipasarkan, dengan ciri-ciri tangkai daun yang panjang langsing berwarna putih kehijauan dan daunnya lebar tipis memanjang berwarna hijau seperti ditunjukkan pada gambar 2.3[25].



Gambar 2.3 Sawi Hijau (*Caisim*)[18]

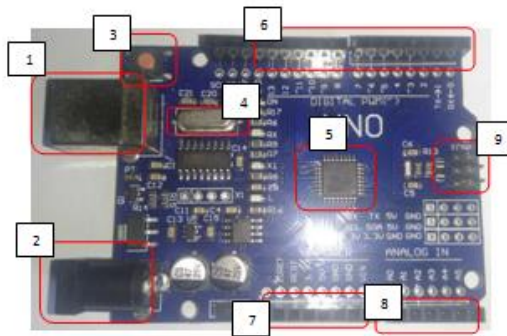
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tanaman sawi umumnya cocok ditanam pada daratan dengan ketinggian 5 s/d 1.200 meter diatas permukaan laut dan biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 s/d 500 meter dengan tingkat pH diantara 6 s/d 7. Suhu rata-rata yang dibutuhkan oleh tanaman sawi sekitar 15,6°C s/d 21,1°C dan kelembaban udara berkisar antara 80% s/d 90%. Dalam melakukan fotosintesis dengan baik, tanaman sawi memerlukan cahaya matahari selama 10 s/d 13 jam dalam sehari[18].

### 2.2.3. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam arduino memiliki prosesor *Atmel AVR* dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri. Dalam pengembangannya arduino memiliki berbagai macam jenis, satu diantaranya adalah arduino jenis uno[26]. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*data sheet*). Memiliki 14 pin *input/output* dimana 6 pin *input* tersebut bisa digunakan sebagai *output PWM* dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol *reset*. Untuk menghubungkan *board* Arduino Uno ke computer dengan menggunakan kabel USB, listrik dc atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2. 4 Arduino Uno dan Bagian-bagiannya

Berdasarkan gambar 2.4 arduino uno terdiri dari beberapa bagian yaitu[26]:

1. *Port* USB berfungsi sebagai port yang menghubungkan antara *board* arduino dan komputer, dan digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di buat di komputer ke arduino.
2. *Port* SV1 berfungsi sebagai *port* sumber apabila sumber menggunakan adaptor.
3. Tombol *Reset* berfungsi memulai program dari awal lagi.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Q1-Kristal adalah komponen yang menghasilkan *pulse* yang dikirim ke mikrokontroller agar melakukan operasi di setiap *pulse* yang dikirim.
5. IC ATmega merupakan komponen utama dari arduino yang berfungsi sebagai otak arduino.
6. 14 pin *input/output* berfungsi sebagai pin masukkan dan keluaran arduino.
7. Pin suplai sumber dimana terdapat pin ground dan vcc.
8. 6 pin *input analog* yang berfungsi sebagai pin masukkan data analog.
9. ISCP (*In Circuit Serial Programming*) adalah port yang memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung, tanpa melalui bootloader.

#### 2.2.4. Logika Fuzzy

Secara bahasa Fuzzy dapat diartikan sama dengan kabur atau samar yang artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Logika fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai bersifat samar atau kabur diantara benar atau salah dan dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun besarnya nilai kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Sistem fuzzy kemampuan penalaran yang mampu memberikan respon berdasarkan informasi yang ambigu, kualitatif dan tidak akurat yang mirip dengan kemampuan penalaran manusia[27].

Berikut ini ada beberapa alasan penggunaan logika fuzzy:

1. Fleksibel, toleran dan mudah dimengerti.
2. Sistem fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang kompleks.
3. Sistem fuzzy dapat mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung.
4. Sistem fuzzy dapat digunakan untuk teknik-teknik kendali secara biasa.
5. Sistem fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Ada beberapa hal dasar yang perlu diketahui dalam memahami sistem logika fuzzy seperti yang bisa dilihat pada gambar 2.5, yaitu[28]:

##### 1. Variabel Fuzzy

Variabel Fuzzy merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu sistem fuzzy.

##### 2. Himpunan Logika Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

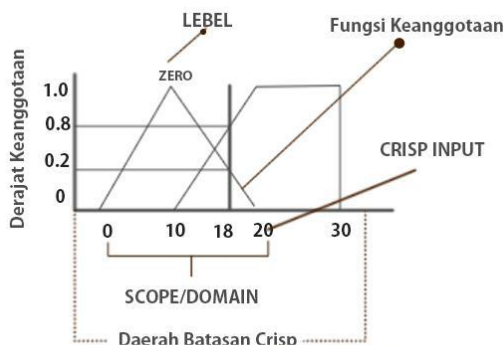
##### 3. Semesta pembicaraan



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Domain  
Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.
5. Derajat Keanggotaan  
Derajat Keanggotaan merupakan nilai eksak yang mewakili nilai linguistik. Nilai derajat keanggotaan ditentukan oleh fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan ini menunjukkan derajat keanggotaan dari sebuah predikat.
6. Label  
Label merupakan variabel yang memiliki nilai linguistik yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
7. Fungsi Keanggotaan  
Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik masukan data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.
8. *Crisp*  
*Crisp* adalah masukan nilai keanggotaan dalam rentang tertentu.



Gambar 2.5 Konsep Dasar Logika Fuzzy

Dalam teori himpunan fuzzy, suatu himpunan didefinisikan dengan suatu fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik masukan data ke dalam nilai keanggotaannya (sering

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

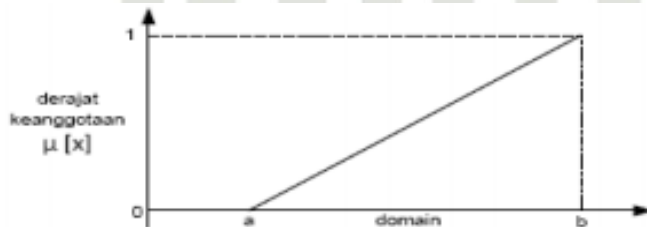
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

uga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan yaitu sebagai berikut[29]:

a. Fungsi Linier

Pada fungsi linear, pemetaan input digambarkan sebagai suatu garis lurus yang terdiri dari dua keadaan yaitu linier naik dan linier turun. Gambar 2.6 menunjukkan fungsi linear naik dimana dimulai dari domain yang memiliki derajat keanggotaan nol kemudian bergerak naik ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Fungsi keanggotaan linear naik sebagai berikut:

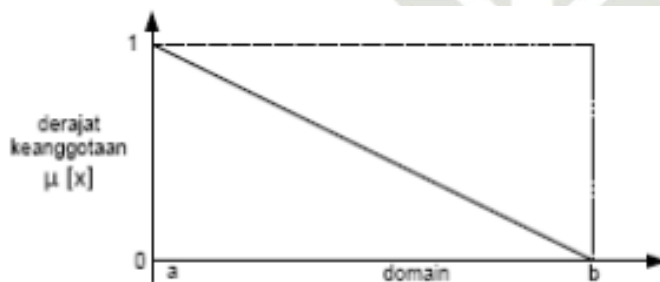
$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$



Gambar 2.6 Fungsi Linier Naik

Pada fungsi linier turun gambar 2.7, dimulai dari domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi bergerak turun ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Fungsi keanggotaan linear turun sebagai berikut[30]:

$$\mu [x] = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$



Gambar 2.7 Fungsi Linier Turun

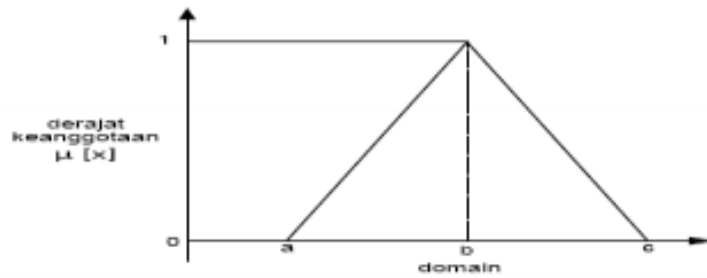
b. Fungsi Segitiga

Gambar 2.8 menunjukkan fungsi segitiga yang merupakan gabungan dari fungsi linier naik dan linier turun. Fungsi keanggotaannya ialah sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

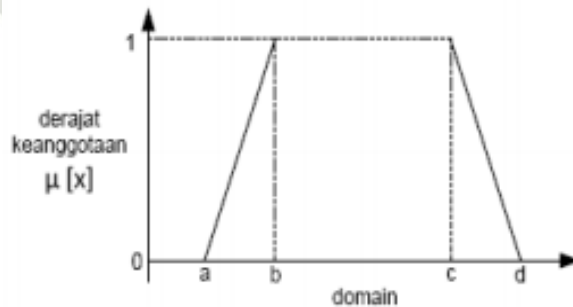


Gambar 2.8 Fungsi Segitiga

c. Fungsi Trapesium

Fungsi trapesium memiliki karakteristik hampir sama dengan fungsi segitiga hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 sehingga membentuk trapesium seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9 . Fungsi keanggotaannya adalah:

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$



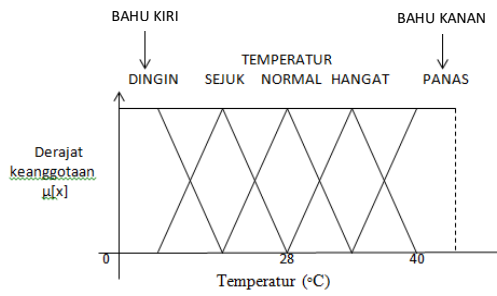
Gambar 2.9 Fungsi Trapesium

d. Fungsi Bahu

Pada fungsi ini daerah yang berada diposisi tengah-tengah suatu variabel yang dipresentasikan dalam bentuk segitiga dan pada posisi awal dan akhir membentuk bahu dimana pada bahu awal merupakan kurva yang mengawali suatu variabel dengan nilai keanggotaannya turun dari 1 menuju 0. Sedangkan pada bahu akhir adalah kurva yang mengakhiri variabel dengan nilai keanggotaannya naik dari 0 menuju 1. Gambar 2.10 merupakan gambar dari fungsi bahu.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

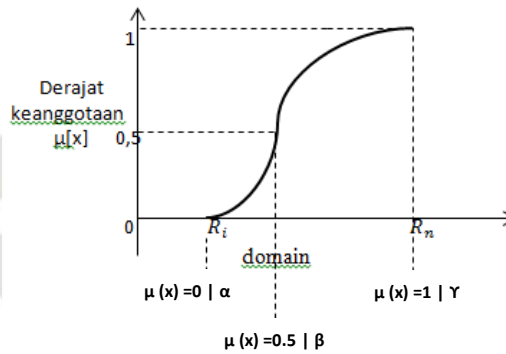
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.10 Fungsi Bahu

e. Fungsi-S (Sigmoid/Logistic)

Fungsi ini adalah fungsi pertumbuhan dan penyusutan yang berhubungan dengan naik dan turun permukaan secara tak linier seperti ditunjukkan pada gambar 2.11.

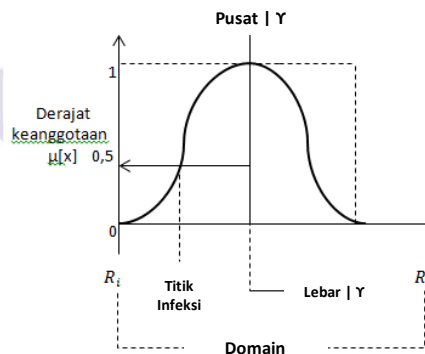


Gambar 2.11 Fungsi-S

f. Fungsi-Lonceng (*Bell*)

Pada fungsi bentuk lonceng ini merepresentasikan bilangan fuzzy, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: himpunan fuzzy PI, Beta, dan Gauss yang memiliki perbedaan pada gradiennya.

Gambar 2.12 merupakan gambar dari fungsi lonceng.



Gambar 2.12 Fungsi Lonceng (*Bell*)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dalam mendesain suatu sistem fuzzy, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan agar respon sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan. yaitu fuzzifikasi, aturan dasar (*Ruled Based*), mekanisme inferensi, dan defuzzifikasi[31]:

a. Tahapan Fuzzifikasi

Tahapan fuzzifikasi adalah proses yang mengubah data *input (crisp input)* numerik dan bernilai tegas kedalam variabel fuzzy yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan.

b. Aturan Dasar (*Rule Based*)

Aturan dasar adalah aturan-aturan fuzzy yang telah ditetapkan mengikuti pola aturan relasional “Jika *antasedent* maka *consequent*”. Jika dimodelkan dalam aturan fuzzy yaitu “*If x is A and y is B then z is C*”.

c. Tahapan Mekanisme Inferensi

Mekanisme inferensi adalah proses penalaran untuk memperoleh keluaran berupa *output* fuzzy untuk pengambilan keputusan berdasarkan *input* fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya. Salah satu metode inferensi logika fuzzy adalah metode sugeno. Metode sugeno dipresentasikan dalam bentuk *IF-THEN* yang memiliki *output* (konsekuen) berupa persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang padahun 1985. Metode sugeno memiliki kesamaan dengan metode mamdani dan tsukamoto dimana aturan implikasinya berbentuk “*IF-THEN*” dan antasedennya menggunakan logika *AND* dan memiliki nilai keanggotaan *MIN*, namun keluarannya (konsekuen) berbentuk persamaan linear atau konstanta. Fungsi implikasi dari metode sugeno adalah :

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ and } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ and } \dots \text{ and } (x_N \text{ is } A_N) THEN z = k \quad (2.5)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke- $i$  sebagai *antaseden*, dan  $k$  adalah suatu konstanta (bersifat *crisp*) sebagai konsekuen.

d. Tahapan Defuzzifikasi

Tahapan defuzzifikasi adalah proses dalam mengubah besaran fuzzy *output* yang berbentuk kumpulan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotannya menjadi *output* yang bernilai tegas. Tahapan defuzzifikasi pada metode sugeno dilakukan dengan perhitungan *weight average* (WA) dengan rumus berikut:

$$WA = \frac{\sum_i^n \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \quad (2.6)$$

Dengan  $WA$  = Nilai rata-rata,  $\alpha_i$  = nilai predikat aturan ke- $i$ , dan  $z_i$  = indeks nilai output (konstanta) ke- $i$ .

### 2.2.5. Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor Ultrasonik (HC-SR04) adalah salah satu jenis sensor yang dapat mengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Terlihat pada gambar 2.13, sensor ini memiliki dua komponen utama yaitu *transmitter* yang berfungsi untuk memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHZ dan *receiver* yang berfungsi untuk menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang di pancarkan oleh *transmitter*[32].



Gambar 2.13 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari *transmitter* hingga kembali ke *receiver* sebanding dengan dua kali jarak antara sensor ultrasonik dan objek yang di deteksi. Kecepatan pancaran gelombang ultrasonik sama dengan kecepatan suara yaitu 340m/s. Prinsip kerja sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah ketika *pulse trigger* diberikan pada sensor, *transmitter* akan memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan *output* transistor-transistor logika (TTL) transisi naik yang menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah *receiver* menerima pantulan yang dihasilkan dari objek yang diukur, maka pengukuran waktu akan dihentikan dan menghasilkan output waktu dua kali dari jarak sensor dan objek seperti ditunjukkan pada gambar 2.14[32]. Nilai jarak antara sensor dan objek dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$s = \frac{340 \text{ m/s}}{2} \times t \quad (2.7)$$

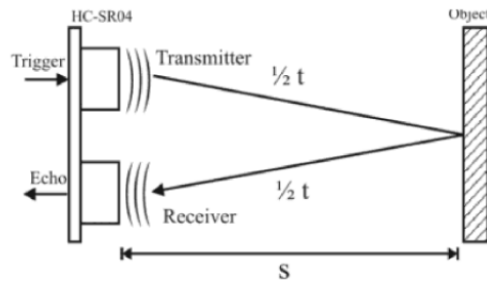
Dimana :

S = Jarak (m)

t = Waktu (t)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

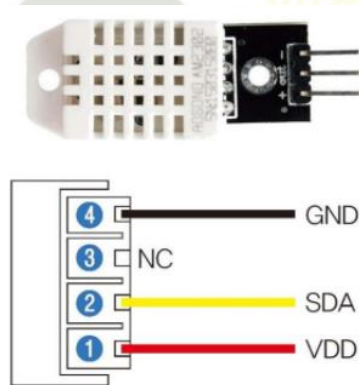
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.14 Prinsip Pengukuran Jarak Sensor HC SR04 [32]

### 2.2.6. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sebuah paket sensor yang didalamnya terdapat NTC *temperature sensor* dan *capacitance humidity sensor* yang dapat mengukur nilai suhu dan kelembaban udara secara bersamaan. Sensor ini memiliki stabilitas baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat dan memiliki respon pada pembacaan data yang cepat serta kemampuan *anti-interference* dibanding jenis DHT jenis lain. Sensor DHT22 dapat mengukur nilai suhu dari  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $80^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  dan nilai kelembaban udara 0% hingga 100% dengan akurasi  $\pm 2\%$  [33].



Gambar 2.15 Sensor DHT22 [33]

Berdasarkan Gambar 2.15 Sensor DHT22 memiliki 4 pin yang memiliki fungsi sebagai berikut [33]:

1. Pin 1 (VDD) adalah pin catu daya positif dimana dihubungkan ke tegangan 3.5V s/d 5.5V.
2. Pin 2 (SDA) adalah pin data hasil pembacaan sensor DHT22.
3. Pin 3 (NC) adalah pin *Normally Close*, pin ini tidak digunakan.
4. Pin 4 (GND) adalah pin catu daya negatif yang dihubungkan dengan GND pada Arduino.

