

**SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN  
SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU  
LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH  
MENGUNAKAN *FUZZY LOGIC***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**Disusun Oleh:**

**Mellino Agung Wahyudi  
09011381722135**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA  
(LACTUCA SATIVA L) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN  
DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

**MELLINIO AGUNG WAHYUDI**

**09011381722135**

**Palembang, Januari 2024**

**Mengetahui,**

**Pembimbing I,**



**Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.**

**NIP. 19708252023211007**

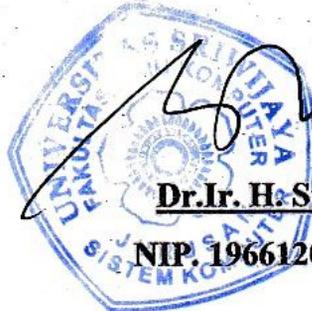
**Pembimbing II,**



**Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T.**

**NIP. 197801272013101201**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer 17/3/24**



**Dr.Ir. H. Sukemi, M.T.**

**NIP. 196612032006041001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat

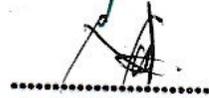
Tanggal : 29 Desember 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Huda Ubaya, M.T
2. Sekretaris : Nurul Afifah, S.Kom., M.Kom
3. Penguji : Dr. Ir. Sukemi, M.T
4. Pembimbing 1 : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T
5. Pembimbing 2 : Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T



.....



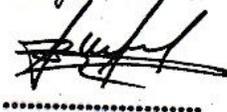
.....



.....



.....



.....

Mengetahui, *Ma/24*  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



  
Dr. Ir. Sukemi, M.T  
NIP. 196612032006041001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mellinio Agung Wahyudi

NIM : 09011381722135

Judul : SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

**Hasil Pengecekan Software Turnitin : 16%**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



ng, Januari 2024

**Mellinio Agung Wahyudi**

**NIM. 09011381722135**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

“Mengucap syukurlah dalam segala hal, sebab itulah yang dikehendaki Allah di dalam Kristus Yesus bagi kamu.”

(1 Tesalonika 5:18)

---

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Orang tua saya tercinta Bpk. Pitrus Tri Agung Wibowo dan Ibu Endang Wahyuni yang tidak pernah lelah dan letih untuk mendidik saya sampai saat ini, tiada hentinya juga dalam memberikan nasihat, semangat, dan arahan untuk menjadi orang yang sukses dan juga menjadi orang yang bermanfaat bagi banyak orang dan tak lupa untuk adik tercinta Frederica Vania yang selalu memotivasi saya. Seluruh keluarga besar serta teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

**“Karena sebaik-baiknya skripsi bukanlah yang selesai tepat waktu, Melainkan yang dikerjakan sendiri dan menjadi berguna untuk orang lain.”**

-Mellinio Agung Wahyudi-

**SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH  
MENGUNAKAN *FUZZY LOGIC***

**Mellino Agung Wahyudi (09011381722135)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

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

**ABSTRAK**

Menyiram tanaman merupakan hal yang membosankan dan sering terlupakan baik untuk kalangan rumah tangga maupun petani sekalipun, sementara tanaman sangat membutuhkan cukup air untuk tumbuh. Melihat kondisi tersebut peneliti merancang sebuah alat otomatisasi yang dapat menyiram tanaman sesuai dengan waktu yang ditentukan berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah. Sistem otomatis yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai kendali utama, *Soil Moisture FC-28* sebagai sensor kelembaban, DS18B20 sebagai sensor suhu, dan juga logika *fuzzy* sebagai pengontrol lama waktu penyiraman. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi tanah yang ideal bagi tanaman selada (*Lactuca Sativa L*) dapat tumbuh dengan maksimal. Dalam penelitian yang dilakukan selama 2 minggu, menggunakan logika *fuzzy* alat ini mampu mendapatkan kelembaban rata-rata diangka 75,6% dan suhu diangka 30,8°C.

**Kata Kunci** : *Soil Moisture FC-28, DS18B20, Fuzzy Logic*

**Pembimbing Tugas Akhir I**



**Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.**

**NIP. 19708252023211007**

**Mengetahui,**

**Pembimbing Tugas Akhir II**



**Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T**

**NIP. 197801272013101201**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T**

**NIP. 196612032006041001**

**SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC**

**Mellinio Agung Wahyudi (09011381722135)**

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University

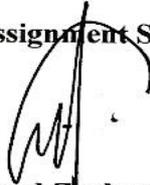
Email : [mellinioagung@gmail.com](mailto:mellinioagung@gmail.com)

**ABSTRACT**

Watering plants is a tedious thing and is often forgotten by both households and farmers, while plants really need enough water to grow. Seeing these conditions, researchers designed an automation tool that can water plants at a specified time based on environmental temperature and soil moisture. An automatic system designed using an Arduino UNO microcontroller as the main control, *Soil Moisture FC-28* as a humidity sensor, DS18B20 as a temperature sensor, and also logicfuzzy as a controller for the length of watering time. This research aims to obtain ideal soil conditions for lettuce plants (*Lactuca Sativa L*) can grow to its maximum. In research conducted for 2 weeks, logic was usedfuzzy This tool is able to obtain an average humidity of 75.6% and the temperature was 30.8°C.

**Keywords** : *Soil Moisture FC-28, DS18B20, Fuzzy Logic*

**Final Assignment Supervisor I**



**Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.**

**NIP. 19708252023211007**

**Know,**

**Final Assignment Supervisor II**



**Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T**

**NIP. 197801272013101201**

**Head of the Computer Systems  
Department**



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T**

**NIP. 196612032006041001**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang atas segala karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul “SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC”.

Dalam skripsi ini penulis menjelaskan mengenai sistem penyiraman otomatis berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah khususnya pada pertumbuhan tanaman selada dan juga data-data hasil penelitian penulis. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak, dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik meneliti pada bidang ini.

Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan YME dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ahmad Zarkasi, M.T selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir I di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir II di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen, Staff dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Kedua orang tua, saudara, dan Keluarga Besar yang selalu mendoakan dan memberika motivasi dan dukungan.
7. Teman-teman seperjuangan Sistem Komputer Angkatan 2017 Bukit yang selalu kompak dan selalu mendukung.
8. Teman-teman Slem-Main yang selalu ada saat saya senang tapi tidak saat saya sedih.
9. Dan semua kerabat yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Masih terdapat banyak kekurangan dalam pembuatan proposal skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat menerima kritik, saran, dan koreksi terhadap isi dari proposal skripsi ini yang bersifat membangun. Semoga dengan proposal skripsi ini akan menjadi tambahan ilmu pengetahuan dan pengembangan wawasan kita d an bermanfaat bagi semuanya. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terimakasih.

Palembang, Desember 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II.....</b>	<b>5</b>
2.1 Selada ( <i>lactuca sativa l</i> ).....	5
2.2 Tanah.....	6
2.3 Suhu dan Kelembaban .....	6
2.4 Logika <i>Fuzzy</i> .....	7
2.5 Arduino Uno .....	7
2.6 Sensor <i>Soil Moisture FC-28</i> .....	9
2.7 LCD.....	10
2.8 RTC ( <i>real time clock</i> ) .....	10

2.9	Pompa Air .....	11
2.10	Sensor DS18B20.....	12
2.11	Relay .....	12
<b>BAB III</b>	<b>.....</b>	<b>15</b>
3.1	Pendahuluan.....	15
3.1.1	Metode Penelitian .....	15
3.1.2	Kerangka Penelitian .....	16
3.2	Studi Literatur .....	17
3.2.1	Perancangan Sistem <i>Fuzzy</i> .....	17
3.2.2	Pembuatan <i>Fuzzy</i> .....	17
3.2.3	Pengujian <i>Fuzzy</i> .....	17
3.2.4	Pengambilan Data .....	18
3.2.5	Analisa Kinerja <i>Fuzzy</i> .....	18
3.2.6	Kesimpulan dan Saran .....	18
3.3	Perancangan Sistem <i>Fuzzy</i> .....	18
3.3.1	Perencanaan Fungsi Keanggotaan.....	19
3.3.2	Perencanaan Output <i>Fuzzy</i> .....	22
3.3.3	Perancangan Basis Aturan ( <i>Rule Base</i> ).....	24
3.3.4	Implikasi .....	26
3.3.5	Defuzzifikasi .....	26
3.4	Perancangan Sistem <i>Fuzzy</i> Arduino.....	26
3.5	Perancangan Alat .....	33
3.4.1	Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	33
3.4.2	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	34
3.4.3	Perancangan Sensor Kelembaban .....	34
3.4.4	Perancangan Sensor Suhu .....	36
3.4.5	Perancangan RTC .....	37
3.4.6	Perancangan <i>Relay</i> .....	39
3.4.7	Perancangan LCD .....	40
3.4.8	Perancangan Sistem Penyiraman Otomatis.....	41
3.4.9	Perancangan Elektronik Sensor .....	42
3.4.10	Perancangan Mekanik Alat .....	44
3.4.11	Perancangan Keseluruhan Sistem .....	45

<b>BAB IV</b> .....	<b>47</b>
4.1    Pendahuluan .....	47
4.2    Pengujian Sensor Kelembaban Tanah.....	47
4.3    Pengujian Sensor Suhu .....	49
4.4    Pengujian RTC.....	51
4.5    Pengujian <i>Fuzzy</i> .....	52
4.4.1    Fuzzifikasi .....	53
4.4.2    Defuzzifikasi .....	53
4.6    Pengujian Alat.....	55
<b>BAB V</b> .....	<b>58</b>
5.1    Kesimpulan .....	58
5.2    Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Selada .....	5
Gambar 2.2 Arduino .....	8
Gambar 2.3 Soil Moisture Sensor .....	9
Gambar 2.4 LCD .....	10
Gambar 2.5 RTC .....	11
Gambar 2.6 Pompa Air .....	11
Gambar 2.7 Sensor DS18B20 .....	12
Gambar 2.8 Relay .....	13
Gambar 3.1 Flowchart Kerangka Kerja .....	16
Gambar 3.2 Flowchart Logika <i>Fuzzy</i> .....	19
Gambar 3.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Suhu .....	20
Gambar 3.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Kelembaban .....	21
Gambar 3.5 Grafik Keanggotaan Output .....	24
Gambar 3.6 Fungsi Nilai Keanggotaan Arduino .....	27
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu Arduino .....	28
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Kelembaban Arduino .....	28
Gambar 3.9 Fuzzy Arduino Suhu Dingin .....	29
Gambar 3.10 Fuzzy Arduino Suhu Normal .....	29
Gambar 3.11 Fuzzy Arduino Suhu Panas .....	30
Gambar 3.12 Fuzzy Arduino Suhu Sangat Panas .....	30
Gambar 3.13 Fuzzy Arduino Kelembaban Kering .....	30

<b>Gambar 3.14 Fuzzy Arduino Kelembaban Sedang .....</b>	<b>31</b>
<b>Gambar 3.15 Fuzzy Arduino Kelembaban Lembab .....</b>	<b>31</b>
<b>Gambar 3.16 Rule-base Fuzzy Arduino .....</b>	<b>32</b>
<b>Gambar 3.17 Defuzzifikasi Arduino .....</b>	<b>32</b>
<b>Gambar 3.18 Flowchart Sensor Kelembaban .....</b>	<b>35</b>
<b>Gambar 3.19 Program Soil Moisture FC-28 .....</b>	<b>35</b>
<b>Gambar 3.20 Flowchart Sensor Suhu .....</b>	<b>36</b>
<b>Gambar 3.21 Program DS18b20 .....</b>	<b>37</b>
<b>Gambar 3.22 Flowchart RTC .....</b>	<b>38</b>
<b>Gambar 3.23 Program RTC .....</b>	<b>39</b>
<b>Gambar 3.24 Flowchart Relay .....</b>	<b>39</b>
<b>Gambar 3.25 Flowchart LCD .....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 3.26 Program LCD .....</b>	<b>41</b>
<b>Gambar 3.27 Skema Elektrik Keseluruhan .....</b>	<b>43</b>
<b>Gambar 3.28 Desain Alat Tampak Atas .....</b>	<b>44</b>
<b>Gambar 3.29 Desain Alat Tampak Samping .....</b>	<b>45</b>
<b>Gambar 3.30 Flowchart Sistem Keseluruhan .....</b>	<b>46</b>
<b>Gambar 4.1 Titik Tanam Sensor Kelembaban .....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 4.2 Hasil Pembacaan Sensor Kelembaban .....</b>	<b>48</b>
<b>Gambar 4.3 Penempatan Sensor Kelembaban .....</b>	<b>49</b>
<b>Gambar 4.4 Tampak Atas Sensor Kelembaban .....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 4.5 Hasil Pembacaan Nilai Suhu .....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 4.6 Pengujian RTC .....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 4.7 Hasil Fuzzifikasi Arduino .....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.8 Hasil Defuzzifikasi Arduino .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.9 Penempatan Alat .....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1 Input Suhu .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabel 3.2 Nilai Suhu .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabel 3.3 Input Kelembaban .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabel 3.4 Nilai Kelembaban .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabel 3.5 Hasil Percobaan Penyiraman .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabel 3.6 Nilai Variabel Output .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabel 3.7 <i>Rule Base</i>.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabel 3.8 Perangkat Keras .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabel 3.9 Konfigurasi Pin Arduino UNO .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 4.1 Pengujian Sensor Kelembaban .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabel 4.2 Persentase Error Sensor Kelembaban .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabel 4.3 Pengujian Sensor Suhu .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabel 4.4 Persentase Error Sensor Suhu .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabel 4.5 Pengujian Rule Base .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabel 4.6 Hasil Pengujian .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabel 4.7 Data Suhu dan Kelembaban Tanah .....</b>	<b>57</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selada (*Lactuca Sativa L*) merupakan sumber karbohidrat, serat, asam amino esensial, dan nutrisi lainnya yang penting bagi tubuh manusia. Selada juga menjadi tanaman komersial disebagian negara seperti Cina, Israel, Jepang, Thailand, dan Amerika [1]. Pada cuaca yang panas, jumlah air sangat mempengaruhi fotosintesis tumbuhan [2]. Inovasi di bidang pertanian pada era sekarang juga diperlukan demi memenuhi kebutuhan pangan global [3].

Perubahan iklim bumi saat ini sangatlah cepat, hal itu dihadapi oleh semua organisme saat ini termasuk juga tanaman. Kenaikan suhu saat ini mencapai 0,3°C per dekade secara global dan ini akan mempengaruhi ketahanan pangan manusia karena terjadi gelombang panas yang lebih besar dan lebih sering terjadi [4]. Menyediakan ketahanan pangan untuk populasi global yang terus tumbuh merupakan tantangan pada era saat ini [3]. Terlebih untuk menghemat penggunaan air dan waktu maka alat penyiraman otomatis berdasarkan suhu dan kelembaban tanah ini akan sangat berguna.

Penggunaan air yang efisien pada waktu dan tempat yang tepat dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Menjaga ketersediaan air sangat penting untuk ketahanan pangan terutama karena pertanian menghabiskan 70-80% air tawar dunia, maka menjaga penggunaan air diperlukan terutama pada daerah yang sangat minim ketersediaan air [5].

Pada penelitian sebelumnya "*Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce*" membandingkan selada yang ditanam secara hidroponik dengan selada yang ditanam ditanah. Penelitian menunjukkan bahwa kandungan antioksidan pada selada yang ditanam pada tanah lebih tinggi dari selada hidroponik. Umur penyimpanan selada hidroponik juga lebih pendek karena lebih banyak mengandung air [6]. Sehingga penggunaan media tanah untuk penanaman selada masih lebih efektif dibandingkan

hidroponik dengan menimbangkan segala kelebihan dan kekurangannya. Karena itu penulis membuat “SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*” untuk membantu para petani atau *home garden* mempermudah pemeliharaan tanaman dan mempercepat pertumbuhan selada.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Memahami cara kerja otomatisasi sistem penyiraman pada tanaman selada.
2. Bagaimana merancang sistem otomatis berdasarkan variabel suhu dan kelembaban tanah untuk tanaman selada.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan selada sebagai objek utama.
2. Input yang digunakan adalah suhu lingkungan dan kelembaban tanah.
3. Pada penelitian ini hanya sebatas melakukan penyiraman otomatis yang diatur oleh fuzzy logic.

## 1.4 Tujuan

Tujuan yang ada dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan kendali logika *fuzzy* dengan *crisp input* suhu dan kelembaban tanah.
2. Membantu mengurangi resiko tanaman akan mati karena kekurangan air.
3. Mempercepat pertumbuhan tanaman dan waktu panen.

## 1.5 Manfaat

Manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mumpuni untuk digunakan sebagai alat penyiraman otomatis pada tanaman selada.
2. Dapat membantu menentukan jumlah air berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah.
3. Dapat digunakan sebagai bahan riset pada bidang teknologi pertanian dan perkebunan.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan seperti berikut:

1. Tahapan Pertama (Perumusan masalah)

Tahap ini adalah penentuan pokok permasalahan mengenai pengimplementasian logika fuzzy pada alat penyiraman otomatis pada tanaman.

Pada tahap ini mencari referensi yang diambil dari buku maupun jurnal yang berkaitan dengan metode penelitian untuk menyelesaikan rumusan masalah pada sub-bab sebelumnya. Referensi yang digunakan berdasarkan kata kunci penelitian yang dilakukan.

2. Tahapan Kedua (Perencanaan)

Pada tahap ini berisi rancangan proses dilakukannya penelitian berdasarkan rumusan masalah dan literatur yang digunakan.

3. Tahapan Ketiga (Pengujian)

Tahap ini pengujian alat yang telah dibuat untuk penyiraman otomatis berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah.

4. Tahapan Keempat (Analisis)

Tahapan ini merupakan hasil dari pengambilan data dan menganalisa data berdasarkan alat yang telah dibuat sehingga mendapatkan hasil pengujian penyiraman tanaman otomatis berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah menggunakan logika fuzzy.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini dilakukan dengan menarik kesimpulan dari analisa dan studi literatur serta saran untuk penulis selanjutnya jika dijadikan bahan referensi.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini agar tujuan penelitiannya tercapai maka akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

#### **BAB 1           PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang penjabaran secara sistematis topik yang diambil meliputi latar belakang, perumusan dan batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

#### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab kedua ini menjelaskan dasar teori yang menunjang pembahasan dari penelitian ini. dasar teori ini berisi tentang penjelasan tentang pembangkit listrik, garam, kadar garam serta metode yang digunakan.

#### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ketiga ini membahas mengenai tahapan-tahapan penelitian yang meliputi pengembangan, pengujian serta analisis.

#### **BAB IV          HASIL DAN ANALISIS**

Pada bab keempat ini menjelaskan hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan.

#### **BAB V           KESIMPULAN**

Pada bab kelima ini menarik kesimpulan berdasarkan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Selada (*Lactuca sativa l*)

Selada (*Lactuca sativa L*) merupakan sayuran daun yang cukup digemari oleh masyarakat. Selada digunakan sebagai sayuran pelengkap yang dimakan mentah dan dijadikan salad [7]. Selain itu, Selada memiliki berbagai konsentrasi gizi yang lengkap dan mengandung senyawa lainnya yang berkhasiat sebagai obat [8]. Semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia serta meningkatnya kesadaran pemerintah akan kebutuhan gizi menyebabkan bertambahnya permintaan akan sayuran.



**Gambar 2.1 Selada**

Klasifikasi tanaman selada menurut Saparinto (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Superdivisi	: <i>Spermathophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliphyta</i>
Kelas	: <i>Magnolipsida</i>
Ordo	: <i>Asterales</i>
Family	: <i>Asteraceae</i>
Genus	: <i>Lactuca</i>
Spesies	: <i>Lactuca sativa L</i>

## 2.2 Tanah

Tanah merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, diantaranya untuk usaha pertanian. Tanah menyediakan nutrisi yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan dapat menyimpan air [9]. Tanah dalam definisi ilmiah adalah kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horizon, terdiri atas campuran yang terbuat dari bahan mineral, bahan organik, air dan udara sebagai media untuk tumbuhnya tanaman (Hardjowigeno, 2007). Karena itu diperlukan usaha untuk melestarikannya. Kelestarian tanah perlu diperhatikan dari segi sifat fisiknya (Sarief, 1986).

Bidang pertanian khususnya dalam budidaya tanaman, keadaan tanah dan pengelolaan merupakan faktor penting yang akan menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman yang diusahakan. Hal ini disebabkan karena tanah merupakan media tumbuh bagi tanaman, sebagai gudang dan pensuplai unsur hara [10]. Tanah berdasarkan ukuran partikelnya merupakan campuran dari pasir, debu, dan liat. Makin halus partikel akan menghasilkan luas permukaan partikel per satuan bobot yang makin luas [11]. Dengan demikian, liat merupakan fraksi tanah yang berpermukaan paling luas dibanding 2 fraksi lainnya. Pada permukaan partikel inilah terjadi berbagai reaksi kimiawi tanah, yang kemudian mempengaruhi kesuburan tanah (Hanafiah, 2005).

## 2.3 Suhu dan Kelembaban

Di atas suhu tertentu, sekitar 40°C bagi sebagian besar tumbuhan di wilayah beriklim sedang, sel-selnya mulai mensintesis *heat shock* protein, yang membantu melindungi protein-protein lain dari stress panas. Masalah yang dihadapi tumbuhan ketika suhu lingkungan turun adalah perubahan fluiditas membrane sel. Jika membran mendingin di bawah titik kritis, fluiditasnya hilang karena lipid terkunci menjadi struktur-struktur kristal. Ini mengubah transpor zat terlarut menyeberangi membran dan juga member pengaruh buruk pada fungsi-fungsi protein membran [12].

Suhu dan kelembaban bersifat fluktuatif dan mudah berubah setiap waktu, keduanya harus bisa dikontrol agar didapatkan hasil tanaman terbaik dan juga sebagai penentu performa dari sistem pertanian presisi yang dibuat. Dengan demikian

diperlukan metode pengontrolan suhu dan kelembaban yang presisi dan fleksibel. Tanaman selada hijau (*Lactuca sativa L.*) termasuk jenis tanaman sayuran populer dan punya harga jual tinggi, kondisi suhu dan kelembaban ideal tanaman ini adalah 19 °C-30 °C dan 75% [13].

## 2.4 Logika Fuzzy

Fuzzy logic pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy [14]. Tidak seperti boolean, fuzzy logic mempunyai nilai kontinu. Ada beberapa jenis logika fuzzy yang kita kenal seperti Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto. Berikut tahapan untuk mengimplementasikan logika fuzzy yaitu :

### a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang dilakukan dalam metode logika fuzzy. Tahap ini dilakukan dengan proses mengubah nilai crisp (numerik) menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan (membership function).

### b. Aturan fuzzy

Aturan fuzzy dibuat berdasarkan keadaan yang diinginkan.

### c. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahap akhir dalam perancangan logika fuzzy. Tahap ini merupakan tahap penegasan input. Penegasan ini diperoleh dari aturan-aturan fuzzy, sedangkan outputnya adalah bilangan pada domain himpunan fuzzy.

## 2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah jenis suatu papan (board) dengan berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit yang dilengkapi dengan sejumlah pin yang

digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain. Arduino adalah mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan untuk diprogram.



**Gambar 2.2 Arduino Uno**

Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang dasarnya ialah ATmega328 (datasheet). Uno memiliki 14 pin digital masukka/ keluaran. Enam diantaranya digunakan sebagai keluaran PWM, enam sebagai masukan analoh, sebuah isolator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno berbeda dari board Arduino sebelumnya, Uno tidak memakai chip driver FTDI USB-to-serial [15]. Sebaliknya ATmega16U2 diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Uno memuat semua yang diperlukan dalam penunjang mikrokontroler, menghubungkan ke sebuah komputer dengan kabel USB. Arduino Uno memiliki spesifikasi seperti berikut ini:

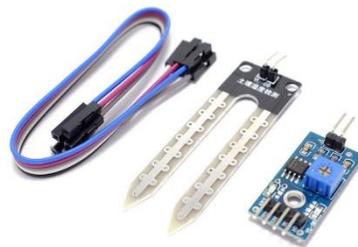
Microcontroller	: ATmega328
Operating Voltage	: 5V
Input Voltage (recommended)	: 7-12V
Input Voltage (limits)	: 6-20V
Digital I/O Pins	: 14 (6 diantaranya keluaran PWM)
Analog Input Pins	: 6 (Pin)
DC Current per I/O Pin	: 40 mA
DC Current for 3.3V Pin	: 50 mA

Flash Memory	: 32 KB (ATmega328),
SRAM	: 2 KB (ATmega328),
EEPROM	: 1 KB (ATmega328),
CLOCK SPEED	: 16

## 2.6 Sensor *Soil Moisture FC-28*

Soil moisture sensor FC-28 adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban [16]. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar) [17]. Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah.

Soil moisture sensor FC-28 memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3.3V atau 5V, tegangan output sebesar 0 – 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit. Prinsip kerja moisture sensor pada alat ini adalah dengan menanamkan satu buah sensor kelembaban pada tanah. Kerja sensor ini mendeteksi adanya tingkat kelembaban. Kelembaban tersebut disetting dengan parameter khusus, sehingga ketika kelembaban tersebut sesuai, maka tanah longsor dipastikan akan terjadi.



**Gambar 2.3 Soil Moisture Sensor**

## 2.7 LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat (device) yang sering digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan seven segment. LCD berfungsi sebagai salah satu alat komunikasi dengan manusia dalam bentuk tulisan/gambar. Untuk menghubungkan microcontroller dengan LCD dibutuhkan konfigurasi antara pin-pin yang ada di LCD dengan Port yang ada di mikrokontroler [18].



**Gambar 2.4 LCD**

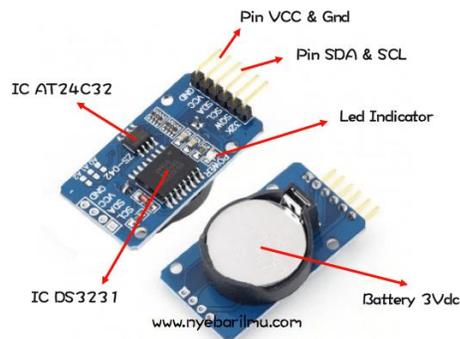
Adapun fitur dari LCD diatas adalah

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan
- c. Terdapat karakter generator terprogram
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit
- e. Dilengkapi dengan back light.

## 2.8 RTC (*real time clock*)

RTC (Real Time Clock) merupakan chip dengan konsumsi daya rendah. RTC menyediakan data dalam bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan serta tahun dan informasi yang dapat diprogram. Dengan keunggulan chip pada RTC tersebut dapat menghitung hingga ke angka tahun 2100 secara akurat. Dengan berbagai kemampuan antarmuka IC-IC yang dimiliki membuat chip ini mudah dikaitkan atau dihubungkan dengan mikrokontroler yang memiliki build-in periferil lainnya secara leluasa.

Pada perancangan Alat ini RTC (Real Time Clock) berfungsi sebagai penjadwalan penyiraman otomatis pada tanaman. Pada perancangan ini penulis terlebih dahulu memprogram jadwal untuk kerja RTC dalam waktu dua kali dalam sehari.