### 2.2.7. LCD 2x16

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang memiliki fungsi sebagai media tampil yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun symbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah[34]. salah satu jenis LCD yang paling banyak digunakan adalah LCD 2x16 yang memiliki arti bahwa LCD tersebut terdiri dari 2 baris yang setiap barisnya memiliki 16 kolom, gambar 2.16.



Gambar 2.16 LCD 2x16 [35]

LCD memiliki 16 pin yang setiap pin nya memiliki fungsi sebagai berikut[34]:

1. Pin VSS dan VDD merupakan pin catu daya dimana pin VDD dihubungkan ke 5 volt dan pin VSS dihubungkan ke *ground*.
2. Pin Vee berfungsi sebagai pin kontrol yang digunakan untuk mengatur kontras display.
3. Pin RS berfungsi sebagai pin kontrol dimana dengan membuat pin RS *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.
4. Pin R/W atau *Read/Write*, berfungsi sebagai perintah *write* ketika pin R/W *low* dan berfungsi *read* ketika pin R/W *high*.
5. Pin En atau *Enable*, pin *input* ini berfungsi untuk transfer aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data.
6. Pin d0-d7 adalah pin delapan jalur data/data bus dimana data dapat ditransfer ke dan dan dari *display*.
7. Pin 15 dan pin 16 berfungsi sebagai pin untuk menghidupkan lampu latar/*Back Light* LCD. Pin 15 ke 5 volt dan pin 16 ke *ground*.

### 2.2.8. Ultrasonic Mist Maker

*Ultrasonic Mist Maker* adalah alat yang dapat mengubah air menjadi kabut yang berfungsi unuk menambah nilai kelembaban udara. Dengan menggunakan *peszoelektrik transducer*, *ultrasonic mist maker* memanfaatkan osilasi listrik pada frekuensi *ultrasonic* yang diubah menjadi menjadi osilasi mekanik untuk menghasilkan getaran tinggi yang



menyebabkan air berbubuh menjadi kabut[36]. Gambar 2.17 merupakan gambar dari *ultrasonic mist maker*.



Gambar 2.17 *Ultrasonic Mist Maker* [36]

### 2.2.9. *Grow Light LED*

*Grow Lights LED* adalah sumber cahaya buatan yang dirancang untuk menggantikan cahaya matahari bagi tanaman yang ditanam didalam ruangan. Cara kerja *grow light LED* adalah memberikan spektrum warna yang sesuai dengan sinar matahari atau menyediakan spektrum warna yang dibutuhkan oleh tanaman untuk berfotosintesi. Selain itu, *grow light LED* juga dapat dikondisikan untuk meniru kondisi diluar ruangan dengan berbagai warna, suhu dan keluaran spektrum secara spesifik yang dibutuhkan oleh tanaman [37][38]. Beberapa penelitian juga telah dilakukan untuk mengetahui efek dari *grow light* terhadap pertumbuhan tanaman dan hasilnya menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman dengan menggunakan lampu *grow light* lebih baik dibandingkan dengan cahaya matahari[10][39]. Gambar 2.18 merupakan gambar dari penggunaan lampu *grow light LED* pada tanaman didalam ruangan.

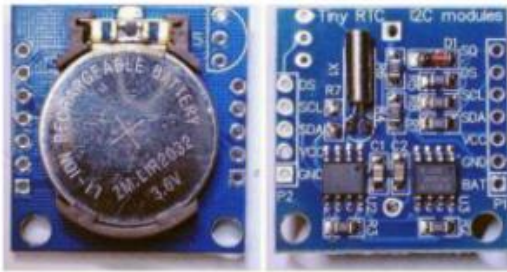


Gambar 2.18 *Grow Light LED*[38]

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.2.10. RTC

RTC (*Real Time Control*) merupakan *chip* IC yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun secara akurat. RTC dapat menjaga waktu nyata walaupun sumber arus terputus, hal itu dikarenakan RTC menggunakan sebuah baterai jam kancing, sehingga saat sebuah perangkat yang terhubung dengan RTC sumber arusnya terputus, data waktu yang sudah diatur dan ditampilkan tidak akan hilang begitu saja. Dengan catatan baterai yang terhubung pada RTC tidak habis dayanya[40]. RTC yang digunakan pada penelitian ini adalah RTC DS1307 seperti yang terlihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 RTC DS1307[41]

Fitur yang ada pada RTC DS1307 antara lain sebagai berikut[41]:

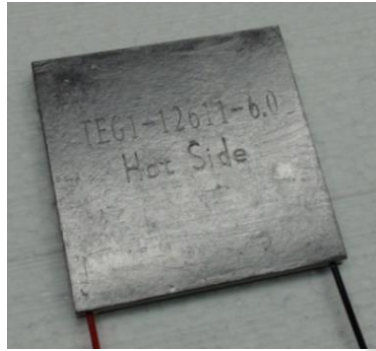
1. Penghitung secara *real time* untuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun.
2. Format waktu dapat diatur kedalam format 12 jam (am/pm) atau 24 jam.
3. Memiliki kemampuan penyesuaian jumlah hari/bulan terhadap tahun kabisat.
4. 1 x 8 *Battery-Backed General-Purpose* RAM.
5. Menggunakan antarmuka i2c (*Serial Data* dan *Serial Clock*).
6. Menggunakan tegangan input kerja 5Vdc.

### 2.2.11. Peltier

*Thermo Electric Cooler* (TEC) atau yang biasanya di sebut peltier adalah komponen elektronika yang menggunakan efek peltier untuk membuat aliran panas (*heat flux*) pada sambungan (*junction*) antara dua jenis material yang berbeda. Efek peltier adalah efek timbulnya panas pada satu sisi dan timbulnya dingin pada sisi lainnya manakala arus listrik DC dilewatkan kepada untaian dari dua tipe material berbeda yang ditemukan. Material tersebut adalah material *thermo-electric element* yang dibuat dari bahan semikonduktor[42]. Gambar 2.20 merupakan gambar dari komponen peltier.

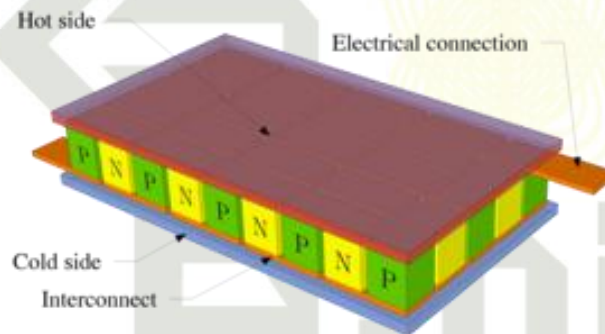
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.20 Peltier [42]

TEC mengabsorpsi panas melalui salah-satu sisinya dan memancarkan panas melalui satu sisi lainnya seperti yang terlihat pada gambar 2.21. Pada bagian sisi TEC yang mengabsorpsi panas terjadi efek pendinginan, inilah yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan pendinginan. Walaupun namanya adalah "pendingin" (*cooler*) sesuai dengan aplikasi utamanya, TEC dapat juga digunakan sebagai pemanas dengan cara membalik penempatan komponen elektronika ini. Dengan demikian, TEC dapat digunakan sebagai alat pengontrol temperatur (bisa jadi pendingin atau sebaliknya pemanas).



Gambar 2.21 Kontruksi Peltier [42]

**2.2.12. Exhaust Fan DC**

*Exhaust Fan* merupakan salah satu perangkat jenis kipas angin yang berfungsi untuk menjaga sirkulasi didalam ruangan. Dengan letaknya di antara *indoor* dan *outdoor*, udara panas didalam ruangan dibuang keluar dan di saat bersamaan udara sejuk di luar ruangan dimasukan kedalam ruangan, sehingga selalu ada pergantian udara segar dari luar ruangan untuk mempunyai sirkulasi udara yang baik didalam ruangan tersebut[43]. Gambar 2.22 merupakan gambar *Exhaust fan* DC yaitu *exhaust fan* yang menggunakan sumber listrik DC untuk beroperasi.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

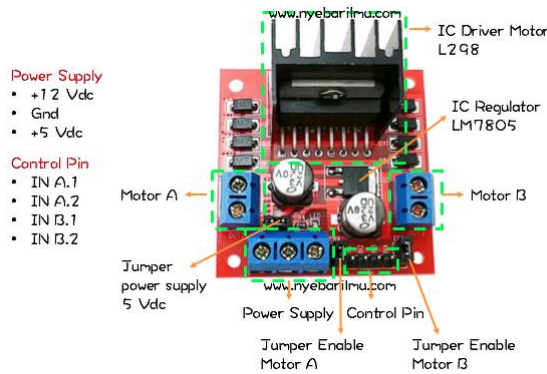
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.22 Exhaust Fan DC[44]

**2.2.13. Driver Motor L298N**

Driver motor L298N merupakan module *driver* motor DC yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe *H-bridge* yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti *relay*, *solenoid*, dan motor DC. Pada IC L298 terdiri dari TTL dengan gerbang NAND yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran dari motor DC[45]. Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.



Gambar 2.23 Driver Motor L298N[45]

Berdasarkan gambar 2.23 *driver* motor L298N memiliki beberapa pin yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut[45]:

1. Pin *Power Supply* berfungsi sebagai catu daya *Driver Motor* L298N.
2. *Control Pin* berfungsi untuk mengendalikan arah putar motor DC yang dihubungkan ke mikrokontroler.
3. Pin *Enable A* berfungsi untuk mengontrol status dari *output* motor A (hidup-mati) sekaligus mengatur kecepatan yang dihubungkan ke mikrokontroler.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Pin *Enable* B berfungsi untuk mengontrol status dari *output* motor B (hidup-mati) sekaligus mengatur kecepatan yang dihubungkan ke mikrokontroler.
- Pin Motor A sebagai *output* yang dihubungkan ke Motor A.
- Pin Motor B sebagai *output* yang dihubungkan ke Motor B.
- Pin *Power Supply* 5Vdc, berfungsi sebagai pemilihan catu daya jika motor memiliki tegangan kerja 5vdc, jika tidak dihubungkan maka otomatis tegangan kerja dari *output* motor adalah 12 vdc.

#### 2.2.14. Pompa Air DC

Pompa air adalah sebuah mesin atau peralatan mekanis yang berfungsi sebagai media untuk memindahkan atau mempercepat perpindahan air dari suatu tempat ke tempat lainnya[46]. Berdasarkan sumber listrik yang digunakan, pompa air terbagi menjadi dua yaitu pompa air sumber AC dan pompa air sumber DC. Pompa air DC adalah pompa air yang menggunakan sumber arus listrik DC untuk menghidupkannya. Sumber arus listrik DC yang digunakan bisa berasal dari baterai ataupun sumber listrik AC yang sudah di ubah menjadi sumber listrik DC menggunakan adaptor. Gambar 2.24 merupakan gambar dari Pompa Air DC.



Gambar 2.24 Pompa Air DC [47]

#### 2.2.15. Relay DC

*Relay* DC adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan menggunakan listrik DC yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. *Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah gulungan kawat yang dialiri arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya listrik arus di *coil*. *Contact* ada dua jenis yaitu, *Normally Open* (NO) atau kondisi awal sebelum diaktifkan *contact* dalam kondisi *open*, dan

*Normally Closed* (NC) atau kondisi awal sebelum diaktifkan *contact* dalam kondisi *closed* [48]. Komponen *relay* bisa dilihat pada gambar 2.25 dibawah ini.



Gambar 2.25 Relay DC

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

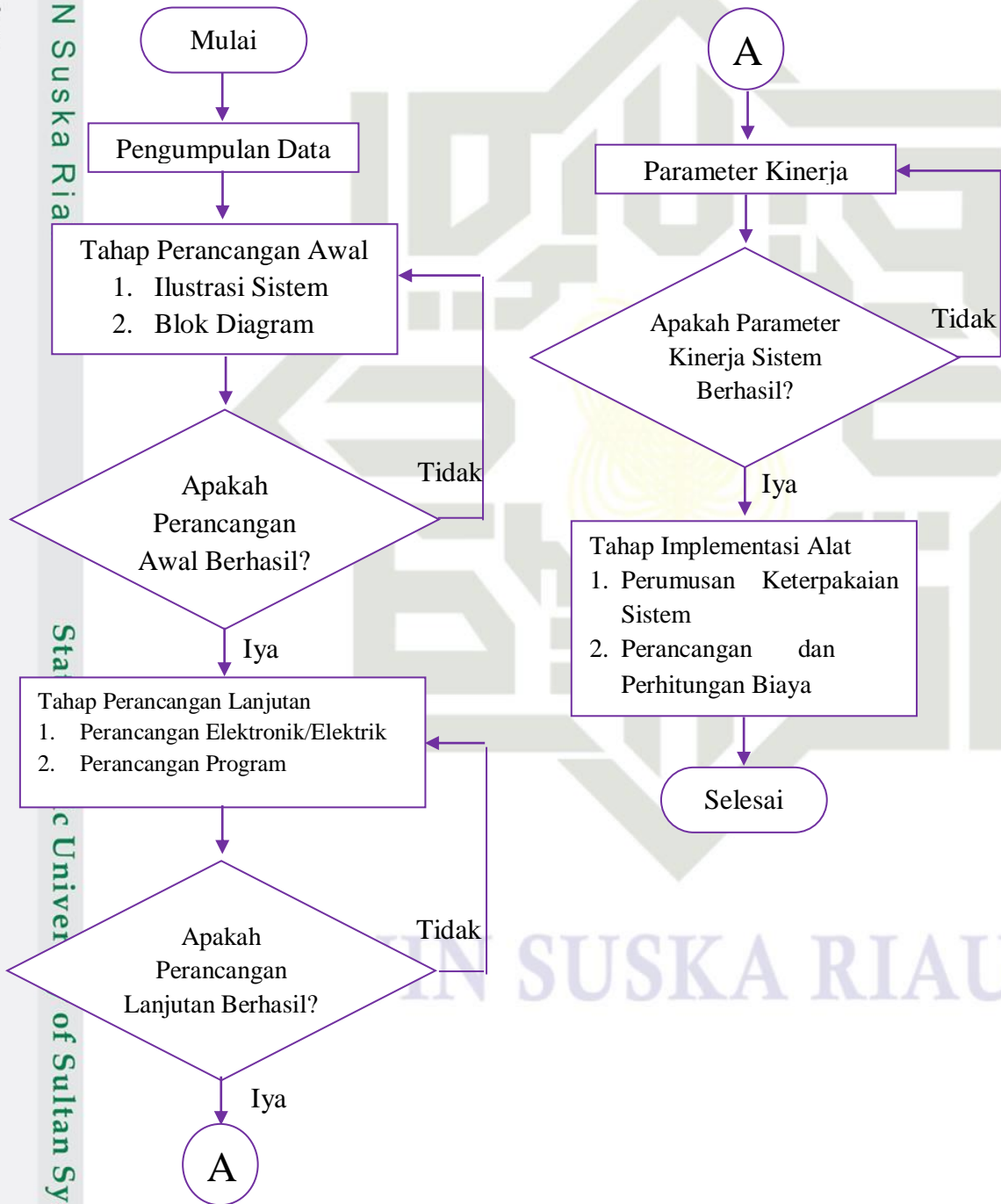
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Proses Alur Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan atau langkah-langkah yang peneliti lakukan mulai dari pengumpulan data hingga tahapan implementasi alat dalam tugas akhir ini. Adapun tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:

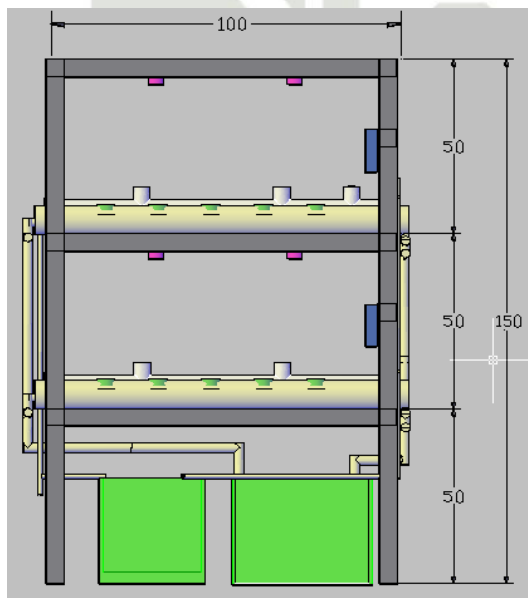


Gambar 3.1 *Flowchart* Proses Alur Penelitian

Tahapan pengumpulan data peneliti lakukan dengan mencari dan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan sistem pertanian *vertical indoor farming* yang didapatkan dari buku, penelitian terdahulu, jurnal, wawancara dan berbagai sumber lainnya yang kemudian dipelajari. Setelah mengumpulkan data-data tersebut, tahapan selanjutnya adalah tahapan perancangan awal yaitu membuat ilustrasi sistem dan blok diagram sistem. Setelah perancangan awal selesai dan berhasil, tahapan selanjutnya adalah perancangan lanjutan dimana peneliti membuat rancangan rangkaian elektrik dan programnya. Perancangan elektrik dibuat berdasarkan dari blok diagram sistem yang telah dibuat sebelumnya, sedangkan perancangan program dibuat berdasarkan data-data yang sebelumnya telah dikumpulkan. Setelah itu peneliti melakukan pengujian terhadap rancangan yang telah dibuat, jika rancangan berhasil dan lolos tahap uji berdasarkan analisa dari parameter kinerja sistem yang telah ditentukan sebelumnya, maka tahapan selanjutnya adalah implementasi alat, dimana tahapan ini akan menentukan perumusan keterpakaian sistem dan membuat perhitungan biaya.

### 3.2. Ilustrasi Sistem

Tahapan perancangan ilustrasi sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak Autocad. Tujuan dari perancangan ilustrasi sistem ini adalah untuk memudahkan pekerjaan dan meminimalisir kesalahan pada pengerjaan prototipe yang dilakukan.



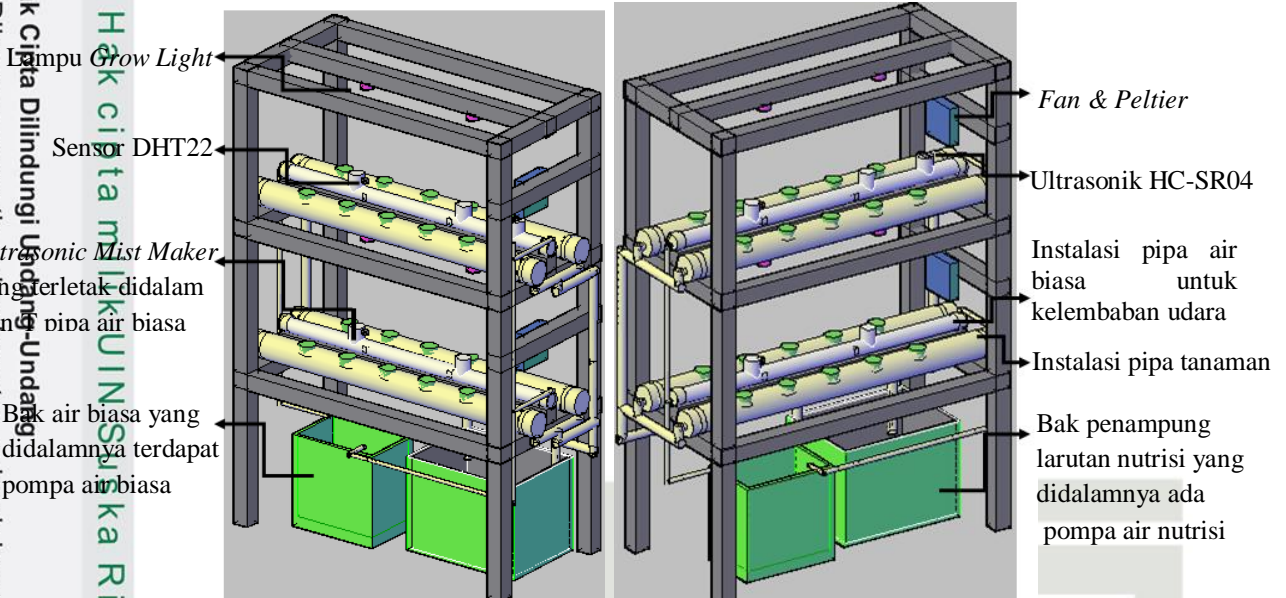
Gambar 3. 2 Desain Sistem Vertical Indoor Farming

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.3 Posisi Komponen Sistem Vertical Indoor Farming

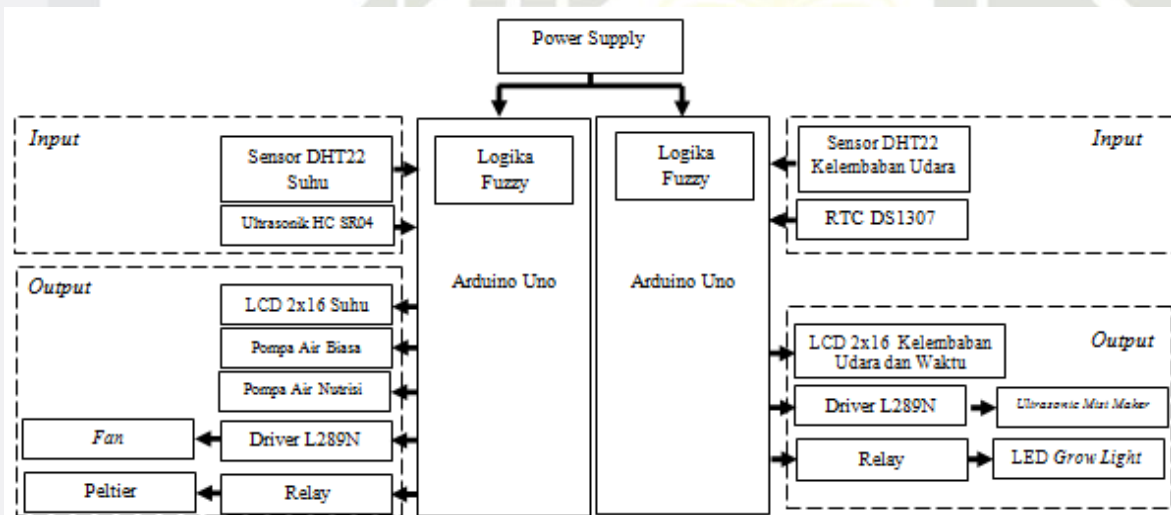
Tabel 3.1. Spesifikasi Desain Sistem Vertical Indoor Farming

No	Bangunan Vertical Indoor Farming	Ukuran (cm)	Bahan
1	Panjang	100 cm	Kayu Broti/Reng 3x4 cm
2	Lebar	50 cm	
3	Tinggi	150 cm	
No	Instalasi Pipa Tanaman	Satuan	Bahan
1	Pipa Tanaman Utama 2 ½ Inch	4 x 100 cm	PVC
2	Pipa Air Input dan Output 1 Inch	400 cm	
3	L Joint	17 Buah	
4	T Joint	5 Buah	PVC
No	Instalasi Pipa Air Biasa	Satuan	Bahan
1	Pipa Air Biasa Utama 2 Inch	2 x 100 cm	PVC
2	Pipa Air Input dan Output ¾ Inch	400 cm	
3	T Join 2 Inch	5 Buah	
4	L Join ¾ Inch	9 Buah	
5	T Join ¾ Inch	2 Buah	

Gambar 3.2 diatas adalah desain dari sistem *vertical indoor farming*. Bangunan terdiri dari dua tingkat tanaman dimana masing-masing tingkatan terdapat dua jalur pipa tanaman dengan jumlah 10 lubang tanaman disetiap tingkatan, dimana spesifikasi bangunan bisa dilihat pada tabel 3.1. Sistem *vertical indoor farming* yang dirancang ini terdapat beberapa komponen yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3, yaitu empat buah lampu *grow light* LED yang berfungsi sebagai sumber cahaya bagi

tanaman. Sensor *ultrasonic* HC-SR04 yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air pada instalasi air biasa. empat buah *ultrasonic mist maker* yang berfungsi untuk menambah nilai kelembaban udara. Dua buah sensor DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembaban udara disekitar tanaman. Pompa air biasa untuk menyalurkan air dari tempat penampung ke saluran pipa air untuk kelembaban udara. dua buah tempat penampung air untuk menampung air biasa dan larutan nutrisi. Instalasi pipa tanaman yang berfungsi sebagai media tempat tanaman dan tempat larutan air mengalir. dua pasang *Exhaust fan* dan peltier yang berfungsi untuk mengubah suhu disekitar tanaman. Selain itu juga ada arduino uno sebagai otak dari sistem, RTC sebagai penjaga waktu nyata, LCD 2x16 sebagai display untuk menampilkan data suhu, kelembaban udara, dan waktu. Selanjutnya ada driver motor L298N untuk mengatur kecepatan putaran *exhaust fan* dan tegangan kerja *ultrasonic mist maker*

### 3.3. Blok Diagram Sistem



Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem *Vertical Indoor Farming*

Gambar 3.3 merupakan gambar blok diagram sistem yang telah dibuat, dimana dibagi menjadi dua bagian yaitu pada bagian kiri merupakan blok diagram sistem untuk pengendalian suhu dan pengairan, sedangkan pada bagian kanan untuk pengendalian kelembaban udara dan cahaya. Prinsip kerja sistem *vertical indoor farming* dibagi menjadi beberapa prinsip kerja yaitu prinsip kerja pengendali cahaya, pengendali suhu dan kelembaban udara dan pengendali pengairan. Prinsip kerja pengendali cahaya yaitu lampu *grow light* LED akan hidup selama 12 jam sehari dimulai dari pukul 06.00 wib hingga 18.00 wib sesuai data waktu dari RTC. Selanjutnya prinsip kerja dari pengendali suhu dan kelembaban udara yaitu sensor DHT22 akan membaca nilai suhu dan kelembaban udara

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

disekitar tanaman. Apabila nilai suhu tidak sama dengan *setpoint* maka *fan* dan *peltier* akan hidup hingga suhu sesuai dengan *setpoint*. Kemudian apabila pembacaan sensor DHT22 nilai kelembaban udara tidak sesuai dengan *setpoint* maka *ultrasonic mist maker* akan hidup hingga kelembaban udara sesuai dengan *setpoint*. Selanjutnya prinsip kerja dari pengendali pengairan adalah pompa air larutan nutrisi akan selalu hidup selama pengujian sistem berlangsung dan pompa air untuk kelembaban udara akan hidup berdasarkan pembacaan ketinggian air pada jalur pipa air biasa yang dibaca oleh sensor ultrasonik. Apabila ketinggian air pada jalur pipa air biasa tidak sesuai dengan *setpoint* maka pompa air biasa akan hidup hingga ketinggian air tersebut sesuai dengan *setpoint*.

### 3.4. Perancangan Sistem Elektronik/Elektrik

#### 3.4.1. Penentuan Komponen

- Arduino uno ATmega328 berjumlah dua buah digunakan sebagai sistem pengolah data input/output cahaya, suhu, kelembaban udara dan pengairan.
- Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi ketinggian air pada saluran pipa air biasa.
- Sensor DHT22 digunakan sebagai pendeteksi nilai suhu dan kelembaban udara disekitar tanaman.
- RTC DS1307 digunakan untuk menjaga data waktu.
- Grow light LED sebagai sumber cahaya bagi tanaman.
- LCD (*Liquid crystal display*) 2x16 digunakan sebagai display data suhu, kelembaban udara dan waktu.
- Pompa air digunakan untuk mengalirkan air biasa dan larutan nutrisi.
- Ultrasonic mist maker* digunakan untuk menambah kelembaban udara disekitar tanaman.
- Exhaust fan* dan *Peltier* digunakan untuk mengubah nilai suhu disekitar tanaman.
- Power supply* digunakan sebagai sumber daya arduino uno ATmega328.

#### 3.4.2. Skema Rangkaian

Skema rangkaian pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, hal ini dikarenakan pin *input* dan *ouput* pada satu buah arduino uno tidak mencukupi untuk semua komponen yang akan digunakan, selain itu juga bertujuan untuk membagi program menjadi dua agar lebih memudahkan dalam melakukan pemrograman pada arduino uno tersebut.

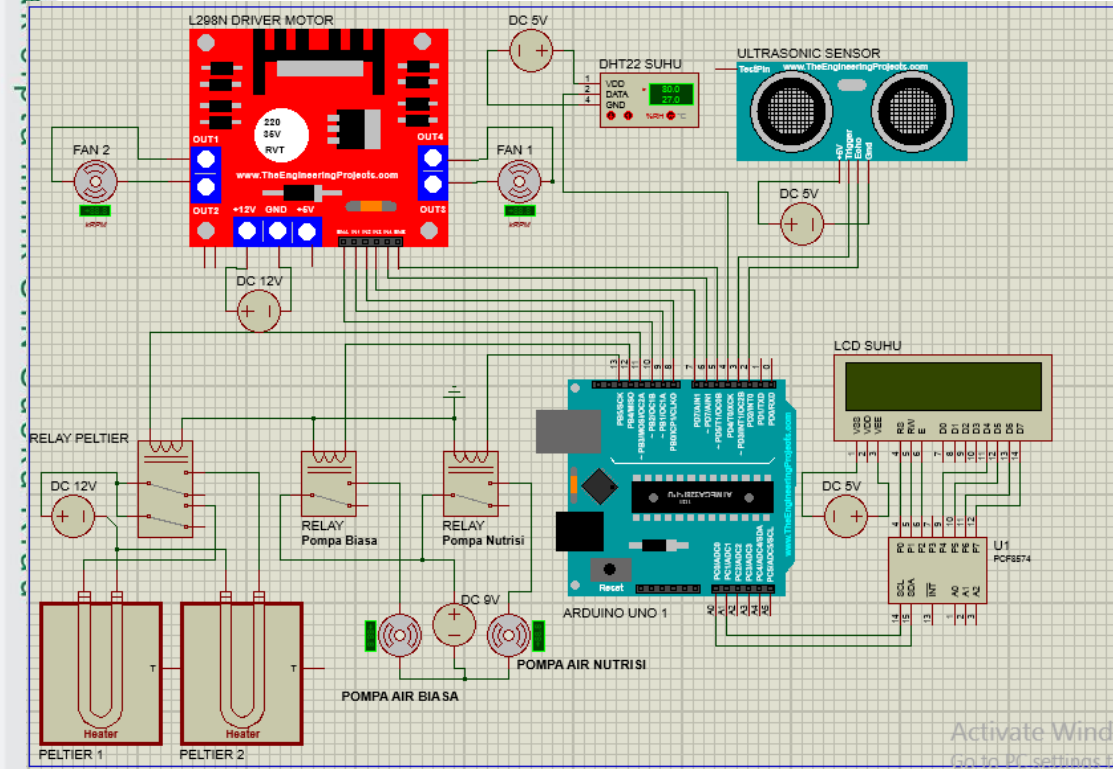
1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

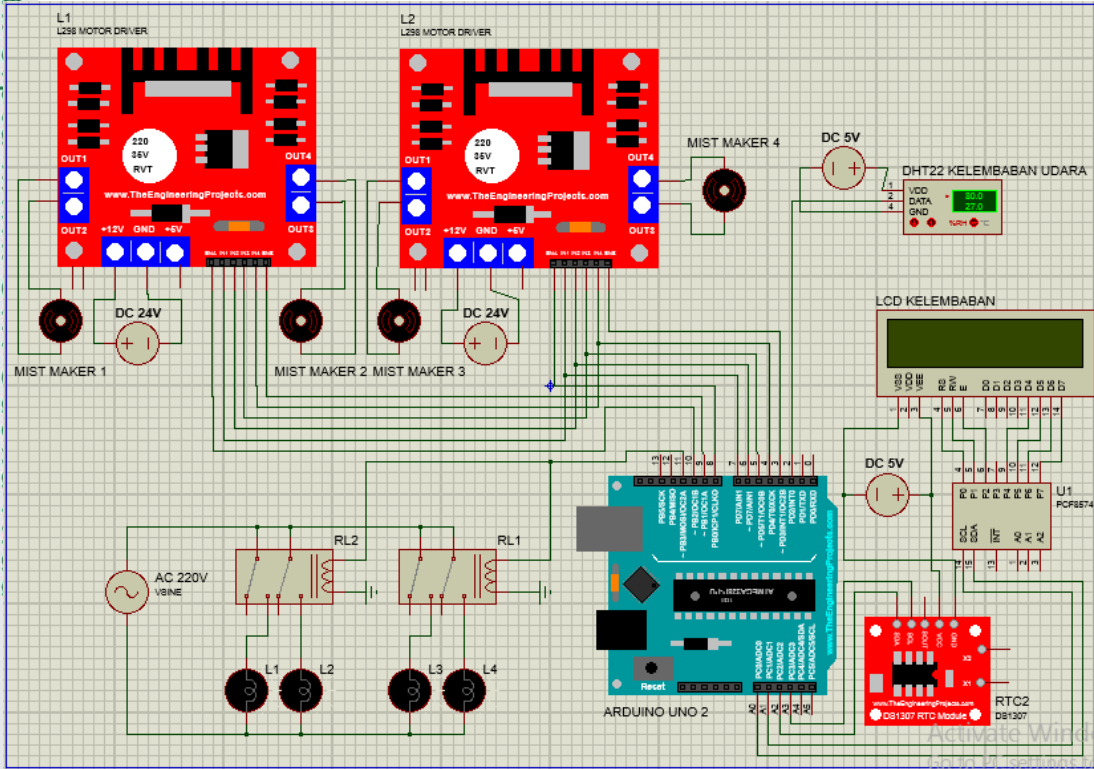


Gambar 3.5 Skema Rangkaian Suhu dan Pengairan

Gambar 3.4 diatas merupakan skema rangkaian bagian pertama yang merupakan rangkaian untuk mengendalikan suhu tanaman dan pengairan untuk *ultrasonic mist maker*. Sensor DHT22 yang berfungsi untuk membaca nilai suhu pada tanaman dan sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air yang dibutuhkan oleh *ultrasonic mist maker* langsung dihubungkan ke Arduino uno sebagai *signal input*. *Driver motor* L298N berfungsi untuk mengatur kecepatan putar *fan* dengan mengontrol tegangan masuk pada *fan* tersebut sesuai dengan yang ditruksikan berfungsi sebagai output arduino uno. Selain itu Relay juga berfungsi sebagai *output* arduino uno yang bertujuan untuk menghidupkan peltier yang memiliki tegangan kerja yang berbeda dengan tegangan *output* arduino uno. Selanjutnya pompa air biasa juga sebagai *output* yang berfungsi untuk menambah air pada jalur pipa air biasa *ultrasonic mist maker* dan pompa air nutrisi yang berfungsi untuk mengalirkan larutan nutrisi ke tanaman. LCD berfungsi sebagai display yang akan menampilkan data suhu yang dibaca oleh DHT22.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Skema Rangkaian Kelembaban Udara dan Cahaya.