**Gambar 2.5 RTC**

## 2.9 Pompa Air

Pada prinsipnya, pompa air secara umum bekerja dengan cara mentransfer sejumlah volume air lewat ruang suction menuju ruang outlet dengan memanfaatkan impeler. Dengan begitu, seluruh ruang udara akan terisi oleh air dan menciptakan tekanan fluida untuk ditarik lewat dasar sumber air menuju lokasi tujuan. Untuk penggunaan mesin pompa air, air yang ada di dalam ruang impeler akan digerakkan menggunakan sebuah motor. Air akan terus didorong keluar menuju pipa penyaluran selama impeler terus berputar.



**Gambar 2.6 Pompa Air**

Adapun spesifikasi pompa air diatas adalah sebagai berikut :

- a. Dimensi 170 x 100 x 67 mm
- b. Jenis pompa air diafragma

- c. Tegangan motor 60-65W
- d. Tekanan air maksimal 0.5Mpa
- e. Aliran air maksimal 4L/Min

### 2.10 Sensor DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital one wire atau hanya membutuhkan satu pin jalur data komunikasi. Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang unik yang berarti dapat menggunakan banyak sensor pada bus daya yang sama (banyak sensor terhubung ke GPIO yang sama). Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang unik yang berarti dapat menggunakan banyak sensor pada bus daya yang sama (banyak sensor terhubung ke GPIO yang sama) [19].



**Gambar 2.7 Sensor DS18B20**

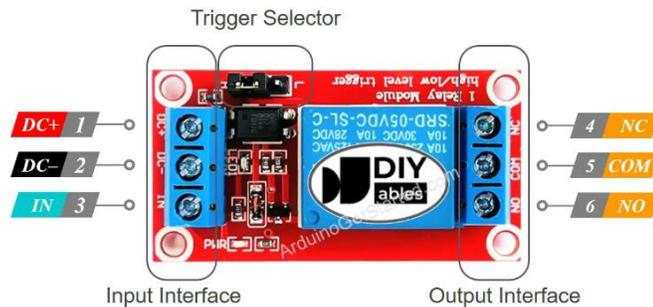
Berikut spesifikasi sensor DS18B20 :

- a. *Power supply* : 3 - 5.5 VDC
- b. *Resolution ratio* : 9 - 12 bit
- c. *Temperature range* : -50 - 125°C
- d. *Probe material* : Stainless steel
- e. *Connection mode* : Hitam – ground, kuning – data, merah – VDD+

### 2.11 Relay

*Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical 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 [20].



**Gambar 2.8 Relay**

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet* (Coil)
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point* (Saklar)
4. *Spring*

Karena *Relay* merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada *Relay*. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah *Pole* and *Throw* :

- *Pole* : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah *relay*
- *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)

Berdasarkan penggolongan jumlah *Pole* dan *Throw*-nya sebuah *relay*, maka *relay* dapat digolongkan menjadi :

- *Single Pole Single Throw* (SPST) : *Relay* golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- *Single Pole Double Throw* (SPDT) : *Relay* golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- *Double Pole Single Throw* (DPST) : *Relay* golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. *Relay* DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.

- *Double Pole Double Throw (DPDT)* : *Relay* golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendahuluan**

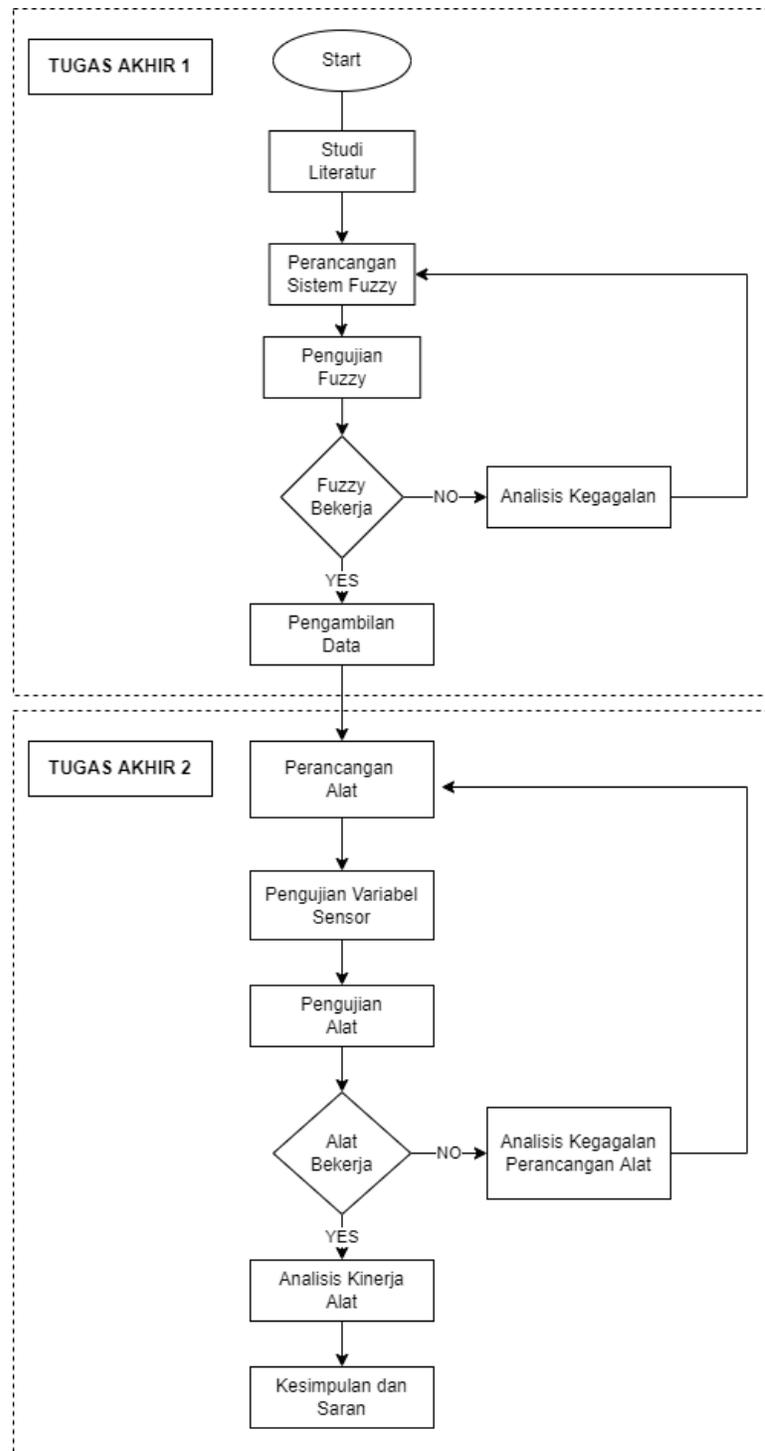
Bab ini berisi tentang penjelasan metodologi yang digunakan oleh penulis pada penelitian ini, yaitu tahapan perencanaan sistem penyiraman otomatis pada tanaman selada berdasarkan suhu dan kelembaban lingkungan menggunakan logika *Fuzzy* dengan output lama waktu penyiraman dalam satuan detik yang digunakan untuk menaikkan suhu maupun kelembaban tanah sesuai dengan yang dibutuhkan.

##### **3.1.1 Metode Penelitian**

Penelitian “SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L*) BERDASARKAN SUHU LINGKUNGAN DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC” yang dirancang oleh penulis ini akan menjadi sebuah prototipe yang dapat melakukan penyiraman otomatis untuk mencapai suhu dan kelembaban tanah yang ditentukan lalu ditampilkan pada monitor LCD. Hal yang pertama dilakukan adalah perancangan alat. Menyiapkan tempat untuk pertumbuhan tanaman selada pada lahan tanah 3x1 meter. Kemudian melakukan kalibrasi pada sensor suhu (DS18B20), kelembaban tanah (soil moisture), dan modul waktu (RTC) yang digunakan penulis. Selanjutnya menghubungkan sensor soil moisture, DS18B20, dan RTC pada mikrokontroler Arduino Uno untuk pemrosesan berikutnya. Lalu menghubungkan pompa, monitor LCD, dan power supply DC 12V pada mikrokontroler Arduino uno. Dan akhirnya waktu penyiraman akan diatur oleh modul waktu (RTC) dan jumlah debit air yang dikeluarkan akan dihitung berdasarkan kontrol Fuzzy Logic dan ditampilkan melalui monitor LCD.

### 3.1.2 Kerangka Penelitian

Tahapan penelitian akan ditunjukkan pada diagram alur berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Kerangka Kerja

### **3.2 Studi Literatur**

Untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan alat-alat yang akan digunakan untuk penyiraman otomatis maka mempelajari penelitian terdahulu merupakan tahapan yang penting. Mempelajari beberapa hal yang telah digunakan pada penelitian terdahulu untuk mengkalibrasi setiap sensor sehingga membuat sensor tersebut menjadi lebih baik.

#### **3.2.1 Perancangan Sistem *Fuzzy***

Dalam perancangan *Fuzzy* terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Perancangan variabel input *fuzzy*, menentukan variabel input *fuzzy* untuk penyiraman otomatis pada tanaman selada.
2. Perancangan aturan *fuzzy*, membuat aturan berdasarkan input *fuzzy*.
3. Perancangan metode defuzzifikasi, menentukan metode *fuzzy* apa yang akan digunakan.
4. Perancangan simulasi sistem *fuzzy*, menjalankan simulasi sistem *fuzzy*.

#### **3.2.2 Pembuatan *Fuzzy***

Dalam tahap ini juga terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Pembuatan variabel input *fuzzy*.
2. Pembuatan aturan *fuzzy*.
3. Pembuatan metode defuzzifikasi
4. Melakukan simulasi sistem *fuzzy*

#### **3.2.3 Pengujian *Fuzzy***

Pada tahap ini dilakukan pengujian kemampuan pada sistem *fuzzy* penyiraman otomatis berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah, apakah alat sudah berjalan sesuai dengan yang direncanakan penulis atau belum. Jika sistem *fuzzy* sudah bekerja dengan baik maka akan dilakukan pengambilan data, tetapi jika tidak bekerja akan dilakukan analisa kembali pada pembuatan *fuzzy* dan akan diperbarui kembali

lalu dilakukan pengujian kembali sampai sistem fuzzy tersebut bekerja sesuai dengan harapan penulis.

#### **3.2.4 Pengambilan Data**

Setelah dilakukan pengujian sistem fuzzy, maka akan dilakukan pengambilan data selama proses pengujian berlangsung.

#### **3.2.5 Analisa Kinerja *Fuzzy***

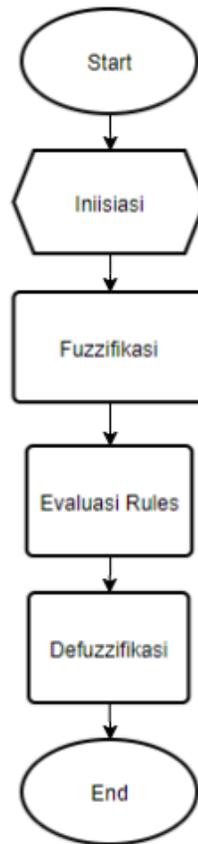
Setelah dilakukan pengambilan data kemudian mengolah data tersebut maka dapat ditentukan kualitas dari alat yang telah dibuat baik dari tingkat presisi dan keakurasian dari sensor ataupun tentang error pada pengukurannya.

#### **3.2.6 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan didapatkan berdasarkan perumusan masalah setelah dilakukan pengambilan data dan analisis terhadap hasil pengujian. Saran untuk pengembangan penelitian tahap selanjutnya juga akan dijelaskan pada bagian ini.

### **3.3 Perancangan Sistem *Fuzzy***

Perancangan Logika fuzzy pada sistem ini dilakukan dengan tujuan membuat sistem berjalan dengan semestinya. Sistem fuzzy yang dirancang harus sesuai dengan kaidah/rule yang sudah dibuat sebelumnya. Metode fuzzy yang digunakan pada tugas akhir ini adalah fuzzy sugeno metode min. Pada sistem fuzzy ini terdapat 1 fuzzy yaitu lama waktu penyiraman. Untuk fuzzy penyiraman terdapat 2 variabel linguistic yaitu suhu lingkungan dan kelembaban tanah 12 rule dan 1 output. Berikut ini adalah flowchart sistem fuzzy.



**Gambar 3.2 Flowchart Logika *Fuzzy***

### 3.3.1 Perencanaan Fungsi Keanggotaan

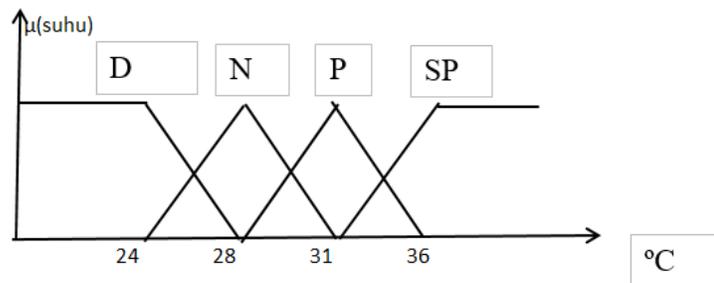
Pada Sistem fuzzy penelitian ini memiliki dua input yaitu suhu dan kelembaban, untuk output lama waktu penyiraman. Untuk input suhu, tergantung pada keadaan suhu lingkungan, di buat himpunan dingin, normal dan panas. Kemudian untuk input kelembaban berdasarkan kelembaban tanah setiap waktunya. Pada variabel input suhu dibuat himpunan Dingin (D), Normal (N), Panas (P), Sangat Panas. Berikut tabel variabel input suhu :

**Tabel 3.1 Input Suhu**

No	Parameter	Nilai
1	Dingin (D)	16-28
2	Normal (N)	24-31

3	Panas (P)	28 - 34
4	Sangat Panas (SP)	$\geq 34$

Dari tabel diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk suhu dingin berada pada rentang nilai 16-28, lalu untuk suhu normal berada pada nilai 24-31, dan untuk suhu panas berada pada rentang nilai 28-35. Untuk grafik fungsi keanggotaan variabel suhu dapat dilihat pada gambar dibawah.