Gambar 3. 6 Skema Rangkaian Kelembaban Udara dan Cahaya

Gambar 3.5 diatas merupakan skema rangkaian bagian kedua yang merupakan rangkaian untuk mengendalikan kelembaban udara dan cahaya untuk tanaman. Sensor DHT22 yang berfungsi untuk membaca nilai kelembaban udara pada tanaman dan RTC yang berfungsi untuk menjaga waktu dihubungkan ke Arduino uno sebagai sinyal *input*. *Driver motor* L298N berfungsi untuk mengontrol tegangan masuk pada *ultrasonick mist maker* sesuai dengan yang ditruksikan berperan sebagai sinyal output arduino uno. Selanjutnya Relay juga berperan sebagai *output* arduino uno yang bertujuan untuk menghidupkan lampu *grow light LED* yang memiliki sumber tegangan yang berbeda dengan tegangan *output* arduino uno. LCD berfungsi sebagai display yang akan menampilkan data kelembaban udara yang dibaca oleh DHT22 dan status keadaan lampu *grow light LED*.

### 3.5. Perancangan Program

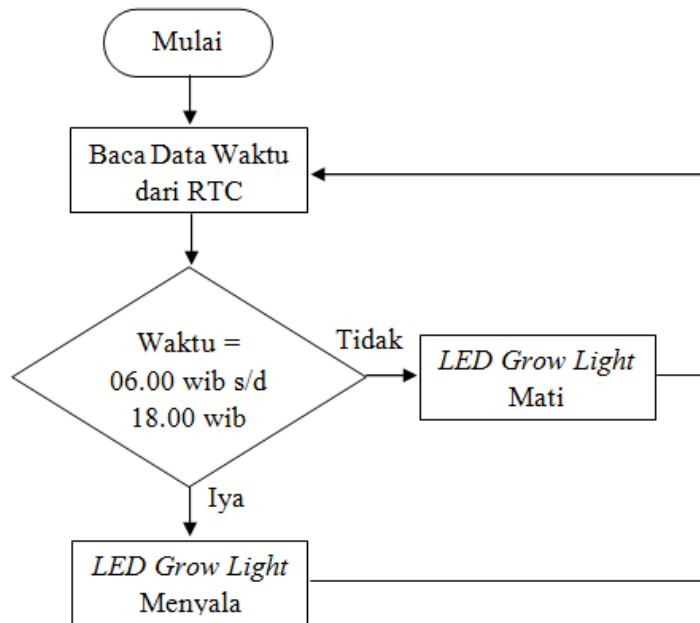
#### 3.5.1. Perancangan perangkat Lunak

Parameter yang akan dikendalikan pada penelitian ini terbagi menjadi empat, yaitu cahaya, suhu, kelembaban udara dan pengairan. Berikut ini akan dijelaskan tentang flowchart program kendali parameter yang akan dikendalikan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

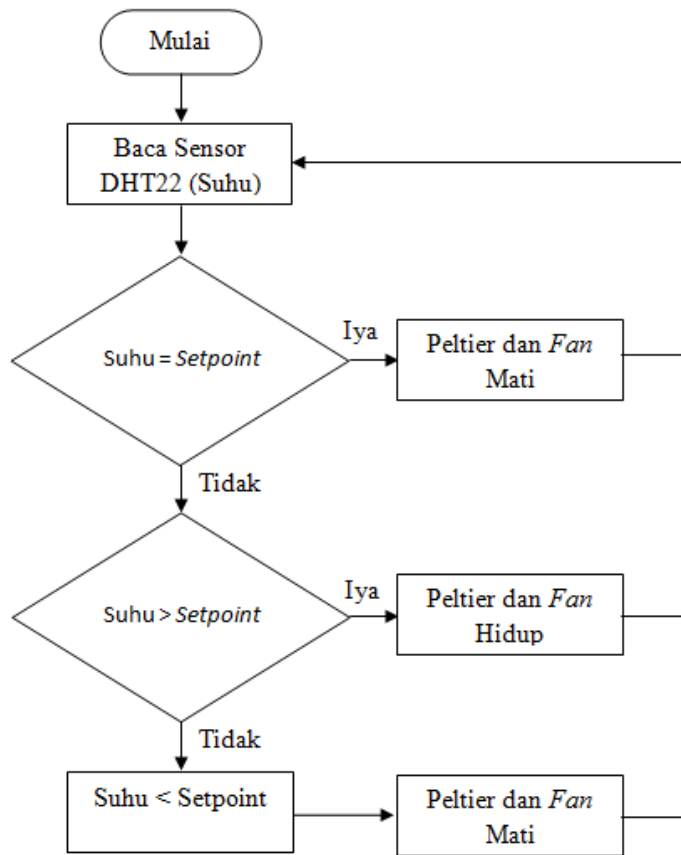
### Perancangan Perangkat Lunak Kendali Cahaya



Gambar 3.7 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Kendali Cahaya

Berdasarkan gambar 3.6 diatas, kondisi hidup dan matinya lampu *grow light* LED bergantung pada pembacaan waktu pada RTC. Lampu *grow light* LED akan menyala selama 12 jam setiap harinya dimulai pada pukul 06.00 wib sampai dengan pukul 18.00 wib, selain pada waktu tersebut maka lampu *grow light* LED akan mati. Pemilihan waktu lampu *grow light* LED menyala didasarkan pada waktu nyata sinar matahari menyinari bumi dan lama hidupnya lampu *grow light* berdasarkan berapa lama kebutuhan tanaman sawi hijau terhadap cahaya.

## Perancangan Perangkat Lunak Kendali Suhu



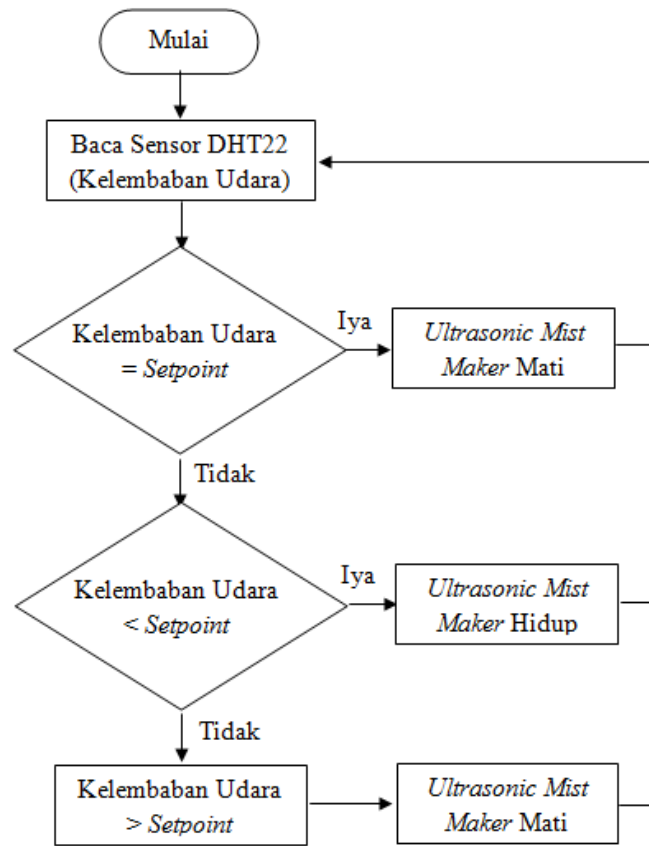
Gambar 3.8 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Kendali Suhu

Berdasarkan gambar 3.7, sensor DHT22 akan membaca suhu tanaman, dimana apabila suhu tanaman sesuai *setpoint*, yaitu 18°C maka peltier dan *fan* akan mati. Selanjutnya apabila suhu melebihi *setpoint*, maka peltier dan *fan* akan hidup untuk menurunkan suhu hingga sesuai dengan *setpoint*. Kemudian apabila pembacaan sensor DHT22, suhu kurang dari *setpoint* maka peltier dan *fan* akan mati. Dalam menaikkan suhu pada sistem ini tidak dibutuhkan, hal ini dikarenakan tanaman sawi termasuk tanaman cuaca dingin dimana dapat beradaptasi dengan baik pada suhu rendah, selain itu dengan kondisi suhu di provinsi Riau, data suhu minimum yang tercatat oleh BPS provinsi Riau adalah 20,4°C pada tahun 2019. Pemilihan batasan 18°C berdasarkan syarat suhu tanaman sawi dapat tumbuh dengan baik, yaitu dari rentang 15.8°C sampai dengan 21.1 °C yang lalu kemudian diambil nilai tengah yaitu 18°C.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### Perancangan Perangkat Lunak Kendali Kelembaban Udara



Gambar 3.9 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Kelembaban Udara

Gambar 3.8 diatas merupakan *flowchart* perancangan perangkat lunak kelembaban udara dimana dimulai dari sensor DHT22 akan membaca nilai kelembaban udara tanaman, apabila kelembaban udara sesuai *setpoint* yaitu 85%, maka *ultrasonic mist maker* akan mati. Jika kelembaban udara kurang dari *setpoint*, maka *ultrasonic mist maker* akan hidup untuk menaikkan nilai kelembaban udara hingga sesuai dengan *setpoint*. Selanjutnya apabila kelembaban udara melebihi dari *setpoint*, maka *ultrasonic mist maker* akan tetap mati, hal ini dikarenakan kelembaban udara yang dibutuhkan oleh tanaman sawi adalah 80% hingga 90%, sehingga apabila kelembaban udara melebihi *setpoint* maka tidak perlu dilakukan penurunan kelembaban udara dikarenakan masih dalam batas sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman sawi.

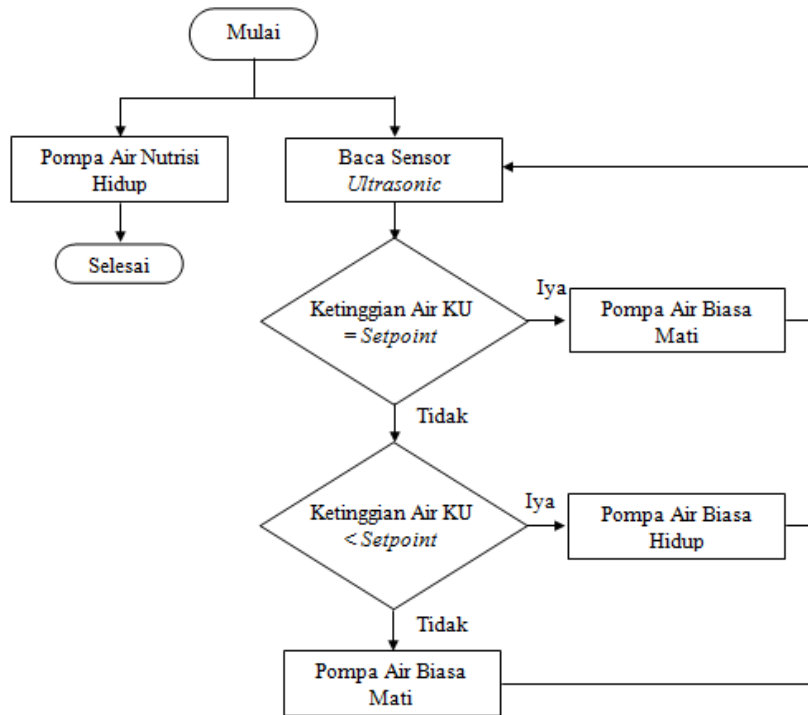
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Perancangan Perangkat Lunak Kendali Pengairan



Gambar 3.10 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Pengairan

Pada pengendali pengairan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9, pompa air nutrisi akan selalu hidup selama sistem berjalan dan untuk pompa air biasa bergantung pada pembacaan sensor ultrasonik. Dengan *setpoint* jarak air ke sensor ultrasonik adalah 6 cm s/d 8 cm, maka apabila pembacaan sensor ultrasonik lebih dari 8 cm maka pompa air biasa akan hidup, dan ketika jarak menyentuh angka 6 cm maka pompa air biasa akan mati. Selanjutnya ketika jarak kurang dari 6 cm maka tidak terjadi apa-apa, hal ini dikarenakan air yang berlebih akan otomatis disalurkan kembali ke bak air biasa melalui jalur output pipa air biasa.

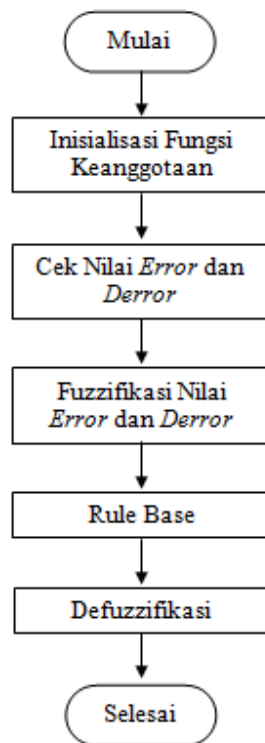
#### 3.5.2. Perancangan Logika Fuzzy pada Sistem

Logika fuzzy merupakan pengendali yang dapat mengatasi dinamika proses yang kompleks dan rumit dengan tanpa harus mengetahui model matematika seperti pada logika konvensional. Gagasan kunci logika fuzzy adalah mengembangkan suatu kerangka yang variabel utamanya ketidakpastian presisi (*Imprecision*). Dimana suatu fungsi yang mengekspresikan derajat kepemilikan suatu himpunan dilambangkan terhadap suatu harga antara 0 sampai 1. Logika fuzzy mengolah informasi dari variabel numerik menjadi variabel linguistik. Pengendali logika fuzzy dirancang untuk mengatur besarnya variabel tegangan *output* dengan *input* berupa variabel *error* dan variabel *delta error*. Variabel

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

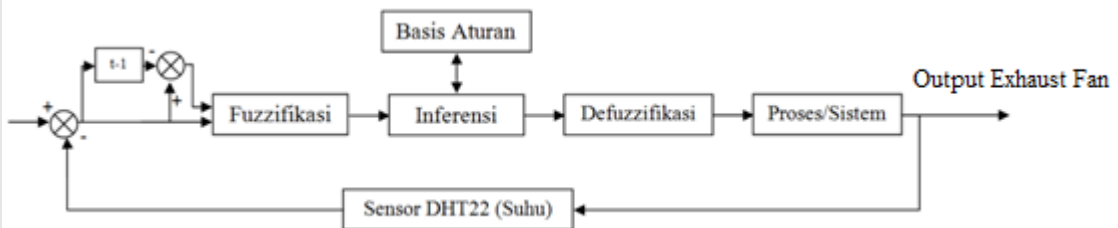
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*error* didefinisikan sebagai selisih antara nilai terukur dikurangi dengan nilai *set point*, sedangkan variabel *deror* didefinisikan sebagai selisih nilai *error* sekarang dikurangi dengan nilai *error* sebelumnya. Untuk mendapatkan nilai *error*, maka dilakukan pengukuran pada pembacaan sensor pada sistem, setelah data-data didapatkan tahapan selanjutnya adalah melakukan tahapan Fuzzifikasi, pembentukan *rules base* dan tahapan defuzzifikasi. Adapun tahapan perancangan Logika Fuzzy bisal dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini:



Gambar 3.11 Flowchart Perancangan Logika Fuzzy pada Sistem

**Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Suhu**



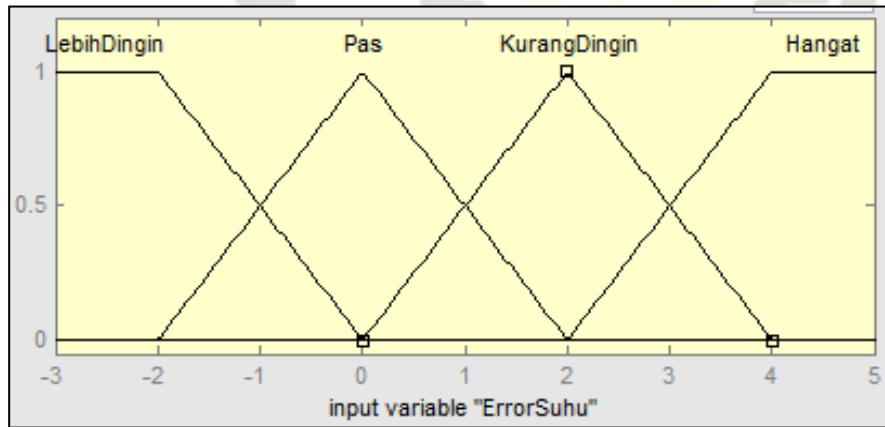
Gambar 3.12 Blok Diagram Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Suhu

Seperti yang terlihat pada gambar 3.11, perancangan sistem kendali fuzzy pada suhu menggunakan satu buah sensor suhu yaitu DHT22 yang berfungsi sebagai *input* pengendali. *Output* dari sistem kendali ini adalah nilai PWM yang akan digunakan untuk mengatur kecepatan putar *exhaust fan*.