**Gambar 3.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Suhu**

Dari grafik diatas, akan didapatkan persamaan derajat keanggotaan suhu yang akan ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.2 Nilai Suhu**

Variabel	Rentang	Fungsi Keanggotaan
Dingin	$x \leq 24$	$\mu_{\text{Suhu Dingin}} = 1$
	$24 \leq x \leq 28$	$\mu_{\text{Suhu Dingin}} = \frac{28 - x}{28 - 24}$
	$x \geq 28$	$\mu_{\text{Suhu Dingin}} = 0$
Normal	$24 \leq x \leq 28$	$\mu_{\text{Suhu Normal}} = \frac{x - 24}{28 - 24}$
	$28 \leq x \leq 31$	$\mu_{\text{Suhu Normal}} = \frac{31 - x}{31 - 28}$
	$x \leq 24$ atau $x \geq 28$	$\mu_{\text{Suhu Normal}} = 0$
Panas	$28 \leq x \leq 31$	$\mu_{\text{Suhu Panas}} = \frac{x - 28}{31 - 28}$
	$31 \leq x \leq 34$	$\mu_{\text{Suhu Panas}} = \frac{34 - x}{34 - 31}$
	$x \leq 28$ atau $x \geq 31$	$\mu_{\text{Suhu Panas}} = 0$
	$x \leq 34$	$\mu_{\text{Suhu Sangat Panas}} = 0$

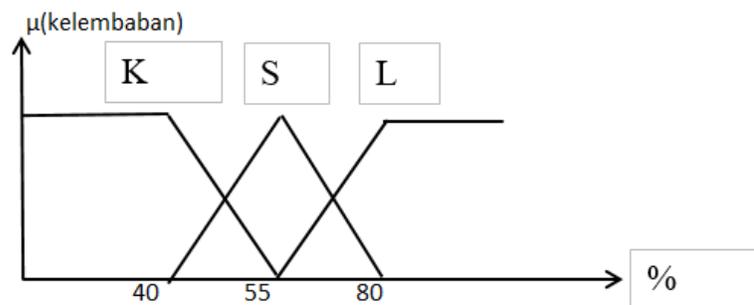
Sangat Panas	$31 \leq x \leq 34$	$\mu_{\text{Suhu Sangat Panas}} = \frac{x-31}{34-31}$
	$x \geq 34$	$\mu_{\text{Suhu Sangat Panas}} = 1$

Variabel input kelembaban tanah merupakan nilai kelembaban yang diukur sebelum dilakukan penyiraman. Pada variabel ini dibuat himpunan Kering (K), Sedang (S), dan Lembab (L). Berikut tabel variabel input kelembaban tanah.

**Tabel 3.3 Input Kelembaban**

No	Parameter	Nilai
1	Kering (K)	0-55
2	Sedang (S)	40-100
3	Lembab (L)	$\geq 80$

Dari tabel input kelembaban diatas maka didapatkan nilai fungsi keanggotaan kelembaban dengan rentang nilai masing-masing yaitu, untuk nilai kering dengan rentang nilai 0-55, nilai sedang 40-80, dan untuk nilai lembab 70-100. Untuk grafik fungsi keanggotaan variabel input kelembaban dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Kelembaban**

Dari grafik keanggotaan diatas, maka dapat dibuat persamaan seperti yang akan ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.4 Nilai Kelembaban**

Variabel	Rentang	Fungsi keanggotaan
Kering	$x \leq 40$	$\mu_{\text{Kering}} = 1$
	$40 \leq x \leq 55$	$\mu_{\text{Kering}} = \frac{55-x}{55-40}$

	$x \geq 55$	$\mu_{\text{Kering}} = 0$
Sedang	$40 \leq x \leq 55$	$\mu_{\text{Sedang}} = \frac{x-40}{55-40}$
	$55 \leq x \leq 100$	$\mu_{\text{Sedang}} = \frac{100-x}{100-55}$
	$x \leq 40$ atau $x \geq 55$	$\mu_{\text{Sedang}} = 0$
Lembab	$x \leq 100$	$\mu_{\text{Panas}} = 0$
	$55 \leq x \leq 100$	$\mu_{\text{Panas}} = \frac{x-55}{100-55}$
	$x \geq 100$	$\mu_{\text{Panas}} = 1$

### 3.3.2 Perencanaan Output *Fuzzy*

Sistem ini memiliki output berupa lama waktu penyiraman (s) pada tanah sesuai dengan kelembaban yang diinginkan. Variabel outout didapatkan dari percobaan yang dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembaban tanah sebelum dilakukan penyiraman dan saat sudah dilakukan penyiraman dengan menyalakan pompa. Percobaan yang dilakukan akan ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.5 Hasil Percobaan Penyiraman**

Suhu	Kelembaban	Waktu	Suhu	Kelembaban
30°C	40	45 detik	29°C	70
30°C	80		29°C	90
30°C	60		29°C	90
30°C	65		29°C	85
34°C	60	25 detik	33°C	75
34°C	80		33°C	90
34°C	85		33°C	90
34°C	80		33°C	90
32°C	45	50 detik	30°C	70
32°C	55		30°C	80
32°C	45		30°C	75
32°C	55		30°C	80

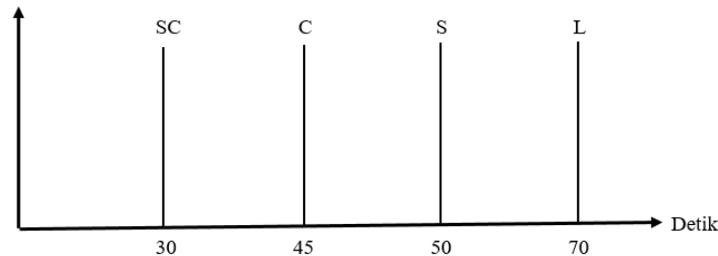
32°C	30	50 detik	31°C	55
32°C	35		31°C	65
32°C	40		31°C	65
32°C	35		31°C	60
34°C	35	75 detik	32°C	75
34°C	40		32°C	75
34°C	40		32°C	70
34°C	30		32°C	80
30°C	60	30 detik	30°C	70
30°C	65		30°C	75
30°C	55		30°C	70
30°C	60		30°C	75
30°C	55	35 detik	29°C	70
30°C	60		29°C	70
30°C	65		29°C	70
30°C	55		29°C	70
31°C	55	30 detik	31°C	70
31°C	65		31°C	75
31°C	65		31°C	75
31°C	70		31°C	70
32°C	50	30 detik	30°C	70
32°C	55		30°C	70
32°C	60		30°C	75
32°C	50		30°C	70

Dari data tabel diatas maka didapatkan nilai yang mewakili setiap angka yang sering muncul. Data dari nilai diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.6 Nilai Variabel Output**

Variabel	Nilai
SC	30
C	45
S	50
L	70

Variabel output yang digunakan pada sistem Fuzzy ini adalah penyiraman. Variabel ini akan menentukan lama waktu penyiraman. Terdapat 4 variabel yang digunakan yaitu SC = sangat cepat, C = cepat, S = sedang, L = lama. Masing – masing nilai output yang dimasukkan adalah SC = 30, C = 45, S = 50, L = 70. Untuk output ini adalah lama waktu penyiraman setiap hari, dengan output seperti ini nantinya akan memudahkan untuk menghemat waktu dan mengontrol jumlah air yang digunakan.

**Gambar 3.5 Grafik Keanggotaan Output**

### 3.3.3 Perancangan Basis Aturan (*Rule Base*)

Basis aturan dibuat untuk mengendalikan sistem fuzzy ini dengan baik. Basis aturan adalah seperangkat aturan berdasarkan JIKA MAKA. Basis aturan ini akan membentuk basis pengetahuan fuzzy yang akan dikompilasi sebagai memori asosiatif fuzzy. Pada penelitian ini, *rule base* yang dimiliki ada 12 *rule* karena memiliki 2 input masing-masing terdiri dari 4 dan 3 himpunan. *Rule base* pada penelitian ini akan ditunjukkan pada tabel dibawah.

**Tabel 3.7 Rule Base**

No	Input		Output
	Suhu	Kelembaban	
1	D	K	C
2	N	K	S
3	P	K	L
4	SP	K	L
5	D	S	C
6	N	S	C
7	P	S	S
8	SP	S	L
9	D	L	SC
10	N	L	SC
11	P	L	C
12	SP	L	S

Berdasarkan tabel diatas, maka penjelasan *rule base* adalah sebagai berikut.

1. Jika Suhu Dingin, Kelembaban Kering, Maka Outputnya Menjadi C
2. Jika Suhu Sedang, Kelembaban Kering, Maka Outputnya Menjadi S
3. Jika Suhu Panas, Kelembaban Kering, Maka Outputnya Menjadi L
4. Jika Suhu Sangat Panas, Kelembaban Kering, Maka Outputnya Menjadi L
5. Jika Suhu Dingin, Kelembaban Sedang, Maka Outputnya Menjadi C
6. Jika Suhu Sedang, Kelembaban Sedang, Maka Outputnya Menjadi C
7. Jika Suhu Panas, Kelembaban Sedang, Maka Outputnya Menjadi S
8. Jika Suhu Sangat Panas, Kelembaban Sedang, Maka Outputnya Menjadi L
9. Jika Suhu Dingin, Kelembaban Lembab, Maka Outputnya Menjadi SC
10. Jika Suhu Sedang, Kelembaban Lembab, Maka Outputnya Menjadi SC
11. Jika Suhu Panas, Kelembaban Lembab, Maka Outputnya Menjadi C
12. Jika Suhu Sangat Panas, Kelembaban Lembab, Maka Outputnya Menjadi S

### 3.3.4 Implikasi

Metode implikasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode fuzzy sugeno MIN. Implikasi min merupakan tahap untuk memperoleh nilai keluaran dari aturan dengan cara mencari nilai minimum (nilai terkecil) dan aturan-aturan yang telah terbentuk.

### 3.3.5 Defuzzifikasi

Metode defuzzifikasi pada sistem fuzzy di penelitian ini menggunakan metode rata rata (average). Dalam metode perhitungan sugeno, proses defuzzyfikasi menggunakan Weight Average (WA) / Metode rata-rata. Berikut ini merupakan rumus defuzzifikasi :

$$Z = \frac{\sum \mu_i \cdot Z_i}{\sum \mu_i}$$

## 3.4 Perancangan Sistem *Fuzzy* Arduino

Setelah *fuzzy* selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah mengimplementasikannya dalam bahasa program agar alat dapat bekerja sesuai dengan *fuzzy* yang telah dibuat. Perancangan dimulai dengan membuat fungsi nilai keanggotaan *fuzzy* pada arduino seperti gambar dibawah ini.

```

int range[11];
byte alpha[6];
byte hasil[6];
byte rules[11];
float rules2;
float hasilMin;
float Min1;
int fuzzy_suhu;
int fuzzy_kelembaban;
float tampung;
float D;
float N;
float P;
float G;
float K;
float S;
float L;
float derajat;
float Min[11];

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  range [0] = 24; //fungsi keanggotaan Suhu Dingin
  range [1] = 28; //fungsi keanggotaan Suhu Normal
  range [2] = 31; //fungsi keanggotaan Suhu Panas
  range [3] = 34; //fungsi keanggotaan Suhu Sangat Panas
  range [4] = 40; //fungsi keanggotaan kelembaban Kering
  range [5] = 55; //fungsi keanggotaan kelembaban Sedang
  range [6] = 80; //fungsi keanggotaan kelembaban Lembab
  range [7] = 30; //Output keanggotaan Sangat Cepat
  range [8] = 45; //Output keanggotaan Cepat
  range [9] = 50; //Output keanggotaan Sedang
  range [10] = 70; //Output keanggotaan Lama
}

```

**Gambar 3.6 Fungsi Nilai Keanggotaan Arduino**

Setelah fungsi nilai keanggotaan pada arduino selesai dibuat maka selanjutnya adalah membuat variabel keanggotaan pada arduino. Berikut adalah gambar program variabel fungsi keanggotaan pada arduino.

```

void loop(){
  tampung = (float) fuzzy_suhu;
  D = (float) range[0];
  N = (float) range[1];
  P = (float) range[2];
  G = (float) range[3];

  rumus_1();
  rumus_2();
  rumus_3();
  rumus_4();

  hasil[0] = alpha[0];
  hasil[1] = alpha[1];
  hasil[2] = alpha[2];
  hasil[3] = alpha[3];

  tampung = (float) fuzzy_suhu;
  rumus_1();
  rumus_2();
  rumus_3();
  rumus_4();
}

```

**Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Suhu Arduino**

```

tampung = (float) fuzzy_kelembaban;
K = (float) range[4];
S = (float) range[5];
L = (float) range[6];

rumus_5();
rumus_6();
rumus_7();

hasil[4] = alpha[4];
hasil[5] = alpha[5];
hasil[6] = alpha[6];

tampung = (float) fuzzy_kelembaban;
rumus_5();
rumus_6();
rumus_7();