### Fuzzifikasi

Tahapan fuzzifikasi merupakan proses pembentukan himpunan fuzzy untuk setiap variabel yang akan diproses pada sistem logika fuzzy. Tahapan pertama dalam fuzzifikasi yang dilakukan adalah mengumpulkan data berdasarkan pengamatan terhadap sistem yang akan dikendalikan. Selanjutnya mengelompokkan data-data yang berupa nilai tersebut kedalam variabel bahasa (*language variabel*) yang ditentukan berdasarkan pengalaman perancang. Ketika melakukan pengelompokan ini, secara definisi perancang melakukan pengaturan (*adjustment*) terhadap fungsi keanggotaan untuk setiap variabel bahasa yang ditentukan. Terdapat tiga variabel pada sistem kendali ini yaitu dua variabel *input* (*error* dan *derror*) dan variabel *output*.

*Input error* suhu pengendali fuzzy didapat dari selisih antara *setpoint* suhu di kurang nilai suhu keluaran sistem (nilai suhu pembacaan sensor). *Setpoint* pada pengendalian suhu adalah 18°C dengan batas bawah 16°C dan batas atas 20°C. Variabel *input error* ini terdiri dari empat buah fungsi keanggotaan yaitu LebihDingin, Pas, KurangDingin, dan Hangat seperti yang terlihat pada gambar 3.12. Pemilihan empat buah fungsi keanggotaan ini didapat dari penelitian awal, dengan menggunakan empat buah fungsi keanggotaan ini sudah dapat mengendalikan perubahan suhu yang signifikan baik pada kondisi batas bawah dan batas atas yang diperbolehkan.



Gambar 3.13 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel Error Suhu

$$\mu_{\text{LebihDingin}} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq (-2) \\ \frac{(0-x)}{(0-(-2))} & ; & (-2) \leq x \leq 0 \\ 0 & ; & x \geq 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

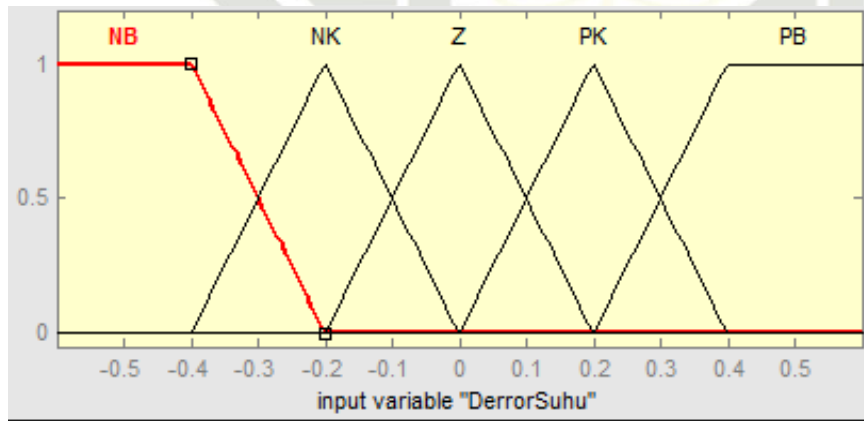
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_{Pas} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq (-2) \text{ atau } x \geq 2 \\ \frac{(x-(-2))}{(0-(-2))} & ; & (-2) \leq x \leq 0 \\ \frac{(2-x)}{(2-0)} & ; & 0 \leq x \leq 2 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_{KurangDingin} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{(x-0)}{(2-0)} & ; & 0 \leq x \leq 2 \\ \frac{(4-x)}{(4-2)} & ; & 2 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\mu_{Hangat} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 2 \\ \frac{(x-2)}{(4-2)} & ; & 2 \leq x \leq 4 \\ 1 & ; & x \geq 4 \end{cases} \quad (3.4)$$

Variabel *input* yang kedua yaitu variabel *derror* suhu. Nilai keanggotaan variabel *derror* didapatkan berdasarkan respon sensor suhu terhadap perubahan suhu pada sistem. Sesuai dengan hasil pengamatan maka nilai variabel *derror* yaitu -0.4 sampai dengan 0.4 dan memiliki 5 keanggotaan *delta error* dikarenakan perubahan nilai *delta error* sangat kecil sehingga ditentukan dengan 5 keanggotaan yaitu Negatif Besar (NB), Negatif Kecil (NK), Zero (Z), Positif Kecil (PK) dan Positif Besar (PB) seperti yang terlihat pada gambar 3.13 dibawah ini: .



Gambar 3.14 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel Derror Suhu

$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq (-0.4) \\ \frac{((-0.2)-x)}{((-0.2)-(-0.4))} & ; & (-0.4) \leq x \leq (-0.2) \\ 0 & ; & x \geq (-0.2) \end{cases} \quad (3.5)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

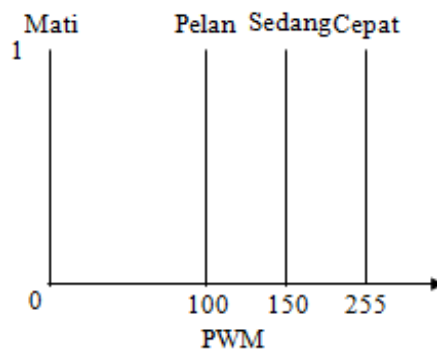
$$\mu_{NK} = \begin{cases} 0 & ; x \leq (-0.4) \text{ atau } x \geq 0 \\ \frac{(x-(-0.4))}{((-0.2)-(-0.4))} & ; (-0.4) \leq x \leq (-0.2) \\ \frac{(0-x)}{(0-(-0.2))} & ; (-0.2) \leq x \leq 0 \end{cases} \quad (3.6)$$

$$\mu_z = \begin{cases} 0 & ; x \leq (-0.2) \text{ atau } x \geq 0.2 \\ \frac{(x-(-0.2))}{(0-(-0.2))} & ; (-0.2) \leq x \leq 0 \\ \frac{(0.2-x)}{(0.2-0)} & ; 0 \leq x \leq 0.2 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu_{BK} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 0.4 \\ \frac{(x-0)}{(0.2-0)} & ; 0 \leq x \leq 0.2 \\ \frac{(0.2-x)}{(0.4-0.2)} & ; 0.2 \leq x \leq 0.4 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\mu_{PB} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 0.2 \\ \frac{(x-0.2)}{(0.4-0.2)} & ; 0.2 \leq x \leq 0.4 \\ 1 & ; x \geq 0.4 \end{cases} \quad (3.9)$$

Selanjutnya, variabel *output* pada kendali ini adalah PWM yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan putaran *exhaust fan* yang dibagi menjadi empat buah fungsi keanggotaan yaitu Mati, Pelan, Sedang, dan Cepat yang dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini:



Gambar 3.15 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy *Output* Suhu

b. **Rules-base dan Inferensi**

Pemetaan variabel fuzzy *input* kepada variabel fuzzy *output* dilakukan dengan cara menentukan aturan (*rules*) untuk semua kemungkinan. Tahapan pembentukan *rules base* dilakukan dengan penalaran keputusan yang dirancang berdasarkan kebutuhan yang dilakukan dengan pendekatan intuitif dan berdasarkan pengamatan. Prinsip pendekatan dalam merancang basis aturan fuzzy pada penelitian ini adalah

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menggunakan metode deterministik. Pemilihan metode deterministik adalah karena perancang melakukan identifikasi struktur dan parameter sistem serta melakukan penganalisaan data terlebih dahulu sebelum merancang basis aturan fuzzy. Metode inferensi yang dipakai adalah sugeno, metode pengambilan keputusan (inferensi) yang digunakan dalam pemrograman ini adalah metode *Min-Max*.

Tabel 3.2 Pembentukan *Rule-Base* Kendali Logika Fuzzy Suhu

<i>Error</i> <i>Derror</i>	LebihDingin	Pas	KurangDingin	Hangat
<b>NB</b>	Mati	Mati	Pelan	Sedang
<b>NK</b>	Mati	Mati	Pelan	Sedang
<b>Z</b>	Mati	Mati	Sedang	Sedang
<b>PK</b>	Pelan	Pelan	Sedang	Cepat
<b>PB</b>	Sedang	Sedang	Cepat	Cepat

Berdasarkan tabel 3.2 proses kendali Fuzzy suhu menggunakan 20 aturan sebagai berikut:

1. IF *Error* = LebihDingin and *Derror* = NB Then *output* = Mati.
2. IF *Error* = LebihDingin and *Derror* = NK Then *output* = Mati.
3. IF *Error* = LebihDingin and *Derror* = Z Then *output* = Mati.
4. IF *Error* = LebihDingin and *Derror* = PK Then *output* = Pelan.
5. IF *Error* = LebihDingin and *Derror* = PB Then *output* = Sedang.
6. IF *Error* = Pas and *Derror* = NB Then *output* = Mati.
7. IF *Error* = Pas and *Derror* = NK Then *output* = Mati.
8. IF *Error* = Pas and *Derror* = Z Then *output* = Mati.
9. IF *Error* = Pas and *Derror* = PK Then *output* = Pelan.
10. IF *Error* = Pas and *Derror* = PB Then *output* = Sedang.
11. IF *Error* = KurangDingin and *Derror* = NB Then *output* = Pelan.
12. IF *Error* = KurangDingin and *Derror* = NK Then *output* = Pelan.
13. IF *Error* = KurangDingin and *Derror* = Z Then *output* = Sedang.
14. IF *Error* = KurangDingin and *Derror* = PK Then *output* = Sedang.
15. IF *Error* = KurangDingin and *Derror* = PB Then *output* = Cepat.
16. IF *Error* = Hangat and *Derror* = NB Then *output* = Sedang.
17. IF *Error* = Hangat and *Derror* = NK Then *output* = Sedang.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

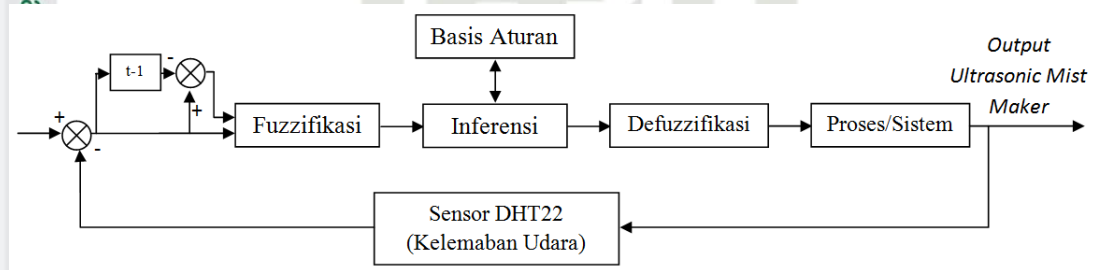
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

18. IF *Error* = Hangat and *Derror* = Z Then *output* = Sedang.
19. IF *Error* = Hangat and *Derror* = PK Then *output* = Cepat.
20. IF *Error* = Hangat and *Derror* = PB Then *output* = Cepat.

**Defuzzifikasi**

Proses defuzzifikasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu logika fuzzy sugeno dengan menggunakan metode *weighted average* (WA). Metode sugeno tidak memerlukan waktu untuk defuzzifikasi karena hasil akhirnya WA adalah suatu nilai *crisp*.

**Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Kelembaban Udara**

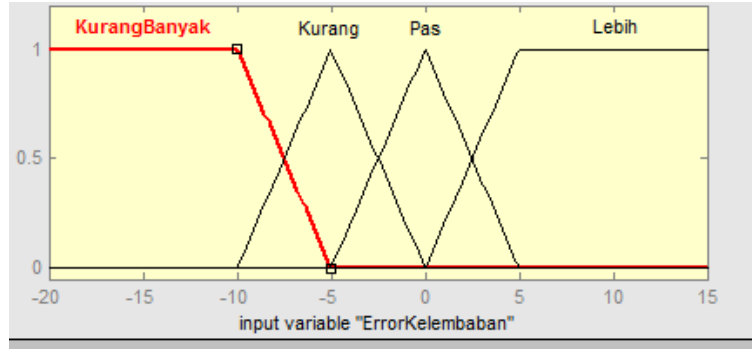


Gambar 3.16 Blok Diagram Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Kelembaban Udara

Seperti yang terlihat pada gambar 3.15, perancangan sistem kendali fuzzy pada kelembaban udara menggunakan satu buah sensor kelembaban yaitu DHT22 yang berfungsi sebagai *input* pengendali. *Output* dari sistem kendali ini adalah nilai PWM yang akan digunakan untuk mengatur tegangan *ultrasonic mist maker*.

**Fuzzifikasi**

Tahapan fuzzifikasi pada pengendali kelembaban udara terdapat tiga variabel yaitu dua variabel *input* (*error* dan *derror*) dan sebuah variabel *output*. Variabel *Input error* kelembaban udara pengendali fuzzy didapat dari selisih antara *setpoint* kelembaban udara di kurang nilai kelembaban udara keluaran sistem (nilai kelembaban udara pembacaan sensor). *Setpoint* pada pengendalian kelembaban udara adalah 85% dengan batas bawah 80%°C dan batas atas 100°C. Seperti yang terdapat pada gambar 3.16, variabel *input error* ini terdiri dari empat buah fungsi keanggotaan yaitu KurangBanyak, Kurang, Pas, dan Lebih.



Gambar 3.17 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel *Error* Kelembaban Udara

$$\mu_{KurangBanyak} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq (-10) \\ \frac{((-10)-x)}{((-5)-(-10))} & ; & (-10) \leq x \leq (-5) \\ 0 & ; & x \geq (-5) \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\mu_{Kurang} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq (-10) \text{ atau } x \geq 0 \\ \frac{(x-(-5))}{((-5)-(-10))} & ; & (-10) \leq x \leq (-5) \\ \frac{(0-x)}{(0-(-5))} & ; & (-5) \leq x \leq 0 \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\mu_{Pas} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq (-5) \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{(x-(-5))}{(0-(-5))} & ; & (-5) \leq x \leq 0 \\ \frac{(5-x)}{(5-0)} & ; & 0 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad (3.12)$$

$$\mu_{Lebih} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 0 \\ \frac{(x-0)}{(5-0)} & ; & 0 \leq x \leq 5 \\ 1 & ; & x \geq 5 \end{cases} \quad (3.13)$$

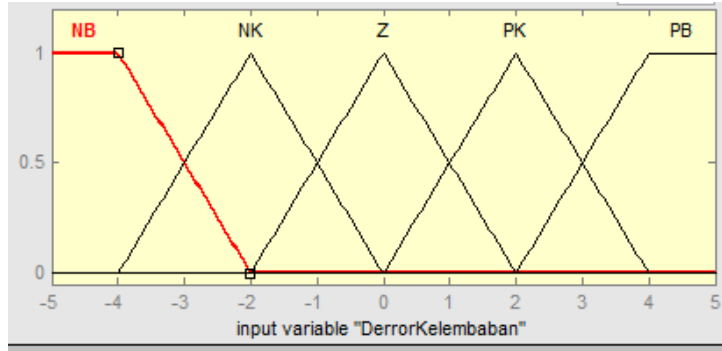
Variabel *input* yang kedua yaitu variabel *derror* kelembaban. Nilai keanggotaan variabel *derror* didapatkan berdasarkan respon sensor kelembaban udara terhadap perubahan kelembaban pada sistem. Sesuai dengan hasil pengamatan maka rentang nilai variabel *derror* yaitu -5 sampai dengan 5 dan memiliki 5 keanggotaan *delta error* yaitu Negatif Besar (NB), Negatif Kecil (NK), Zero (Z), Positif Kecil (PK) dan Positif Besar (PB) seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.17.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.18 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel *Derror*

Kelembaban Udara

$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq (-4) \\ \frac{((-2)-x)}{((-2)-(-4))} & ; & (-4) \leq x \leq (-2) \\ 0 & ; & x \geq (-2) \end{cases} \quad (3.14)$$

$$\mu_{NK} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq (-4) \text{ atau } x \geq 0 \\ \frac{(x-(-4))}{((-2)-(-4))} & ; & (-4) \leq x \leq (-2) \\ \frac{(0-x)}{(0-(-2))} & ; & (-2) \leq x \leq 0 \end{cases} \quad (3.15)$$

$$\mu_Z = \begin{cases} 0 & ; & x \leq (-2) \text{ atau } x \geq 2 \\ \frac{(x-(-2))}{(0-(-2))} & ; & (-2) \leq x \leq 0 \\ \frac{(2-x)}{(2-0)} & ; & 0 \leq x \leq 2 \end{cases} \quad (3.16)$$

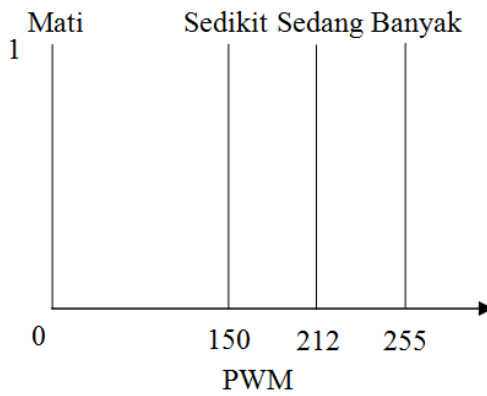
$$\mu_{PK} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{(x-0)}{(2-0)} & ; & 0 \leq x \leq 2 \\ \frac{(2-x)}{(4-2)} & ; & 2 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (3.17)$$

$$\mu_{PB} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 2 \\ \frac{(x-2)}{(4-2)} & ; & 2 \leq x \leq 4 \\ 1 & ; & x \geq 4 \end{cases} \quad (3.18)$$

Selanjutnya, variabel *output* pada kendali ini adalah PWM yang berfungsi untuk mengendalikan tegangan dari *ultrasonic mist maker* yang dibagi menjadi empat buah fungsi keanggotaan yaitu Mati, Sedikit, Sedang, dan Banyak yang dapat dilihat pada gambar 3.18 dibawah ini:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.19 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Output Kelembaban Udara.