```

**Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Kelembaban Arduino**

Setelah semua nilai dan variabel fungsi keanggotaan selesai dibuat maka selanjutnya masuk ke proses *fuzzy* dengan membuat rumus *fuzzy*. Berikut ini akan menampilkan program rumus *fuzzy* pada Arduino.

```
void rumus_1(){ // fuzzy variable suhu Dingin
  if (tampung < D){
    derajat = 1;
  }
  else if (tampung > N){
    derajat = 0;
  }
  else {
    derajat = (N - tampung)/(N - D);
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[0] = (byte) derajat;
}
```

**Gambar 3.9 Fuzzy Arduino Suhu Dingin**

```
void rumus_2(){ // fuzzy variable suhu Normal
  if (tampung > D && tampung <= N){
    derajat = (tampung - D)/(N - D);
  }
  else if (tampung >= N && tampung < P){
    derajat = (P - tampung)/(P - N);
  }
  else {
    derajat = 0;
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[1] = (byte) derajat;
}
```

**Gambar 3.10 Fuzzy Arduino Suhu Normal**

```

void rumus_3(){ // fuzzy variable suhu Panas
  if (tampung > N && tampung <= P){
    derajat = (tampung - N)/(P - N);
  }
  else if (tampung >= P && tampung < G){
    derajat = (G - tampung)/(G - P);
  }
  else {
    derajat = 0;
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[2] = (byte) derajat;
}

```

**Gambar 3.11 Fuzzy Arduino Suhu Panas**

```

void rumus_4(){ // fuzzy variable suhu Sangat Panas
  if (tampung >= P && tampung <= G){
    derajat = (tampung - P)/(G - P);
  }
  else if (tampung > G){
    derajat = 1;
  }
  else if (tampung < P){
    derajat = 0;
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[3] = (byte) derajat;
}

```

**Gambar 3.12 Fuzzy Arduino Suhu Sangat Panas**

```

void rumus_5(){ // fuzzy variable kelembaban Kering
  if (tampung <= K){
    derajat = 1;
  }
  else if (tampung > S){
    derajat = 0;
  }
  else {
    derajat = (S - tampung)/(S - K);
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[4] = (byte) derajat;
}

```

**Gambar 3.13 Fuzzy Arduino Kelembaban Kering**

```

void rumus_6(){ //fuzzy variable kelembaban Sedang
  if (tampung > K && tampung <= S){
    derajat = (tampung - K)/(S - K);
  }
  else if (tampung > S && tampung < L){
    derajat = (L - tampung)/ (L - S);
  }
  else {
    derajat = 0;
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[5] = (byte) derajat;
}

```

**Gambar 3.14 Fuzzy Arduino Kelembaban Sedang**

```

void rumus_7(){ //fuzzy variable kelembaban Lembab
  if (tampung >= S && tampung <= L){
    derajat = (tampung - S)/(L - S);
  }
  else if (tampung > L){
    derajat = 1;
  }
  else if (tampung < S){
    derajat = 0;
  }
  derajat = derajat*100;
  alpha[6] = (byte) derajat;
}

```

**Gambar 3.15 Fuzzy Arduino Kelembaban Lembab**

Setelah rumus *fuzzy* selesai dibuat maka selanjutnya adalah membuat program *rule base* untuk menentukan nilai output dari *fuzzy* yang sudah dibuat. Gambar dibawah ini akan menampilkan *rule-base* pada arduino.

```

void evaluasi_rules(){
  rules[0] = min(hasil[0], hasil[4]);
  rules[1] = min(hasil[1], hasil[4]);
  rules[2] = min(hasil[2], hasil[4]);
  rules[3] = min(hasil[3], hasil[4]);

  rules[4] = min(hasil[0], hasil[5]);
  rules[5] = min(hasil[1], hasil[5]);
  rules[6] = min(hasil[2], hasil[5]);
  rules[7] = min(hasil[3], hasil[5]);

  rules[8] = min(hasil[0], hasil[6]);
  rules[9] = min(hasil[1], hasil[6]);
  rules[10] = min(hasil[2], hasil[6]);
  rules[11] = min(hasil[3], hasil[6]);
}

```

**Gambar 3.16 Rule-base Fuzzy Arduino**

Setelah *rule-base* selesai maka masuk ke proses *defuzzyfikasi* metode *minimum* untuk mendapatkan nilai akhir dari proses *fuzzy* yang sudah dibuat, nilai tersebut nantinya akan digunakan untuk input masukkan alat bekerja. Berikut ini adalah gambar program *defuzzyfikasi* pada arduino.

```

Min[0] = (rules[0]*range[8]); // C
Min[1] = (rules[1]*range[9]); //S
Min[2] = (rules[2]*range[10]); //L
Min[3] = (rules[3]*range[10]); //L
Min[4] = (rules[4]*range[8]); //C
Min[5] = (rules[5]*range[8]); //C
Min[6] = (rules[6]*range[9]); //S
Min[7] = (rules[7]*range[10]); //L
Min[8] = (rules[8]*range[7]); //SC
Min[9] = (rules[9]*range[7]); //SC
Min[10] = (rules[10]*range[8]); //C
Min[11] = (rules[11]*range[9]); //S

Min1 = Min[0]+Min[1]+Min[2]+Min[3]+Min[4]+Min[5]+Min[6]+Min[7]+Min[8]+Min[9]+Min[10]+Min[11];
rules2 = rules[0]+rules[1]+rules[2]+rules[3]+rules[4]+rules[5]+rules[6]+rules[7]+rules[8]+rules[9]+rules[10]+rules[11];

hasilMin = Min1/rules2;

```

**Gambar 3.17 Defuzzyfikasi Arduino**

### 3.5 Perancangan Alat

Pada penelitian ini menggunakan beberapa perangkat untuk melakukan kegiatan penelitian sehingga mendapat hasil yang maksimal. Perangkat yang digunakan dibagi menjadi 2 jenis yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Perangkat keras terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor *Soil Moisture FC-28* sebagai sensor kelembaban tanah, sensor DS18B20 sebagai sensor pengukur suhu lingkungan, RTC (*real time clock*) untuk menentukan waktu penyiraman, LCD untuk menampilkan data sensor, *Relay* untuk mengatur kerja dari pompa air, dan pompa air untuk melakukan penyiraman. Sedangkan perangkat lunak menggunakan Microsoft Excell untuk mensimulasikan *fuzzy* dan Arduino IDE sebagai *software* yang digunakan untuk membuat program yang nantinya akan dimasukkan ke mikrokontroler Arduino Uno. Berikut merupakan rincian dari perangkat yang digunakan.

#### 3.4.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.8 Perangkat keras**

No	Nama	Keterangan	Jumlah
1	Air	Air PDAM Palembang	-
2	Selada	Biji selada darat	5gr
3	Tanah	Petak tanah ukuran 1x1 M	1
4	Arduino Uno	Mikrokontroler	1
5	Sensor Soil Moisture FC-28	Pengukur kelembaban tanah	4
6	Sensor suhu DS18B20	Pengukur suhu lingkungan	1
7	RTC	Penentu waktu	1
8	LCD	Ukuran 16x2 karakter	1
9	Pompa Air	Melakukan penyiraman	1
10	Relay	Mengatur kerja pompa air	1

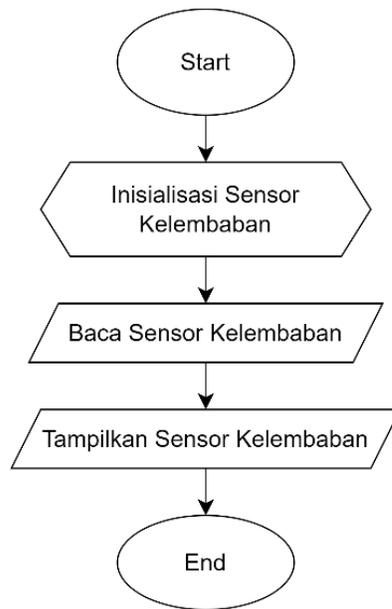
### 3.4.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan memiliki tujuan untuk menghasilkan alat yang mempunyai strukturisasi perancangan yang akurat sesuai dengan apa yang telah dibuat pada proposal. Perancangan alat bisa jadi tolak ukur untuk melanjutkan bab selanjutnya nanti. Jika tahap perancangan telah dilakukan dengan baik serta memenuhi standar yang ditentukan, maka alat yang dirancang bisa beroperasi sesuai harapan. Namun jika pada tahapan ini, kita tidak mematuhi aturan walaupun sekecil apapun, maka akan memperoleh hasil yang tentu tidaklah baik dan tidak sesuai apa yang kita harapkan.

Setelah perancangan alat telah dilakukan tahapan selanjutnya yaitu melakukan perancangan perangkat lunak atau perancangan program. Adapun tujuan dari perancangan program yaitu agar alat yang dirancang dapat melakukan perintah sebagaimana alat bekerja dengan baik. Pemrograman pada perangkat lunak memiliki fungsi agar bisa mengendalikan kerja mikrokontroler, yang akan digunakan pada alat, program perangkat lunak ini akan menjelaskan inisialisasi Sensor *Soil Moisture* FC-28, Sensor DS18B20, RTC, Relay, dan LCD.

### 3.4.3 Perancangan Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban ini berfungsi untuk mengetahui tingkat kelembaban tanah sebelum maupun sesudah dilakukan penyiraman. Dalam perancangan sensor kelembaban ini alat yang digunakan adalah sensor soil moisture FC-28. Sensor ini akan membaca nilai kelembaban tanah yang akan dijadikan acuan. Pada percobaan ini akan dilakukan pengukuran kelembaban tanah sebelum dan sesudah disiram dengan alat pengukur kelembaban tanah dan sensor soil moisture FC-28 untuk mengetahui apakah tingkat kelembaban yang dibaca oleh sensor sama dengan alat. Berikut *flowchart* pendeteksi nilai kelembaban.



**Gambar 3.18 Flowchart Sensor Kelembaban**

Sensor *Soil Moisture* FC-28 memiliki 4 pin dimana itu terdiri dari VCC sebagai *input power*, A0 sebagai pin *output analog*, D0 sebagai pin *output digital*, dan GND sebagai pin *ground*. Dalam penelitian ini pin yang digunakan sebagai *input* pada arduino adalah pin A0 karena menggunakan input analog, penelitian ini menggunakan 4 sensor untuk membaca kelembaban tanah pada 4 titik yang berbeda dan berikutnya nilai dari 4 sensor tersebut akan dihitung untuk mendapatkan nilai kelembaban rata-rata. Berikut ini adalah gambar yang akan menampilkan program pada arduino IDE.

```

const int SoilSensor = A0;
const int SoilSensor1 = A1;
const int SoilSensor2 = A2;
const int SoilSensor3 = A3;

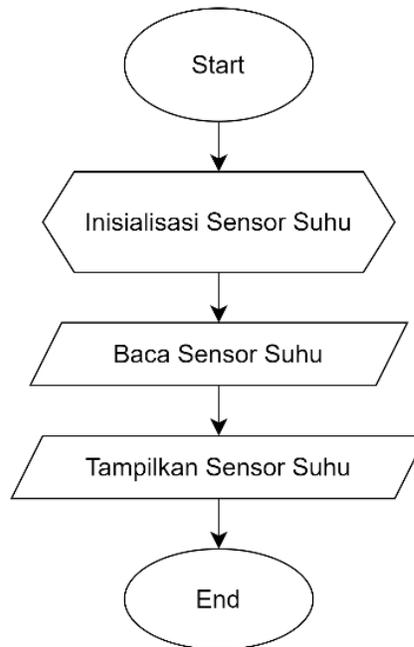
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float kelembabanTanah;
  int hasilPembacaan = analogRead(SoilSensor);
  int hasilPembacaan1 = analogRead(SoilSensor1);
  int hasilPembacaan2 = analogRead(SoilSensor2);
  int hasilPembacaan3 = analogRead(SoilSensor3);
  kelembabanTanah = (100 - (((hasilPembacaan + hasilPembacaan1 + hasilPembacaan2 + hasilPembacaan3)/4)/1023.00)*100));
  Serial.print("Kelembaban =");
  Serial.println(kelembabanTanah);
  delay(500);
}
  
```

**Gambar 3.19 Program *Soil Moisture* FC-28**

### 3.4.4 Perancangan Sensor Suhu

Suhu tanah akan dideteksi dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Sensor ini akan membaca suhu tanah pada kedalaman 5cm dari permukaan tanah. Percobaan dilakukan dengan mengukur suhu tanah sebelum dan sesudah dilakukan penyiraman menggunakan alat pengukur suhu tanah yang nantinya akan dijadikan acuan untuk kalibrasi sensor suhu DS18B20. Berikut *flowchart* sensor suhu.