**Rules-base dan Inferensi**

Perancangan sistem kendali fuzzy pada kelembaban udara ini juga menggunakan metode deterministik dan metode inferensi yang dipakai adalah sugeno, metode pengambilan keputusan (inferensi) yang digunakan dalam pemograman ini adalah metode *Min-Max*.

Tabel 3.3 Pembentukan *Rule-Base* Kendali Logika Fuzzy Kelembaban Udara

<i>Error</i> / <i>Derror</i>	KurangBanyak	Kurang	Pas	Lebih
<b>NB</b>	Banyak	Banyak	Sedang	Sedikit
<b>NK</b>	Banyak	Sedang	Sedikit	Sedikit
<b>Z</b>	Sedang	Sedang	Sedikit	Mati
<b>PK</b>	Sedang	Sedang	Mati	Mati
<b>PB</b>	Sedikit	Sedikit	Mati	Mati

Berdasarkan tabel 3.3 proses kendali fuzzy suhu menggunakan 20 aturan sebagai berikut:

21. IF *Error* = KurangBanyak and *Derror* = NB Then *output* = Banyak.
22. IF *Error* = KurangBanyak and *Derror* = NK Then *output* = Banyak.
23. IF *Error* = KurangBanyak and *Derror* = Z Then *output* = Sedang.
24. IF *Error* = KurangBanyak and *Derror* = PK Then *output* = Sedang.
25. IF *Error* = KurangBanyak and *Derror* = PB Then *output* = Sedikit.
26. IF *Error* = Kurang and *Derror* = NB Then *output* = Banyak.
27. IF *Error* = Kurang and *Derror* = NK Then *output* = Sedang.

**c. Defuzzifikasi**

Proses defuzzifikasi yang dilakukan pada perancangan sistem kendali fuzzy pada kelembaban udara ini yaitu logika fuzzy sugeno dengan menggunakan metode *weighted average* (WA). Metode sugeno tidak memerlukan waktu untuk defuzzifikasi karena hasil akhirnya WA adalah suatu nilai *crisp*.

**3.6 Parameter Kinerja Sistem**

Parameter Kinerja Sistem bertujuan untuk menentukan parameter apa saja yang akan dianalisis, menjelaskan metode yang digunakan untuk menganalisis dan merumuskan pengolahan data yang akan dilakukan dalam menunjang proses analisis. Pada penelitian ini memiliki dua parameter yang akan dianalisis, yaitu *setpoint* dan pertumbuhan tanaman. Masing-masing parameter ini memiliki beberapa variabel, yaitu variabel suhu, kelembaban udara, cahaya dan pengairan, serta variabel tinggi batang dan jumlah daun tanaman sawi hijau pada pertumbuhan tanaman.

**3.6.1 Metode Penelitian dan Pengumpulan Data.**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen ini termasuk dalam golongan kuantitatif dimana merupakan suatu metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain atau menguji sebab dan akibat antara variabel satu dengan variabel lainnya. Selanjutnya,

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis parameter sistem yaitu metode observasi (pengamatan). Data yang dikumpulkan dijelaskan menjadi beberapa bagian, yaitu:

### 1. Sumber Data

#### a. Sumber Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengamatan langsung kepada sistem yang telah dibuat, kemudian dianalisa. Pengumpulan data primer didapatkan dengan cara mencatat hasil pembacaan suhu, kelembaban udara, waktu cahaya, tinggi batang dan jumlah daun.

#### b. Sumber Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder yaitu melakukan penelitian berdasarkan literatur terkait penelitian yang akan dilakukan.

### 2. Tahap Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk menguji seberapa besar kinerja alat dan untuk mengetahui hasil dari kerja alat tersebut.

### 3.6.2. Pengujian Sistem dan Pengolahan Data

Pengujian sistem ini dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan sistem. Setelah pengambilan dan pengumpulan data maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data dan melakukan pengujian sistem untuk melihat bagaimana hasilnya terhadap parameter-parameter sistem yang telah ditentukan. Berdasarkan parameter sistem yang akan dianalisis, maka ada dua macam pula cara yang akan dilakukan untuk mengolah data, yaitu sebagai berikut:

#### a. Mempertahankan Nilai *Setpoint*

Pada parameter ini, terdapat variabel suhu dan kelembaban udara yang akan dianalisis. Kedua variabel ini dikendalikan menggunakan pengendali fuzzy metode sugeno. Pengendali fuzzy dirancang menggunakan matlab 2014a. Kemudian dilakukan perhitungan nilai *error*, *derror*, *output*, dan defuzzifikasi menggunakan rumus sehingga didapatkan nilainya. Selanjutnya dibuat program fuzzy pada arduino dan dilakukan pengujian program. Kemudian dilakukan pengamatan selama 25 hari, hasil pengukuran nilai suhu dan kelembaban udara yang diperoleh dari pembacaan sensor DHT22 akan ditampilkan pada LCD dan dicatat pada tabel 3.4. Selanjutnya untuk cahaya, sistem menggunakan RTC untuk menjaga lama waktu *on/off grow light* LED sesuai dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang dibutuhkan oleh tanaman. Selanjutnya akan dibandingkan dengan alat tanpa pengendali.

#### **b. Meningkatkan pertumbuhan tanaman**

Dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, variabel yang akan dianalisa yaitu tinggi batang dan jumlah daun tanaman sawi. Pengukuran tinggi batang tanaman dilakukan menggunakan penggaris, sedangkan untuk menghitung jumlah daun tanaman sawi dilakukan secara langsung. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan selama 25 Hari. Hasil pengukuran dan perhitungan akan dicatat pada tabel, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan tanaman tanpa menggunakan pengendali.

#### **Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 3.7 Perumusan Keterpakaian Sistem

*Vertical indoor farming* adalah salah satu metode pertanian yang menjadi solusi untuk tetap dapat melakukan kegiatan bercocok tanam walaupun kondisi cuaca tidak atau kurang sesuai bagi tanaman, serta juga menjadi solusi untuk meningkatkan hasil panen dengan lahan yang terbatas. Namun dikarenakan metode tanamnya didalam ruangan, maka diperlukan sebuah sistem untuk mengontrol keadaan dalam ruangan agar sesuai dengan syarat tumbuh bagi tanaman yang ditanam. Sehingga diharapkan dengan sistem kendali yang dibuat ini dapat membantu dalam melakukan proses pertanian secara *vertical indoor farming*. Penerapan alat ini ditunjukkan bagi para wirausaha yang bergerak dibidang perkebunan hortikultura diaerah yang tidak sesuai dari segi iklim dengan tanaman yang ingin ditanam serta bagi yang memiliki lahan kecil namun ingin meningkatkan hasil panen.

### 3.8 Perencanaan dan Perhitungan Biaya

Tahapan perencanaan dan perhitungan biaya dilakukan untuk mengetahui berapa biaya total yang dibutuhkan untuk membuat sistem ini. adapun rincian biaya dapat dilihat pada tabel 3.5 dibawah ini:

Tabel 3.5 Rincian Biaya Penelitian

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan(Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	Arduino Uno	2 buah	70.000	140.000
2.	Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	1 buah	16.000	16.000
3.	Sensor DHT22	2 buah	52.000	104.000
4.	RTC	1 buah	9.000	9.000
5.	Driver L298N	2 buah	24.000	48.000
6.	Relay DC	6 buah	5.000	30.000
7.	Pompa Air DC	2 buah	20.000	20.000
8.	LCD 2x16	2 buah	20.000	40.000
9.	Peltier	2 buah	30.000	60.000
10.	Exhaust Fan	2 buah	8.000	16.000
11.	Ultrasonic Mist Maker	4 buah	40.000	160.000
12.	Grow Light LED	4 buah	25.000	100.000
13.	Papan PCB	1 buah	10.000	10.000
14.	Power Supply	2 buah	30.000	60.000
<b>Total</b>				<b>813.000</b>

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan

Dari penelitian perancangan sistem *smart vertical indoor farming* dengan kendali fuzzy Sugeno pada tanaman sawi hijau dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Peneliti berhasil merancang dan membuat sebuah sistem yang dapat mengoptimalkan cahaya, suhu, kelembaban udara dan pengairan secara otomatis pada *vertical indoor farming* sesuai dengan kebutuhan tanaman sawi.
2. Pengujian pengendalian cahaya telah berhasil dilakukan dengan memanfaatkan pembacaan waktu yang dijaga oleh RTC, dimana lampu *growlight* akan hidup selama 12 jam dimulai pada pukul 06.00 wib s/d 18.00 wib sesuai dengan kebutuhan lama waktu penyinaran tanaman sawi. Selanjutnya pengujian pengendalian pengairan pada penelitian ini telah berhasil mengalirkan larutan air nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dan menjaga ketersediaan air pada komponen *ultrasonic mist maker* sesuai dengan batas ketinggian air yang telah ditetapkan, yaitu 6 s/d 8 cm. kemudian pada pengujian pengendalian suhu dan kelembaban udara pada penelitian ini juga telah berhasil dilakukan dengan memanfaatkan kendali fuzzy dalam menjaga nilai suhu dan kelembaban udara sesuai dengan kebutuhan tanaman sawi yaitu 18°C suhu dan 85% kelembaban udara. Kendali fuzzy mampu mengendalikan suhu *vertical indoor farming* dan mencapai nilai *setpoint* pada menit ke 15 dengan nilai 18.1°C, pengujian yang dilakukan selama 25 hari juga menunjukkan bahwa kendali fuzzy mampu menjaga nilai *setpoint* suhu pada rentang 18.10°C s/d 17.80°C. Kemudian dalam mengendalikan nilai kelembaban udara, kendali fuzzy mampu mencapai nilai *setpoint* pada waktu ke 7 menit dengan nilai 84.89% dan selama 25 hari pengujian, kendali fuzzy juga mampu menjaga nilai kelembaban udara pada rentang 84.90% s/d 85.20%.
3. Hasil pengujian terhadap tanaman sawi menunjukkan bahwa dengan menggunakan kendali fuzzy mendapatkan hasil pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tanpa pengendali. Hal ini bisa di lihat pada selisih rata-rata tinggi daun dan jumlah daun yaitu 5.2 cm dan 1 lembar daun, dimana dengan menggunakan kendali fuzzy memiliki tinggi tanaman sawi 33.875 cm dan 10 lembar daun, kemudian tanpa kendali memiliki tinggi tanaman 28.675 cm dan 9 lembar daun. Selanjutnya dari segi kualitas daun juga menunjukkan bahwa dengan menggunakan kendali fuzzy daun tanaman sawi lebih lebar





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. S. dan D. J. Hortikultura, “Sub-Sektor Tanaman Pangan di Indonesia,” *Badan Pusat Statistik*, 2019. [Online]. Available: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>.
- [2] M. S. Dr. Ir. Suwandi, *Laptah-Horti-2018*. Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura, 2019.
- [3] F. Mufti and L. Hamida, *Smart Farming4.0*. Yogyakarta: Salma Edia, 2020.
- [4] [BPS] Badan Pusat Statistik, “Berita resmi statistik,” *Bps.Go.Id*, no. 27, pp. 1–52, 2019.
- [5] Himatepa.UH, “Vertical Farming : Karena yang Horizontal Sudah Terlalu Mainstream,” *PKA*, p. 1, 2020.
- [6] L. L and C. Saparinto, *Vertikultur Tanaman Sayur Bertani Kreatif Secara Bertingkat Dilahan Sempit*. Jakarta Timur: Penebar Swadaya, 2016.
- [7] Wikipedia, “Pertanian Vertikal,” *Ensiklopedia Bebas*, 2021. [Online]. Available: [https://id.m.wikipedia.org/wiki/Pertanian\\_vertikal](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Pertanian_vertikal).
- [8] G. Lestari and etc, *Tanaman Hias Lanskap*, 1st ed. Jakarta Timur: Penebar Swadaya, 2015.
- [9] R. Arifin, *Bisnis Hidroponik ala Roni Kebun Sayur*, 1st ed. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka, 2016.
- [10] C. T. Pirapong Limprasitwong, “Plant Growth Using Automatic Control System Under Led, Grow, and Natural Light,” *ICAICTA*, pp. 192–195, 2018.
- [11] E. B. Prasetya and K. Rozikin, “IOT Hidroponik Indoor Menggunakan Growing Light Dan Sirkulasi Udara Dalam Air,” *TEKINFO*, vol. 22, no. 1, pp. 20–28, 2021.
- [12] P. E. Kresnha, N. Latifah, and A. Wicahyani, “Automasi Hidroponik Indoor Sistem Wick dengan Pengaturan Penyinaran Menggunakan Growing Lights dan Pemberitahuan Nutrisi Berbasis SMS Gateway,” *Semin. Nas. Teknol.*, vol. 002, pp. 1–8, 2019.
- [13] Tandiono, Rusli, and Muslim, “Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan Menggunakan Metode Kontrol Logika Fuzzy,” *J. EECCIS (Electrics, Electron. Commun. Control. Informatics, Syst.*, vol. 10, no. 1, pp. 16–19, 2016.
- [14] F. Wahab, A. Sumardiono, A. R. Al Tahtawi, and A. F. A. Mulayari, “Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan,” *J. Teknol.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [15] M. Z. Rodhi, D. Syauqy, and G. E. Setyawan, "Sistem Penentu Suhu Dan Kelembaban Incubator Telur Unggas Berdasarkan Berat Dan Warna Telur Menggunakan Metode Fuzzy," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 7302–7311, 2018.
- [16] Z. Mahmud, N. Nikentari, and E. Suswaini, "Analisa Perbandingan Metode Sugeno Dan Mamdani Dalam Sistem Prediksi Cuaca (Studi Kasus BMKG Kelas III Tanjungpinang)," *Tek. Inform.*, pp. 1–9, 2016.
- [17] [BPS] Badan Pusat Statistik, "Produksi Tanaman Sayuran," *Badan Pusat Statistik*, 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>. [Accessed: 22-Sep-2021].
- [18] S. N. Aidah, *Ensiklopedi Sawi Deskripsi, Filosofi, Manfaat, Budidaya, dan Peluang Bisnisnya*. Jogjakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2020.
- [19] [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, "Suhu 2019," *Badan Pusat Statistik Provinsi Riau*, 2020. [Online]. Available: <https://riau.bps.go.id/indicator/151/138/1/suhu.html>. [Accessed: 22-Sep-2021].
- [20] [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, "Kelembaban (persen) 2019," *Badan Pusat Statistik Provinsi Riau*, 2020. [Online]. Available: <https://riau.bps.go.id/indicator/151/139/1/kelembaban.html>. [Accessed: 22-Sep-2021].
- [21] N. H. Setiasih, S. Triyono, A. Tusi, and D. Suhandy, "Pengaruh Daya Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pak Choi ( Brassica rapa L .)," *Tek. Pertan. Lampung*, vol. 5, no. 2, pp. 93–100, 2016.
- [22] S. Aulia, A. Ansar, and G. M. D. Putra, "Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu dan Lama Penyinaran Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung (Ipomea reptans Poir) Pada Sistem Hidroponik Indoor," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 7, no. 1, pp. 43–51, 2019.
- [23] D. G. D. Alhadi, S. Triyono, and N. Haryono, "Pengaruh Penggunaan Beberapa Warna Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan(Brassica oleraceae) Pada Sistem Hidroponik Indoor," *J. Tek. Pertan. LampungVol*, vol. 5, no. 1, pp. 13–24, 2016.
- [24] Z. Moesa, *Hidroponik Kreatif Membangun Instalasi Unik Menggunakan Barang Bekas*. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka, 2016.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [25] H. Eko, *Sawi dan Selada*, 9th ed. Jakarta: Penebar Swadaya, 2006.
- [26] N. Siti Halimah and U. Yusmaniar oktiawai, *Semua Bisa Belajar Arduino*, 1st ed. Bogor: Lindan Bestari, 2021.
- [27] G. P. N. Hakim, D. Septiyani, and Etc, *Sistem Fuzzy, Panduan Lengkap Aplikatif*, 1st ed. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2021.
- [28] Sujarwarta, *Buku Ajar Sistem Fuzzy dan Aplikasinya*. Semarang: Deepublish, 2014.
- [29] Yulmaini, *Logika Fuzzy - Studi Kasus & Penyelesaian Menggunakan Microsoft Exel dan Matlan*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2018.
- [30] S. Kamal, “Analisa Tingkat Kepuasan Pelanggan PDAM menggunakan Fuzzy Logic Studi Kasus PDAM Kota Padang,” *J. Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 78–93, 2017.
- [31] T. Limbong, Mutaqqin, and Etc, *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*, 1st ed. Yayasan Kita Menulis, 202AD.
- [32] M. N. Fauzan and L. Chandiany, *Tutorial Membuat Prototipe Prediksi Ketinggian Air untuk Pedeteksi Banjir Peringatan Dini Berbasis IOT*. Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2019.
- [33] R. Kim, *Arduino Sensor For Everyone*, 1st ed. Seoul: Gilbut Publishing.ltd, 2021.
- [34] W. Budiharto, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega 16*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2008.
- [35] Anonim, *Alat Penetas Telur Berbasis Arduino dan Sensor DHT11*. PutraTani, 2018.
- [36] D. Iswahyudi, I. Anshory, and J. Jamaaluddin, “Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara Pada Budidaya Jamur Menggunakan Arduino Uno Dan Ultrasonik Mist Maker,” *J. Elektron. List. Telekomun. Komputer, Inform. Sist. Kontrol*, vol. 2, no. 1, pp. 28–37, 2020.
- [37] R. Leblank, “Grow Light Option for Indoor and Vertical Farming,” *Org. Farming*, vol. 1, p. 1, 2019.
- [38] E. B. Wikipedia, “Grow Light.” [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Grow\\_light](https://en.wikipedia.org/wiki/Grow_light).
- [39] N. M. T. M. K. N. Sharifah Syafinaz Syed Yusuf, “Effect of Artificial Lighting on Typhonium Flagelliforme for Indoor Vertical Farming,” *Int. Conf. Autom. Control Intell. Syst.*, pp. 7–10, 2016.
- [40] S. Winardi, K. eko Susilo, and A. Budijanto, *Interfacing ESP32*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2021.
- [41] A. Nugroho, K. E. Susilo, S. Winardi, and A. Budijanto, *Buku Petunjuk Praktikum*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Mikrokontroler Arduino*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2020.