**Gambar 3.20 Flowchart Sensor Suhu**

Sensor DS18b20 terdapat 3 buah kabel. Merah untuk VCC, hitam untuk GND, dan kuning untuk pin Data. Untuk mengambil data suhu dari sensor DS18b20 ini dibutuhkan resistor pull-up sebesar 4,7 KOhm yang dihubungkan antara pin Data dan VCC. Resistor pullup ini fungsinya sebagai penguat sinyal agar terbaca oleh pin Arduino Uno. Jika tidak menggunakan resistor 4K7 maka akan muncul nilai -127 pada jendela Serial Monitor Arduino IDE. Gambar berikut ini akan menampilkan program yang ada di arduino IDE.

```
#include <OneWire.h>
#define ONE_WIRE_BUS 4
#include <DallasTemperature.h>

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature DS18B20(&oneWire);

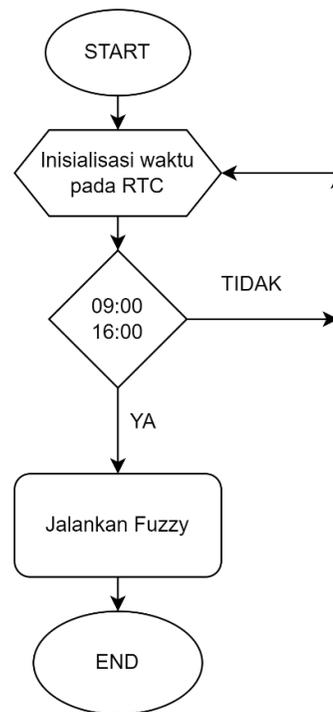
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  DS18B20.begin();
}

void loop() {
  DS18B20.requestTemperatures();
  Serial.print("Suhu =");
  Serial.println(DS18B20.getTempCByIndex(0));
  delay(500);
}
```

Gambar 3.21 Program DS18b20

### 3.4.5 Perancangan RTC

Pada penelitian ini RTC (*real time clock*) memiliki peran penting yaitu mengatur jadwal penyiraman. Program *fuzzy* dalam penelitian ini akan dijalankan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada RTC yang berjalan secara *realtime*. Pada gambar dibawah ini akan menampilkan *flowchart* untuk RTC.



**Gambar 3.22 Flowchart RTC**

Interface atau antarmuka untuk mengakses modul ini yaitu menggunakan i2c atau two wire (SDA dan SCL). Sehingga apabila diakses menggunakan mikrontroler misal pin Arduino Uno yang dibutuhkan 2 pin saja dan 2 pin power. Module DS3231 RTC ini pada umumnya sudah tersedia dengan battery CR2032 3V yang berfungsi sebagai back up RTC apabila catudaya utama mati. Dalam penelitian ini RTC bekerja untuk menentukan kapan alat akan bekerja. Berikut adalah gambar program RTC pada arduino IDE.

```

#include <RTClib.h>

RTC_DS3231 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Minggu", "Senin", "Selasa", "Rabu", "Kamis", "Jumat", "Sabtu"};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    while (1);
  }

  if (rtc.lostPower()) {
    Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  }
}

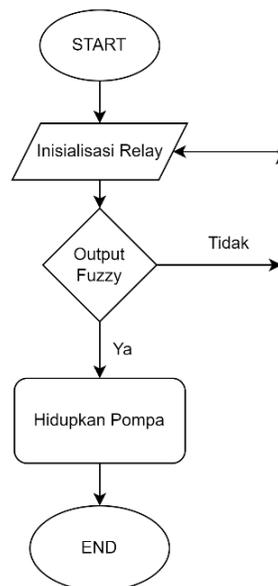
void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  Serial.print("");
  Serial.println(now.hour(), DEC);
  Serial.print("");
  Serial.print("");
  Serial.println(now.minute(), DEC);
}

```

**Gambar 3.23 Program RTC**

### 3.4.6 Perancangan *Relay*

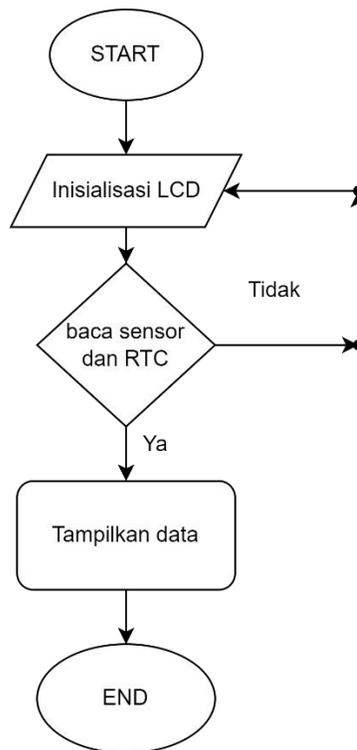
Dalam rancangan alat ini *relay* bertugas mengatur kerja pompa air untuk menyirami tanaman. Hasil dari hitungan *fuzzy* nantinya akan menjadi nilai input untuk lama waktu pompa akan dihidupkan menggunakan *relay*. Berikut ini adalah *flowchart* untuk *relay*.



**Gambar 3.24 Flowchart Relay**

### 3.4.7 Perancangan LCD

Dalam penelitian ini LCD memiliki peran sebagai pusat informasi dimana kita dapat melihat data kelembaban, suhu, dan juga waktu secara *real-time* atau secara langsung. LCD membaca masukan langsung dari 3 alat yakni sensor suhu, kelembaban, dan juga waktu dari RTC, karena fungsinya menjadi pusat informasi atau sebagai penghubung antarmuka alat dengan manusia maka LCD ini akan *standby* menampilkan data. Berikut adalah flowchart untuk LCD.



**Gambar 3.25 Flowchart LCD**

LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter. Pada LCD 16x2 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentunya akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan *driver* khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan modul I2C atau *Inter-Integrated Circuit*. Dengan modul I2C, maka LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk mengirimkan data dan dua pin untuk

pemasok tegangan. Sehingga hanya memerlukan empat pin yang perlu dihubungkan ke NodeMCU yaitu :

- GND : Terhubung ke ground
- VCC : Terhubung dengan 5V
- SDA : Sebagai I2C data dan terhubung ke pin D2
- SCL : Sebagai I2C data dan terhubung ke pin D1

```
void loop(){
  float kelembabanTanah;
  int hasilPembacaan = analogRead(SoilSensor);
  int hasilPembacaan1 = analogRead(SoilSensor1);
  int hasilPembacaan2 = analogRead(SoilSensor2);
  int hasilPembacaan3 = analogRead(SoilSensor3);
  kelembabanTanah = (100 - (((hasilPembacaan + hasilPembacaan1 + hasilPembacaan2 + hasilPembacaan3)/4)/1023.00)*100));

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Kelembaban: ");
  lcd.println(kelembabanTanah);

  lcd.setCursor(0, 1);
  DS18B20.requestTemperatures();
  lcd.print("");
  lcd.println(DS18B20.getTempCByIndex(0));
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print("°C");

  DateTime now = rtc.now();
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.print("");
  lcd.println(now.hour(), DEC);
  lcd.setCursor(13,1);
  lcd.print(":");
  lcd.setCursor(14,1);
  lcd.print("");
  lcd.println(now.minute(), DEC);
}
```

Gambar 3.26 Program LCD

### 3.4.8 Perancangan Sistem Penyiraman Otomatis

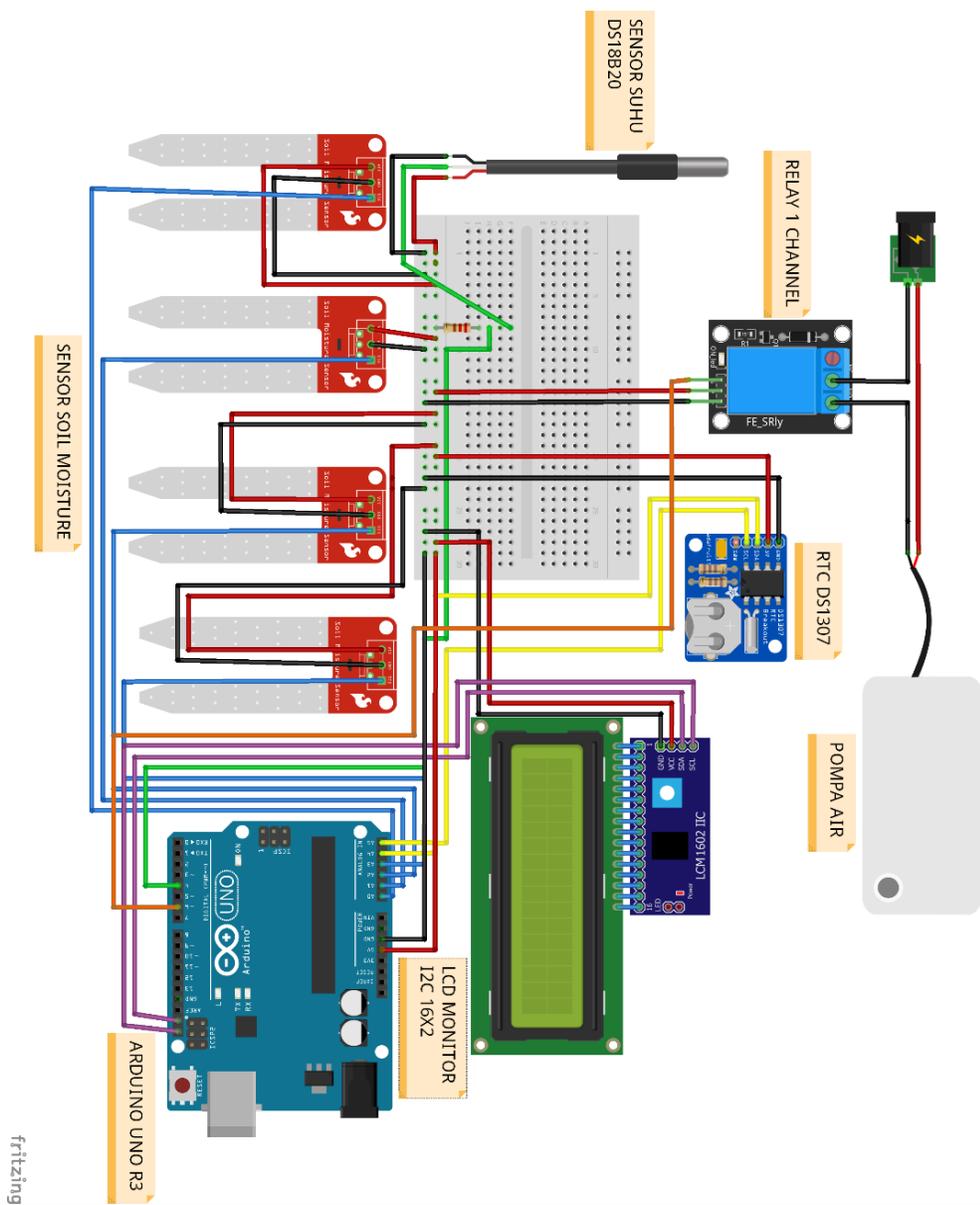
Sistem penyiraman otomatis ini menggunakan pompa yang terhubung dengan relay pada arduino. Lama waktu pompa menyala berdasarkan nilai input yang dibaca oleh sensor suhu dan sensor kelembaban tanah, semakin panas dan kering maka pompa akan menyala semakin lama. Tingkat kelembaban tanah yang ideal ditentukan oleh logika *fuzzy* menggunakan input nilai suhu dan kelembaban tanah dan output berupa lamanya waktu pompa dinyalakan. Proses tersebut akan berjalan secara otomatis sesuai dengan waktu yang kita tentukan lewat modul RTC dan prosesnya akan ditampilkan melalui LCD.

### 3.4.9 Perancangan Elektronik Sensor

Perancangan elektronik pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Fritzing* untuk merancang desain prototype alat yang akan dibangun. Komponen yang digunakan dalam penelitian ini berupa Arduino UNO, Sensor Soil Moisture FC-28, Sensor Suhu DS18B20, Modul RTC, LCD, dan Relay. Pada tabel 3.10 akan ditunjukkan konfigurasi pin yang akan digunakan.

**Tabel 3.9 Konfigurasi Pin Arduino UNO**

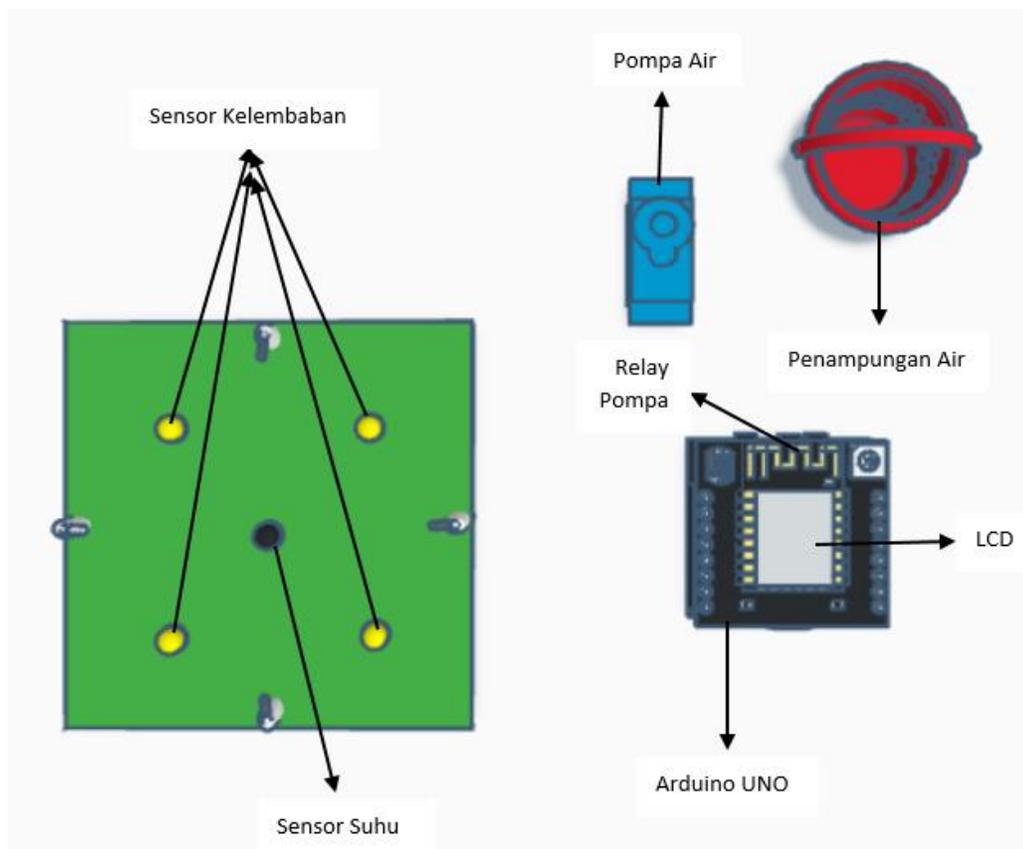
No	Pin Arduino UNO	Keterangan
1	Pin A0	Sensor Soil Moisture 1
2	Pin A1	Sensor Soil Moisture 2
3	Pin A2	Sensor Soil Moisture 3
4	Pin A3	Sensor Soil Moisture 4
5	Pin A4	Modul RTC
6	Pin A5	Modul RTC
7	Pin 4	Sensor Suhu DS18B20
8	Pin 6	Relay Pompa
9	Pin SDA	LCD
10	Pin SCL	LCD