- [42] E. B. Wikipedia, "Thermoelectric Cooling," *wikipedia*, 2021. .
- [43] J. Arifin, I. E. Dewanti, and D. Kurnianto, "Prototipe Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus DC menggunakan Smartphone," *Media Elektr.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–29, 2017.
- [44] Zakky, "10+ Komponen CPU dan Fungsinya. Bagian-Bagian CPU Komputer," *Seluncur.id*. .
- [45] O. B. Kharisma, *Dasar Microtyphon dan ESP32 Menggunakan Thonny IDE*, 1st ed. Jakarta: Tim Robotic Nusantara, 2021.
- [46] S. M. Angga Dwitya P, M. N. Fauzan, and S. F. Fanel, *Tutorial Pembuatan Prototype Pendeteksi Kebakaran (FiDo) Berbasis IOT Dengan Metode Naive Bayes*, 1st ed. Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2020.
- [47] Anonim, "Fungsi Ampere pada Adaptor," *Elektrologi.Rekayasa Perangkat Elektronika*, 2021. [Online]. Available: <https://elektrologi.ipitek.web.id/fungsi-ampere-pada-adaptor/>. [Accessed: 31-Aug-2021].
- [48] M. Setiyo, *Listrik dan Elektronika Dasar Otomotif*, 1st ed. Magelang: Unimma Press, 2017.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN A

### Program dan Pengujian Nilai Program Fuzzy

© Hak cipta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

#### 1. Program Fuzzy Suhu dan Pengairan

```
#include "DHT.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#define echoPin 2
#define trigPin 3
#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT22
#define enbPin 5
#define in4Pin 6
#define in3Pin 7
#define in2Pin 8
#define in1Pin 9
#define enaPin 10
#define peltier 11
#define pompaair 12
#define pompanutrisi 13
int pos = 0;
unsigned long millisSebelum=0;
unsigned char SPS=18;
unsigned char Mati=0, Lambat=100, Sedang=150, Cepat=255, outdriver;
float durasi, jarak;
float outA, outB;
float selisisuhu, selisisuhul, derrorsuhu, suhu, suhul;
float Ldingin, Pas, Kdingin, Hangat;
float NB, NK, Z, PK, PB;
float imp1, imp2, imp3, imp4, imp5, imp6, imp7, imp8, imp9, imp10,
imp11, imp12, imp13, imp14, imp15, imp16, imp17, imp18, imp19, imp20;
float rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9, rule10, rule11, rule12, rule13,
rule14, rule15, rule16, rule17, rule18, rule19, rule20;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Input error suhu-----
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Ldingin-----
void selisisuhuLdingin(){
    if (selisisuhu <= -2){ Ldingin = 1;}
    else if (selisisuhu >= -2 && selisisuhu <= 0){Ldingin = (0-selisisuhu)/2;}
    else if (selisisuhu >= 0){Ldingin = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Pas-----
void selisisuhuPas(){
    if (selisisuhu <= -2){Pas = 0;}
    else if (selisisuhu >= -2 && selisisuhu <= 0){Pas = (selisisuhu+2)/2;}
    else if (selisisuhu >= 0 && selisisuhu <= 2){Pas = (2-selisisuhu)/2;}
    else if (selisisuhu >= 2){Pas = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Kdingin-----
void selisisuhuKdingin(){
    if (selisisuhu <= 0){Kdingin = 0;}
    else if (selisisuhu >= 0 && selisisuhu <= 2){Kdingin = (selisisuhu-0)/2;}
    else if (selisisuhu >= 2 && selisisuhu <= 4){Kdingin = (4-selisisuhu)/2;}
    else if (selisisuhu >= 4){Kdingin = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Hangat-----
void selisisuhuHangat(){
    if (selisisuhu <= 2){Hangat = 0;}
    else if (selisisuhu >= 2 && selisisuhu <= 4){Hangat = (selisisuhu-2)/2;}
    else if (selisisuhu >= 4){Hangat = 1;}
}
```

tan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```

}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Input derror suhu-----
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan NB-----
void derrorsuhuNB(){
    if (derrorsuhu <= -0.4){NB = 1;}
    else if (derrorsuhu >= -0.4 && derrorsuhu <= -0.2){NB = (-0.2-derrorsuhu)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= -0.2){NB = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan NK-----
void derrorsuhuNK(){
    if (derrorsuhu <= -0.4){PB = 0;}
    else if (derrorsuhu >= -0.4 && derrorsuhu <= -0.2){PB = (derrorsuhu+0.4)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= -0.2 && derrorsuhu <= 0){PB = (0-derrorsuhu)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= 0){PB = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Z-----
void derrorsuhuZ(){
    if (derrorsuhu <= -0.2){Z = 0;}
    else if (derrorsuhu >= -0.2 && derrorsuhu <= 0){Z = (derrorsuhu+0.2)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= 0 && derrorsuhu <= 0.2){Z = (0.2-derrorsuhu)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= 0.2){Z = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan PK-----
void derrorsuhuPK(){
    if (derrorsuhu <= 0){PK = 0;}
    else if (derrorsuhu >= 0 && derrorsuhu <= 0.2){PK = (derrorsuhu-0)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= 0.2 && derrorsuhu <= 0.4){PK = (0.2-derrorsuhu)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= 0.4){PK = 0;}
}
//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan PB-----
void derrorsuhuPB(){
    if (derrorsuhu <= 0.2){PB = 0;}
    else if (derrorsuhu >= 0.2 && derrorsuhu <= 0.4){PB = (derrorsuhu-0.2)/0.2;}
    else if (derrorsuhu >= 0.4){PB = 1;}
}
}
void fuzzifikasi(){
    selisisuhuLdingin();
    selisisuhuPas();
    selisisuhuKdingin();
    selisisuhuHangat();
    derrorsuhuNB();
    derrorsuhuNK();
    derrorsuhuZ();
    derrorsuhuPK();
    derrorsuhuPB();
}
void defuzzifikasi(){
    fuzzifikasi();
}

//-----Implikasi Suhu Fuzzy Sugeno-----
imp1=min(Ldingin, NB);
imp2=min(Ldingin, NK);
imp3=min(Ldingin, Z);
imp4=min(Ldingin, PK);
imp5=min(Ldingin, PB);
imp6=min(Pas, NB);
imp7=min(Pas, NK);
imp8=min(Pas, Z);
imp9=min(Pas, PK);
imp10=min(Pas, PB);
imp11=min(Kdingin, NB);
imp12=min(Kdingin, NK);
imp13=min(Kdingin, Z);
imp14=min(Kdingin, PK);
imp15=min(Kdingin, PB);
imp16=min(Hangat, NB);
imp17=min(Hangat, NK);
imp18=min(Hangat, Z);
imp19=min(Hangat, PK);
imp20=min(Hangat, PB);

```

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```
//-----Implikasi Suhu Fuzzy Sugeno----
//unsigned char Mati=0, Lambat=170, Sedang=212, Cepat=255;
rule1= imp1*Mati;
rule2= imp2*Mati;
rule3= imp3*Mati;
rule4= imp4*Lambat;
rule5= imp5*Sedang;
rule6= imp6*Mati;
rule7= imp7*Mati;
rule8= imp8*Mati;
rule9= imp9*Lambat;
rule10= imp10*Sedang;
rule11= imp11*Lambat;
rule12= imp12*Lambat;
rule13= imp13*Sedang;
rule14= imp14*Sedang;
rule15= imp15*Cepat;
rule16= imp16*Sedang;
rule17= imp17*Sedang;
rule18= imp18*Sedang;
rule19= imp19*Cepat;
rule20= imp20*Cepat;

outA = (rule1 + rule2 + rule3 + rule4 + rule5 + rule6 + rule7 + rule8
+ rule9 + rule10 + rule11 + rule12 + rule13 + rule14 + rule15 + rule16 +
rule17 + rule18 + rule19 + rule20);
outB = (imp1 + imp2 + imp3 + imp4 + imp5 + imp6 + imp7 + imp8 + imp9 +
imp10 + imp11 + imp12 + imp13 + imp14 + imp15 + imp16 + imp17 + imp18 + imp19 +
imp20);
outdriver = outA/outB;
}

void kecepatanfan(){
digitalWrite(enbPin, outdriver);
digitalWrite(enaPin, outdriver);
}

void bacajarak(){
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
durasi = pulseIn(echoPin, HIGH);
jarak = (durasi/2) * 0.03448;
}

void bacasuhu (){
delay(1000);
suhu = dht.readTemperature();
delay(500);
suhul = dht.readTemperature();
}

void mulai(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Starting...");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("----Loading----");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SelamatDatangdi");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("VerticalIndorFarm");
}

void setup() {
// put your setup code here, to run once:
pinMode (echoPin, INPUT);
pinMode (trigPin, OUTPUT);
pinMode (DHTPIN, INPUT);
pinMode (enbPin, OUTPUT);
pinMode (in4Pin, OUTPUT);
pinMode (in3Pin, OUTPUT);
pinMode (in2Pin, OUTPUT);
pinMode (in1Pin, OUTPUT);
pinMode (enaPin, OUTPUT);
pinMode (peltier, OUTPUT);
pinMode (pompaair, OUTPUT);
pinMode (pompanutrisi, OUTPUT);
dht.begin();
```

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





```

lcd.init();
lcd.backlight();
Serial.begin(9600);
digitalWrite(in4Pin, LOW);
digitalWrite(in3Pin, HIGH);
digitalWrite(in2Pin, LOW);
digitalWrite(in1Pin, HIGH);
digitalWrite(enbPin, 0);
digitalWrite(enaPin, 0);
digitalWrite(peltier, HIGH);
digitalWrite(pompaair, HIGH);
digitalWrite(pompanutrisi, LOW);
mulai();
}

void loop() {

  bacajarak();
  if ( jarak >= 6 ){
    digitalWrite (pompaair, LOW);
  }
  else if ( jarak <= 4 ){
    digitalWrite (pompaair, HIGH);
  }
  delay(500);
  if (suhu > 18){
    digitalWrite (peltier, LOW);
  }
  else {
    digitalWrite (peltier, HIGH);
  }
  delay(500);

  bacasuhu();
  selisisuhu = suhu - SPS;
  selisisuhul = suhul -SPS;
  derrorsuhu = selisisuhul - selisisuhu;
  fuzzifikasi();
  defuzzifikasi();
  kecepatanfan();
  delay(500);

  if (jarak > 6){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("nilaiSuhu=");
  lcd.print(suhu);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("K.air = T.Aman");
  delay(5000);
  }
  else if (jarak < 6){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("nilaiSuhu=");
  lcd.print(suhu);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("K.air = Aman");}

  delay(5000);
}
}

```

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## Program Kelembaban Udara dan Cahaya

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

```
#include "DHT.h"
#include "RTClib.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define DHTPIN 2
#define enb1Pin 3
#define in4Pin 4
#define in3Pin 5
#define in2Pin 6
#define in1Pin 7
#define enalPin 8
#define enb2Pin 9
#define ena2Pin 10
#define lampu 11
#define DHTTYPE DHT22
int pos = 0;
long randomNumber;
unsigned long milliSebelum =0;
unsigned char SPK = 85;
unsigned char Mati=0, Sedikit=150, Sedang=212, Banyak=255, outdriver;
float outA, outB;
float selisikelembaban, selisikelembaban1, derrorkelembaban, kelembaban, kelembaban1;
float Kbanyak, Kurang, Pas, Lebih;
float NB, NK, Z, PK, PB;
float imp1, imp2, imp3, imp4, imp5, imp6, imp7, imp8, imp9, imp10,
imp11, imp12, imp13, imp14, imp15, imp16, imp17, imp18, imp19, imp20;
float rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9, rule10, rule11, rule12, rule13,
rule14, rule15, rule16, rule17, rule18, rule19, rule20;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
RTC_DS1307 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Sun", "Mon", "Tue", "Wed", "Thu", "Fri", "Sun"};

//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Error Kelembaban Udara-----
//-----Fungsi Keanggotaan KBanyak-----
void selisikelembabanKbanyak(){
    if (selisikelembaban <= -10){Kbanyak = 1;}
    else if (selisikelembaban >= -10 && selisikelembaban <= -5)
    {Kbanyak = (-10-selisikelembaban)/5;}
    else if (selisikelembaban >= -5){Kbanyak = 0;}
}
//-----Fungsi Keanggotaan Kurang-----
void selisikelembabanKurang(){
    if (selisikelembaban <= -10){Kurang = 0;}
    else if (selisikelembaban >= -10 && selisikelembaban <= -5)
    {Kurang = (selisikelembaban+5)/5;}
    else if (selisikelembaban >= -5 && selisikelembaban <= 0)
    {Kurang = (0-selisikelembaban)/5;}
    else if (selisikelembaban >= 0){Kurang = 0;}
}
//-----Fungsi Keanggotaan Pas-----
void selisikelembabanPas(){
    if (selisikelembaban <= -5){Pas = 0;}
    else if (selisikelembaban >= -5 && selisikelembaban <= 0)
    {Pas = (selisikelembaban+5)/5;}
    else if (selisikelembaban >= 0 && selisikelembaban <= 5)
    {Pas = (5-selisikelembaban)/5;}
    else if (selisikelembaban >= 5){Kbanyak = 0;}
}
//-----Fungsi Keanggotaan Lebih-----
void selisikelembabanLebih(){
    if (selisikelembaban <= 0){Lebih = 0;}
    else if (selisikelembaban >= 0 && selisikelembaban <= 5)
    {Lebih = (selisikelembaban-0)/5;}
    else if (selisikelembaban >= 5){Kbanyak = 1;}
}

//-----Fuzzifikasi Fungsi Keanggotaan Derror Kelembaban Udara-----
//-----Fungsi Keanggotaan NB-----
void derrorkelembabanNB(){
    if (derrorkelembaban <= -4){NB = 1;}
    else if (derrorkelembaban >= -4 && derrorkelembaban <= -2){NB = (-2-derrorkelembaban)/2;}
    else if (derrorkelembaban >= -2){NB = 0;}
}
//-----Fungsi Keanggotaan NK-----
void derrorkelembabanNK(){
    if (derrorkelembaban <= -4){PB = 0;}
    else if (derrorkelembaban >= -4 && derrorkelembaban <= -2){PB = (derrorkelembaban+4)/2;}
    else if (derrorkelembaban >= -2 && derrorkelembaban <= 0){PB = (0-derrorkelembaban)/2;}
    else if (derrorkelembaban >= 0){PB = 0;}
}
//-----Fungsi Keanggotaan Z-----
void derrorkelembabanZ(){
    if (derrorkelembaban <= -2){Z = 0;}
    else if (derrorkelembaban >= -2 && derrorkelembaban <= 0){Z = (derrorkelembaban+2)/2;}
    else if (derrorkelembaban >= 0 && derrorkelembaban <= 2){Z = (2-derrorkelembaban)/2;}
    else if (derrorkelembaban >= 2){Z = 0;}
}
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

}
//-----Fungsi Keanggotaan PK-----
void derrorkelembabanPK(){
  if (derrorkelembaban <= 0){PK = 0;}
  else if (derrorkelembaban >= 0 %% derrorkelembaban <= 2){PK = (derrorkelembaban-0)/2;}
  else if (derrorkelembaban >= 2 %% derrorkelembaban <= 4){PK = (2-derrorkelembaban)/2;}
  else if (derrorkelembaban >= 4){PK = 0;}
}
//-----Fungsi Keanggotaan PB-----
void derrorkelembabanPB(){
  if (derrorkelembaban <= 2){PB = 0;}
  else if (derrorkelembaban >= 2 %% derrorkelembaban <= 4){PB = (derrorkelembaban-2)/2;}
  else if (derrorkelembaban >= 4){PB = 1;}
}

void fuzzifikasi(){
  selisikelembabanKbanyak();
  selisikelembabanKurang();
  selisikelembabanPas();
  selisikelembabanLebih();
  derrorkelembabanNB();
  derrorkelembabanNK();
  derrorkelembabanZ();
  derrorkelembabanPK();
  derrorkelembabanPB();
}

void defuzzifikasi(){
  fuzzifikasi();
  |
  //-----Implikasi Fuzzy Sugeno Kelembaban Udara-----
  imp1=min(Kbanyak, NB);
  imp2=min(Kbanyak, NK);
  imp3=min(Kbanyak, Z);
  imp4=min(Kbanyak, PK);
  imp5=min(Kbanyak, PB);
  imp6=min(Kurang, NB);
  imp7=min(Kurang, NK);
  imp8=min(Kurang, Z);
  imp9=min(Kurang, PK);
  imp10=min(Kurang, PB);
  imp11=min(Pas, NB);
  imp12=min(Pas, NK);
  imp13=min(Pas, Z);
  imp14=min(Pas, PK);
  imp15=min(Pas, PB);
  imp16=min(Lebih, NB);
  imp17=min(Lebih, NK);
  imp18=min(Lebih, Z);
  imp19=min(Lebih, PK);
  imp20=min(Lebih, PB);

  //-----Defuzzifikasi Kelembaban Udara----
  rule1= imp1*Banyak;
  rule2= imp2*Banyak;
  rule3= imp3*Sedang;
  rule4= imp4*Sedang;
  rule5= imp5*Sedikit;
  rule6= imp6*Banyak;
  rule7= imp7*Sedang;
  rule8= imp8*Sedang;
  rule9= imp9*Sedang;
  rule10= imp10*Sedikit;
  rule11= imp11*Sedang;
  rule12= imp12*Sedikit;
  rule13= imp13*Sedikit;
  rule14= imp14*Mati;
  rule15= imp15*Mati;
  rule16= imp16*Sedikit;
  rule17= imp17*Sedikit;
  rule18= imp18*Mati;
  rule19= imp19*Mati;
  rule20= imp20*Mati;

  outA = (rule1 + rule2 + rule3 + rule4 + rule5 + rule6 + rule7 + rule8
  + rule9 + rule10 + rule11 + rule12 + rule13 + rule14 + rule15 + rule16 +
  rule17 + rule18 + rule19 + rule20);
  outB = (imp1 + imp2 + imp3 + imp4 + imp5 + imp6 + imp7 + imp8 + imp9 +
  imp10 + imp11 + imp12 + imp13 + imp14 + imp15 + imp16 + imp17 + imp18 + imp19 +
  imp20);
  outdriver = outA/outB;
}

void teganganmist(){
  digitalWrite(ena1Pin, outdriver);
  digitalWrite(ena2Pin, outdriver);
  digitalWrite(enb1Pin, outdriver);
  digitalWrite(enb2Pin, outdriver);
}
|