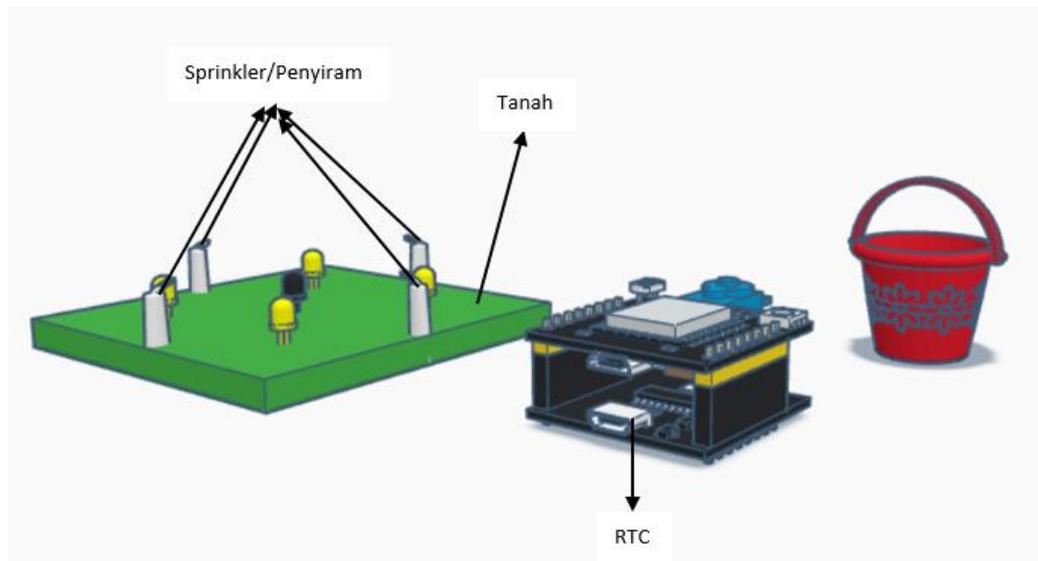
Gambar 3.27 Skema Elektrik Keseluruhan

### 3.4.10 Perancangan Mekanik Alat

Pada tahapan perancangan mekanik alat menjelaskan mengenai desain alat yang dibuat. Alat terdiri dari dua bagian, yaitu alat yang tertanam pada tanah dan alat yang ada diatas tanah. Alat yang tertanam dalam tanah berupa 4 sensor kelembaban dan 1 sensor suhu tanah. Sedangkan alat yang ada diatas tanah berupa relay pompa, lcd, arduino, dan modul rtc. Pada desain alat dibawah terlihat 4 sensor kelembaban tanah yang tertanam pada 4 titik dan 1 sensor suhu tanah yang berfungsi sebagai input untuk menentukan lama penyiraman, lalu terlihat juga layar lcd yang akan menampilkan nilai kelembaban dan suhu tanah secara *real time*, dan juga modul rtc sebagai penentu waktu penyiraman, lalu relay pompa yang akan membantu menyalakan atau mematikan pompa secara otomatis. Berikut desain alat yang akan dilihat pada gambar 3.9.



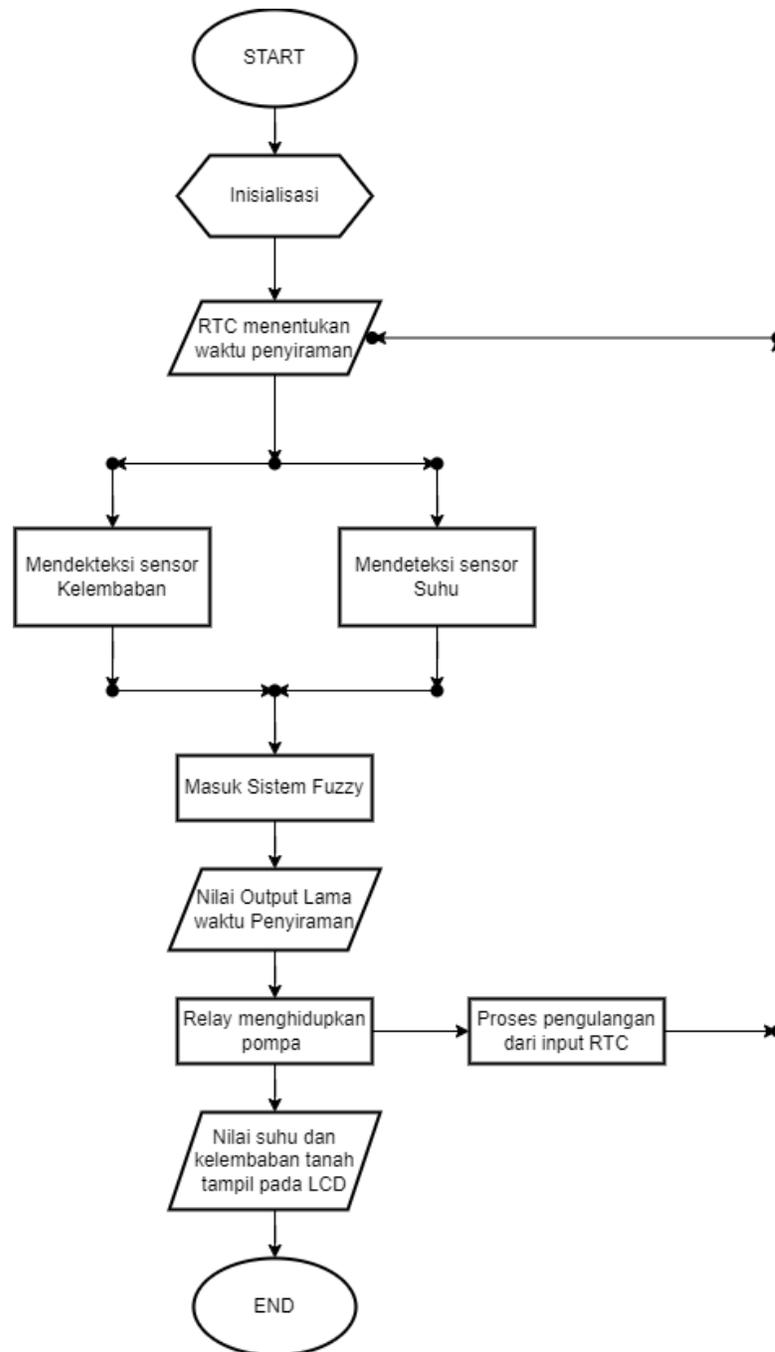
Gambar 3.28 Desain Alat Tampak Atas



**Gambar 3.29 Desain Alat Tampak Samping**

#### **3.4.11 Perancangan Keseluruhan Sistem**

Pada tahap ini memperlihatkan diagram alir atau kerja dari keseluruhan sistem yang sudah dirangkai. Alur pertama dari keseluruhan sistem adalah dengan menginisialisasi input *fuzzy*, lalu pada waktu yang sudah ditentukan oleh RTC, setelah itu melakukan pendektaksian dengan sensor, kemudian akan di proses ke sistem *Fuzzy*, setelah didapatkan nilai output lama penyiraman maka relay akan menghidupkan pompa, lalu nilai kelembaban dan suhu tanah setelah dilakukan penyiraman akan terlihat pada layar LCD. Berikut ini adalah flowchart sistem keseluruhan yang akan ditunjukkan pada gambar 3.12.



**Gambar 3.30 Flowchart Sistem Keseluruhan**

## **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

### **4.1 Pendahuluan**

Pada bab ini, hal yang dibahas adalah hasil dari percobaan pengujian rancangan *fuzzy* berdasarkan suhu dan kelembaban tanah yang dilakukan dan perancangan alat penentuan lama waktu penyiraman pada tanaman selada.

### **4.2 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah**

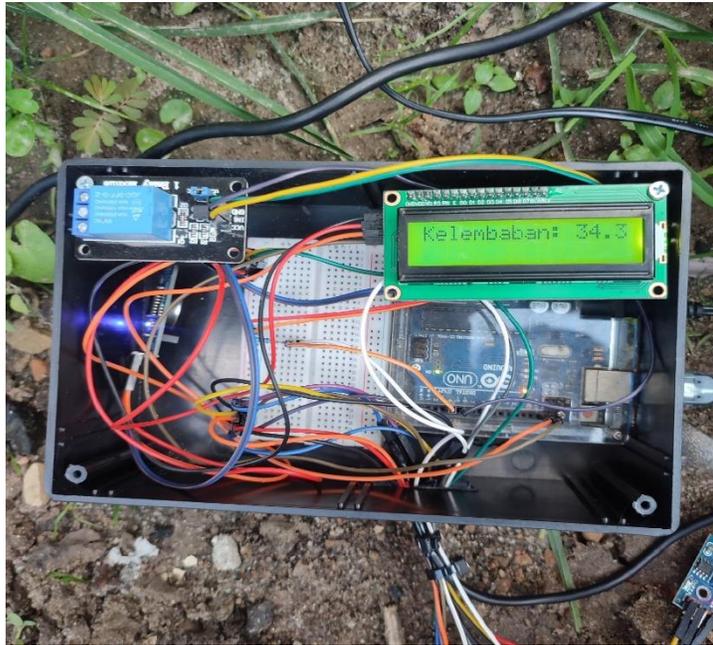
Pengujian sensor kelembaban tanah ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor sudah layak digunakan atau belum. Alat pengukur kelembaban tanah konvensional digunakan sebagai pembanding nilai output dari sensor kelembaban tanah yang digunakan. Pengujian dilakukan pada 4 titik sensor kelembaban tanah pada saat sebelum dilakukan penyiraman dan sesudah dilakukan penyiraman. Pada gambar dibawah ini akan menunjukkan titik penanaman sensor.



**Gambar 4.1 Titik Tanam Sensor Kelembaban**

Setelah sensor kelembaban ditanam pada 4 titik berbeda maka alat akan secara otomatis menghitung nilai masukkan kelembaban rata-rata dari ke empat sensor

tersebut. Gambar dibawah ini akan menampilkan nilai output dari bacaan sensor kelembaban.



**Gambar 4.2 Hasil Pembacaan Sensor Kelembaban**

Setelah alat dapat bekerja dengan baik, maka selanjutnya dilakukan pengujian keakuratan sensor dengan cara membandingkannya dengan alat pengukur kelembaban konvensional yang umum digunakan pada bidang pertanian. Pengambilan data dilakukan dengan cara mencatat nilai kelembaban sebelum dan sesudah dilakukan penyiraman. Hasil pengujian tersebut akan ditampilkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1 Pengujian Sensor Kelembaban**

No	Alat Konvensional		Sensor Kelembaban	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	30	55	28,21	57,74
2	35	65	34,15	68,30
3	40	65	41,23	64,29
4	35	60	37,51	62,59

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa perbandingan nilai antara alat konvensional dan sensor kelembaban yang digunakan hanya berkisar 1-3 saja, maka

sensor kelembaban tersebut sudah bisa digunakan sebagai nilai input untuk alat yang dibangun. Berikut adalah tabel persentase error dari sensor kelembaban tanah :

**Tabel 4.2 Persentase Error Sensor Kelembaban**

Alat Konvensional		Sensor Kelembaban		Persentase Error	
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
30	55	28.21	57.74	5.97%	5%
35	65	34.15	68.3	2%	5%
40	65	41.23	64.29	3%	1%
35	60	37.51	62.59	7%	4%

### 4.3 Pengujian Sensor Suhu

Sama seperti pengujian sensor kelembaban tanah, pengujian sensor suhu ini juga dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai sensor suhu DS18B20 yang digunakan dengan alat pengukur suhu tanah konvensional. Sensor ditaman pada kedalaman 5cm dibawah tanah dan diletakkan pada *center* antara 4 titik sensor kelembaban. Gambar dibawah ini akan menampilkan sensor DS18b20.

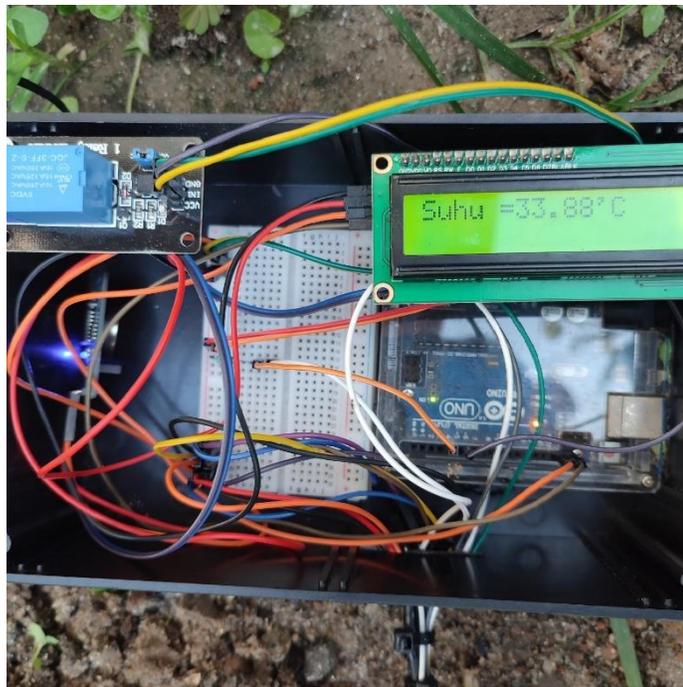


**Gambar 4.3 Penempatan Sensor DS18b20**



**Gambar 4.4 Tampak Atas Posisi Sensor DS18B20**

Setelah sensor selesai ditanam, nilai suhu akan langsung tampil pada layar LCD secara *real-time*. Berikut adalah gambar tampilan nilai sensor suhu.