```



```

void kalibrasiRTC () {
  #ifndef ESP8266
  while (!Serial);
  #endif
  if (! rtc.begin()) {
    lcd.print("Couldn't find RTC");
    Serial.flush();
    abort();
  }
  if (! rtc.isrunning()) {
    lcd.print("RTC is NOT running, let's set the time!");
  }
  //rtc.adjust(DateTime(2022, 1, 1, 0, 0, 0));
}

void bacakelembaban(){
  delay(1000);
  kelembaban = dht.readHumidity();
  delay(1000);
  kelembaban1 = dht.readHumidity();
}

void mulai(){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Starting...");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("----Loading-----");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SelamatDatangi");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("VerticalIndorFarm");
  delay(1000);
}

void kondisilampu(){
  DateTime now = rtc.now();
  if (now.hour() >= 0 & now.hour() < 18){
    digitalWrite(lampu, LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(lampu, HIGH);
  }
}

void setup () {
  pinMode (DHTPIN, INPUT);
  pinMode (enb1Pin, OUTPUT);
  pinMode (in4Pin, OUTPUT);
  pinMode (in3Pin, OUTPUT);
  pinMode (in2Pin, OUTPUT);
  pinMode (in1Pin, OUTPUT);
  pinMode (ena1Pin, OUTPUT);
  pinMode (enb2Pin, OUTPUT);
  pinMode (ena2Pin, OUTPUT);
  pinMode (lampu,OUTPUT);
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  randomSeed(analogRead(0));
  Serial.begin(9600);
  rtc.adjust(DateTime(2022, 1, 23, 16, 25, 0));
  digitalWrite(in4Pin, LOW);
  digitalWrite(in3Pin, HIGH);
  digitalWrite(in2Pin, LOW);
  digitalWrite(in1Pin, HIGH);
  digitalWrite(enb1Pin, 0);
  digitalWrite(enb2Pin, 0);
  digitalWrite(ena1Pin, 0);
  digitalWrite(ena2Pin, 0);
  digitalWrite(lampu, HIGH);
  kalibrasiRTC();
  mulai();
}

void loop () {
  DateTime now = rtc.now();
  if (now.hour() >= 6 & now.hour() < 18){
    digitalWrite(lampu, LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(lampu, HIGH);
  }

  bacakelembaban();
  selisikelembaban = kelembaban - SPK;
  selisikelembaban1 = kelembaban1 - SPK;
}

```

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

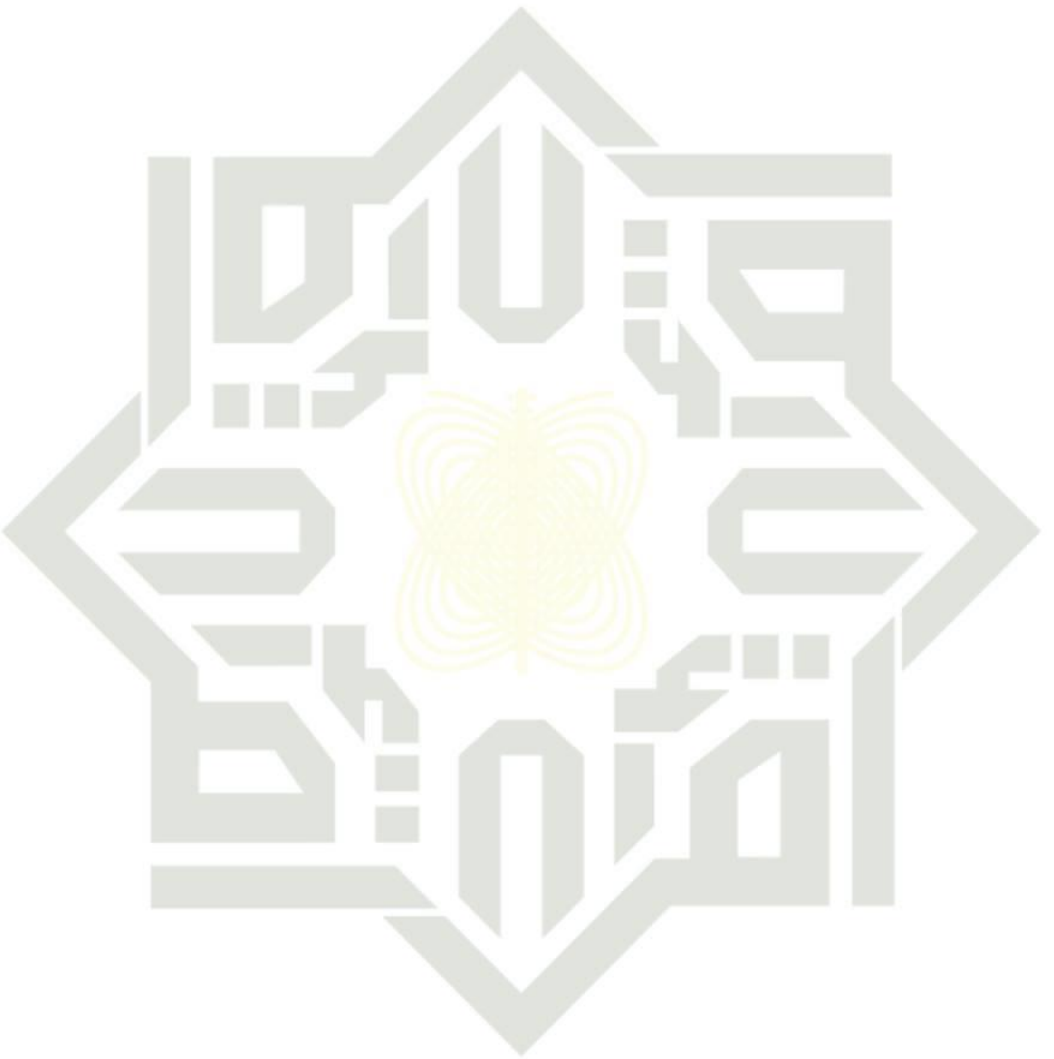
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```
derrorkelembaban = selisikelembaban1 - selisikelembaban;  
fuzzifikasi();  
defuzzifikasi();  
teganganmist();  
delay(500);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("N.Humidity=");  
lcd.print(kelembaban);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("Time = ");  
lcd.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);  
lcd.print(',');  
lcd.print(now.hour(), DEC);  
lcd.print(':');  
lcd.print(now.minute(), DEC);  
delay(3000);
```

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN B

### Dokumentasi Hasil Pengujian


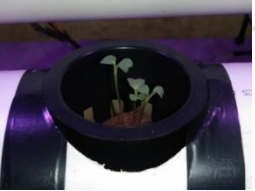
#### 1. Bangunan *Vertical Indoor Farming*



#### 2. Penyemaian Bibit Sawi



#### 3. Pengujian 25 Hari

Hari Ke-	Menggunakan Kendali Fuzzy	Tanpa Kendali Fuzzy
1		











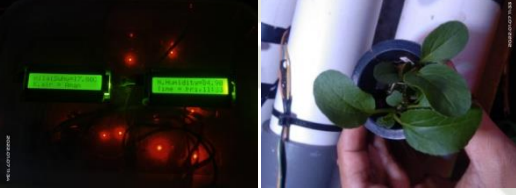





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



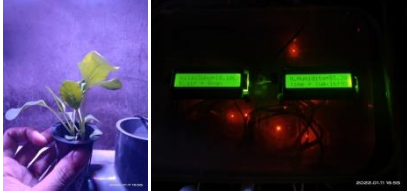













1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

USKA RIU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**














1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN C

### Form Wawancara dan Dokumentasi

Nama Narasumber : Fian  
 Tempat : GBW Kampoeng Hidroponik  
 Tanggal : 23 November 2021

No.	Pertanyaan	Jawaban
<b>Profil Budidaya</b>		
1.	Kapan mulai berdirinya budidaya hidroponik ini?	Tahun 2015
2.	Tanaman apa saja yang dibudidayakan di kebun hidroponik ini?	Pakcoy, Caisim, Kangkung, Kailan, Selada, Kale, Sawi Pagoda, Samhong.
3.	Berapa banyak pekerja yang terdapat di kebun hidroponik ini?	3 orang
4.	Hasil kebun hidroponik ini digunakan untuk dikonsumsi pribadi/dijual?	Dijual
<b>Identifikasi Tanaman dan Hasil</b>		
1.	Berapa batang tanaman yang terdapat dalam setiap netpot?	Tergantung tanamannya. Untuk Sawi, 2 sampai 3 batang.
2.	Berapa banyak yang dapat dihasilkan dari 1 netpot?	300-350 gram
3.	Berapa banyak tanaman yang dapat diperoleh dalam sekali panen?	9-10 kg setiap 1 jenis tanaman

©

Hak cipta milik UIN S

ka Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

4.	Apakah tanaman dipanen setiap hari?	Tidak
5.	Berapa kali panen yang dapat dilakukan dalam waktu 1 minggu?	2-3 kali/minggu
6.	Berapa harga 1 kilogram tanaman yang dijual di kebun ini?	25.000-30.000/kg
<b>Permasalahan</b>		
1.	Apa saja permasalahan yang terjadi selama masa budidaya tanaman hidroponik?	Nutrisi, pH, hama dan kondisi cuaca.
2.	Apakah suhu, kelembaban udara, cahaya matahari berpengaruh pada tanaman?	Ya, berpengaruh.
3.	Apa yang terjadi ketika suhu, kelembaban udara dan cahaya tanaman tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman?	Tanaman tumbuh kurang baik dan mudah layu ketika suhu sangat panas.
4.	Bagaimana cara mengatasi masalah ketidaksesuaian nilai suhu dan kelembaban udara dengan kebutuhan tanaman?	Dengan menggunakan blower dan spray air.
6.	Berapakah omset perbulan dari kebun hidroponik ini?	8-10 juta/bulan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

<p>© Hak cipta milik UIN Suska</p>	<p>7. Adakah pengaruh suhu dan kelembaban udara terhadap omset kebun hidroponik?</p>	<p>Ada</p>
	<p><b>Spesifikasi Hidroponik</b></p>	
<p>1.</p>	<p>Berapa jumlah lubang tanam di kebun hidroponik ini?</p>	<p>8.000 lubang tanam</p>
<p>2.</p>	<p>Apa jenis sistem hidroponik yang digunakan pada kebun ini?</p>	<p>Hidroponik jenis DFT (<i>Deep Flow Technique</i>)</p>
	<p><b>Pendapat Tentang Vertical Indoor Farming</b></p>	
<p>1.</p>	<p>Setelah dijelaskan tentang <i>Vertical Indoor Farming</i>, apa pendapat narasumber tentang sistem tersebut.</p>	<p>Bagus. Jika memang bisa berfungsi maka semua tanaman bisa ditanam tanpa melihat apakah iklim di daerah tersebut sesuai atau tidak. Untuk saat ini mungkin sistem tersebut belum dapat sepenuhnya diterima oleh masyarakat dikarenakan mungkin terkendala masalah biaya dan pengetahuan, tapi pengembangan memang harus awal dilakukan. Hal ini sama seperti pada tahun 90an, dimana hidroponik dan <i>greenhouse</i> juga pada saat itu tidak diminati karena hal yang sama, namun sekarang sudah berubah karena sumber daya dan pengetahuan sudah bisa dijangkau.</p>

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Dokumentasi Wawancara di GBW Kampong Hidroponik

© Ha



### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Form Wawancara**

Nama Narasumber : Rio  
 Tempat : Jalan Pala raya no 334  
 Tanggal : 04 Desember 2021

No.	Pertanyaan	Jawaban
<b>Profil Budidaya</b>		
1.	Kapan mulai berdirinya budidaya hidroponik ini?	Tahun 2017
2.	Tanaman apa saja yang dibudidayakan di kebun hidroponik ini?	Daun Mint, Kangkung, Selada dan Pakcoy.
3.	Berapa banyak pekerja yang terdapat di kebun hidroponik ini?	2 orang
4.	Hasil kebun hidroponik ini digunakan untuk dikonsumsi pribadi/dijual?	Dijual
<b>Identifikasi Tanaman dan Hasil</b>		
1.	Berapa batang tanaman yang terdapat dalam setiap netpot?	1 Batang
2.	Berapa banyak yang dapat dihasilkan dari 1 netpot?	250-300 gram
3.	Berapa banyak tanaman yang dapat diperoleh dalam sekali panen?	6-8 kg setiap 1 jenis tanaman
4.	Apakah tanaman dipanen setiap hari?	Tidak
5.	Berapa kali panen yang dapat dilakukan dalam waktu 1 minggu?	2-3 kali/minggu
6.	Berapa harga 1 kilogram	25.000-30.000/kg

Hak Cipta Dilindungi  
 © Tak Cipta UIN Suska Riau  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	tanaman yang dijual di kebun ini?	
	<b>Permasalahan</b>	
1.	Apa saja permasalahan yang terjadi selama masa budidaya tanaman hidroponik?	Nutrisi, pH, hama dan kondisi cuaca.
2.	Apakah suhu, kelembaban udara, cahaya matahari berpengaruh pada tanaman?	Ya, berpengaruh.
3.	Apa yang terjadi ketika suhu, kelembaban udara dan cahaya tanaman tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman?	Tanaman gampang layu di siang hari ketika cuaca panas.
4.	Bagaimana cara mengatasi masalah ketidaksesuaian nilai suhu dan kelembaban udara dengan kebutuhan tanaman?	Dengan menggunakan jaring berlubang sebagai dinding bangunan tanaman, sehingga angin bisa masuk.
6.	Berapakah omset perbulan dari kebun hidroponik ini?	4-6 juta/bulan
7.	Adakah pengaruh suhu dan kelembaban udara terhadap omset kebun hidroponik?	Sedikit banyak pasti Ada
	<b>Spesifikasi Hidroponik</b>	
1.	Berapa jumlah lubang tanam di kebun hidroponik ini?	4.000 lubang tanam
2.	Apa jenis sistem hidroponik yang digunakan pada kebun ini?	Hidroponik jenis DFT (Deep Flow Technique)
	<b>Pendapat Tentang Vertical Indoor Farming</b>	
1.	Setelah dijelaskan tentang <i>Vertical Indoor Farming</i> , apa	Sudah pernah dengar sebelumnya, namun untuk saat ini masih tergolong mahal untuk diterapkan, mungkin

Hak Cipta D

Ungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pendapat narasumber tentang sistem tersebut.

sekarang cocok untuk tanaman obat atau tanaman langka yang diperlukan. Namun seiring waktu pasti akan beralih ke sistem tersebut karena faktor iklim dan lahan yang semakin lama semakin tidak bisa ditebak dan tidak mendukung.

**Dokumentasi Wawancara di Tempat Bapak Rio**







## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

**Syaipullah** lahir di Belakang Padang pada tanggal 12 Juli 1997. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan suami istri Harizon dan Kartini yang beralamat di Rimbo Panjang, kec. Tambang, Kab. Kampar. Penulis dapat dihubungi pada :

Email : [syaipullahi28@gmail.com](mailto:syaipullahi28@gmail.com)

No.Hp : 082275547331

Pengalaman pendidikan yang penulis tempuh dimulai dari SD Negeri 009 Batam pada tahun 2003 dan lulus pada tahun 2009, kemudian dilanjutkan di SMP Negeri 09 Batam pada tahun 2009 hingga lulus pada tahun 2012. Setelah menamatkan jenjang SMP, penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 1 Tembesi Batam pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan memilih jurusan Teknik Elektro dengan konsentrasi Elektronika Instrumentasi.

Dengan karunia Allah SWT, ketekunan serta rasa motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis akhirnya berhasil menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat dan kontribusi untuk siapa saja yang membutuhkannya. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Smart Vertical Indoor Farming dengan Kendali Fuzzy Sugeno untuk Tanaman Sawi Hijau**”