**Gambar 4.5 Hasil Pembacaan Nilai Suhu**

Setelah sensor dapat bekerja dengan baik, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan cara membandingkan sensor DS18B20 dengan alat pengukur suhu tanah konvensional. Pengujian dilakukan selama 4 kali pada waktu yang sudah ditentukan sebelumnya. Tabel dibawah ini akan menampilkan data hasil pengujian dari sensor DS18B20.

**Tabel 4.2 Pengujian Sensor Suhu**

Waktu	Alat Konvensional	Sensor Suhu
08.00	28	28,46
13.00	33	33,26
17.00	31	31,35
21.30	27	27,16

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa sensor suhu DS18B20 dapat menampilkan nilai yang lebih detail dibanding alat konvensional yang hanya menampilkan angka bulat. Berikut ini adalah tabel persentase error dari sensor suhu :

**Tabel 4.4 Persentase Error Sensor Suhu**

Waktu	Alat Konvensional	Sensor Suhu	Persentase Error
08.00	28	28.46	2%
13.00	33	33.26	1%
17.00	31	31.35	1%
21.30	27	27.16	1%

#### 4.4 Pengujian RTC

Pengujian RTC penting dilakukan agar mengetahui waktu sudah berjalan secara *real-time* atau belum. Karena pada alat yang dibuat dalam penelitian ini berkerja secara otomatis dan *real-time* maka memastikan RTC sudah berjalan sesuai dengan waktu nyata adalah penting. RTC menjadi salah satu komponen paling penting dalam alat ini karena mengatur kapan sistem akan dijalankan. Pengujian dilakukan dengan cara

memprogram RTC lalu membandingkannya dengan waktu/jam yang ada pada perangkat online yang sudah pasti akurat seperti *smartphone*. Gambar dibawah ini akan menampilkan hasil pengujian RTC.



**Gambar 4.6 Pengujian RTC**

Pada gambar diatas dapat dilihat pada waktu yang ada di bagian pojok kanan bawah tampilan monitor LCD sama dengan waktu yang ada pada *smartphone* yang diakses secara online.

#### **4.5 Pengujian Fuzzy**

Pengujian yang dilakukan pada penelitian Tugas Akhir ini dirancang dan dibuat menggunakan *software* Microsoft Excel sebelum dimasukkan pada program Arduino UNO. Pada pengujian ini penulis akan melakukan perbandingan hasil antara perhitungan manual dengan perhitungan yang ada pada program Arduino. Nilai yang digunakan untuk input suhu adalah 30 dan untuk input kelembaban adalah 50. Dimana variabel keanggotaan suhu dibagi menjadi 4 yaitu Dingin, Normal, Panas, dan Sangat Panas. Lalu untuk variabel kelembaban dibagi menjadi 3 yaitu Kering, Sedang, Lembab.

#### 4.4.1 Fuzzifikasi

Terdapat dua variabel input yaitu input kelembaban dan suhu. Untuk nilai input suhu adalah 30 dan nilai itu memenuhi variabel keanggotaan suhu Normal dan Panas. Sedangkan untuk nilai input kelembaban adalah 50 yang memenuhi variabel keanggotaan kelembaban Kering dan Sedang. Berikut ini adalah fuzzifikasi untuk suhu dan kelembaban :

$$\mu_{\text{Suhu Normal}} = \frac{31 - 30}{31 - 28} = \frac{1}{3} = 0,33$$

$$\mu_{\text{Suhu Panas}} = \frac{30 - 28}{31 - 28} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$\mu_{\text{Kering}} = \frac{55 - 50}{55 - 40} = \frac{5}{15} = 0,33$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \frac{50 - 40}{55 - 40} = \frac{10}{15} = 0,67$$

Nilai diatas sama seperti hasil yang ditampilkan pada arduino, berikut hasil perhitungan yang ada pada arduino :

```

Input fuzzy suhu= 30
Input fuzzy kelembaban= 50
Derajat keanggotaan suhu dingin = 0
Derajat keanggotaan suhu normal = 33
Derajat keanggotaan suhu panas = 66
Derajat keanggotaan suhu sangat panas =0
Derajat keanggotaan kelembaban kering = 33
Derajat keanggotaan kelembaban sedang = 66
Derajat keanggotaan kelembaban lembab = 0

```

**Gambar 4.7 Hasil Fuzzifikasi Arduino**

#### 4.4.2 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan dengan cara metode min yaitu mengambil nilai paling kecil dari setiap rules base yang dipenuhi oleh nilai input. Berikut ini adalah tabel rules base yang dipenuhi berdasarkan nilai input diatas :

Tabel 4.5 Pengujian Rules Base

Suhu	Kelembaban	Output	$\mu$ Suhu	$\mu$ Kelembaban	MIN	W
D	K	C	0	0.33	0	45
N	K	S	0.33	0.33	0.33	50
P	K	L	0.67	0.33	0.33	70
SP	K	L	0	0.33	0	70
D	S	C	0	0.67	0	45
N	S	C	0.33	0.67	0.33	45
P	S	S	0.67	0.67	0.67	50
SP	S	L	0	0.67	0	70
D	L	SC	0	0	0	30
N	L	SC	0.33	0	0	30
P	L	C	0.67	0	0	45
SP	L	S	0	0	0	50

Untuk menentukan output fuzzy dapat menggunakan rumus metode min seperti berikut ini :

$$\text{Nilai metode MIN} = \frac{\sum \mu_{MIN} \cdot \mu W}{\sum \mu_{MIN}}$$

$$\text{Nilai metode MIN} = \frac{16,7 + 23,3 + 15 + 33,3}{1,67} = \frac{88,3}{1,67} = 53$$

Untuk hasil defuzzifikasi diperoleh nilai 53 lalu berikutnya dikonversi menjadi satuan detik untuk lama waktu penyiraman. Berikut adalah hasil defuzzifikasi pada arduino yang akan ditampilkan pada gambar dibawah ini :

```
min=8745.00
rules =165.00
Nilai Metode Min= 53.00
```

Gambar 4.8 Hasil Defuzzifikasi Arduino

#### 4.6 Pengujian Alat

Awal sebelum dilakukan pengujian ini adalah dengan menyiapkan lahan untuk dilakukan pengambilan data. Setelah itu alat disiapkan lalu diatur sesuai dengan rancangan yang telah dilakukan. Berikut adalah gambar penempatan alat.



**Gambar 4.9** Penempatan alat

Setelah alat selesai diatur maka langkah selanjutnya adalah menanam tanaman selada (*lactuca sativa L*) pada beberapa titik dengan jarak kurang lebih 8-10cm antar tanaman. Kemudian setiap 3 hari sekali diambil data pengujian berupa foto dan juga data suhu dan kelembaban tanah sebagai pembandingan antara tanaman yang disiram menggunakan cara manual dan juga alat. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian yang telah dilakukan.

**Tabel 4.9 Gambar Hasil Pengujian**

Hari	Menggunakan Alat	Manual
Jumat, 27 Oktober		
Senin, 30 Oktober		
Kamis, 2 November		
Minggu, 5 November		



Pada data hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa perbandingan tidak terlalu tampak kasat mata, tetapi jika dilakukan pengukuran pertumbuhan daun dan pertumbuhan tunas daun yang baru terdapat perbedaan yang lumayan signifikan. Perbandingan data kelembaban dan suhu tanah saat sebelum dan sesudah foto diatas diambil akan ditampilkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.7 Data Suhu dan Kelembaban Tanah**

Hari	Menggunakan alat				Manual			
	Sebelum		Sesudah		Sebelum		Sesudah	
	Suhu	Kel	Suhu	Kel	Suhu	Kel	Suhu	Kel
Jumat, 27 Okt	33°C	20	31 °C	78	33 °C	20	30 °C	85
Senin, 30 Okt	34 °C	19	32 °C	75	34 °C	19	31 °C	76
Kamis, 2 Nov	32 °C	23	31 °C	74	32 °C	22	28 °C	88
Minggu, 5 Nov	33 °C	25	31 °C	75	33 °C	24	32 °C	68
Rabu, 8 Nov	30 °C	26	29 °C	76	30 °C	25	28 °C	70

Pada data diatas dapat dilihat bahwa sistem penyiraman otomatis lebih baik dibandingkan manual karena hasil kelembaban yang didapat cenderung stabil dengan rata-rata 75,6% dan suhu dengan rata-rata 30,8°C. Hal ini sesuai dengan suhu dan kelembaban yang diperlukan oleh tanaman.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem penyiraman otomatis pada tanaman selada ini telah berhasil dirancang sesuai dengan keinginan penulis. Sistem ini sangat membantu bagi kalangan petani selada maupun kalangan rumah tangga karena sistem ini bekerja secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan tanpa kita harus sibuk meluangkan waktu untuk menyirami tanaman. Sistem ini juga dapat menghemat air yang dipakai karena penyiraman berdasarkan kelembaban tanah yang sudah dihitung melalui proses *fuzzy*.
2. Hasil pengujian yang telah dilakukan selama 2 minggu dapat dilihat pada Tabel 4.6 dimana menunjukkan perbedaan pertumbuhan daun tanaman. Pada Tabel 4.7 juga dapat kita lihat bahwa penyiraman menggunakan sistem yang berbasis pada logika *fuzzy* lebih stabil dibandingkan manual.

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik lagi. Berikut saran yang diberikan.

1. Sebaiknya pengujian alat dilakukan sejak awal penanaman sampai tanaman dapat dipanen agar perbedaan tampak signifikan.
2. Sistem ini dapat dikembangkan menjadi lebih kompleks seperti mengatur debit dan waktu pemberian pupuk cair pada tanaman.
3. Disarankan untuk menggunakan tandon air sebagai sumber ketersediaan air agar tidak repot untuk mengisi ulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Liu, L. Liao, F. Yin, M. Song, and F. Shang, “Postharvest Biology and Technology Integration of metabolome and transcriptome profiling reveals the effect of 6-Benzylaminopurine on the browning of fresh-cut lettuce during storage,” *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 192, no. March, p. 112015, 2022, doi: 10.1016/j.postharvbio.2022.112015.
- [2] M. Y. Kabir, S. U. Nambeesan, J. Bautista, and J. C. Díaz-Pérez, “Plant water status, plant growth, and fruit yield in bell pepper (*Capsicum annum* L.) under shade nets,” *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 303, no. March 2021, 2022, doi: 10.1016/j.scienta.2022.111241.
- [3] H. Barth, P. Ulvenblad, P. O. Ulvenblad, and M. Hoveskog, “Unpacking sustainable business models in the Swedish agricultural sector– the challenges of technological, social and organisational innovation,” *J. Clean. Prod.*, vol. 304, p. 127004, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127004.
- [4] A. Guihur, M. E. Rebeaud, and P. Goloubinoff, “How do plants feel the heat and survive?,” *Trends Biochem. Sci.*, vol. xx, no. xx, pp. 1–15, 2022, doi: 10.1016/j.tibs.2022.05.004.
- [5] R. Togneri *et al.*, “Soil moisture forecast for smart irrigation: The primetime for machine learning,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 207, p. 117653, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.ESWA.2022.117653.
- [6] C. Lei and N. J. Engeseth, “Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce,” *Lwt*, vol. 150, no. March, p. 111931, 2021, doi: 10.1016/j.lwt.2021.111931.
- [7] T. Hang, N. Lu, M. Takagaki, and H. Mao, “Leaf area model based on thermal effectiveness and photosynthetically active radiation in lettuce grown in mini-plant factories under different light cycles,” *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 252, no. January, pp. 113–120, 2019, doi: 10.1016/j.scienta.2019.03.057.
- [8] L. Na *et al.*, “Earthworms increase nitrogen uptake by lettuce and change short-term soil nitrogen dynamics,” *Appl. Soil Ecol.*, vol. 176, no. March, p. 104488, 2022, doi: 10.1016/j.apsoil.2022.104488.
- [9] W. Zhang and T. Du, “Fresh/brackish watering at growth period provided a trade-off between lettuce growth and resistance to NaCl-induced damage,” *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 304, no. June, p. 111283, 2022, doi: 10.1016/j.scienta.2022.111283.
- [10] S. Dong, Z. Shang, J. Gao, and R. Boone, “Enhancing the ecological services of the Qinghai-Tibetan Plateau’s grasslands through sustainable restoration and management in era of global change,” *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 326, no. November 2021, p. 107756, 2022, doi: 10.1016/j.agee.2021.107756.
- [11] A. F. León-Burgos, C. Unigarro, and H. E. Balaguera-López, “Can prolonged conditions of water deficit alter photosynthetic performance and water relations of

- coffee plants in central-west Colombian?," *South African J. Bot.*, vol. 149, pp. 366–375, 2022, doi: 10.1016/j.sajb.2022.06.034.
- [12] R. Karmila and V. Andriani, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Kacang Tolo (*Vigna sp.*)," *STIGMA J. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam Unipa*, vol. 12, no. 01, pp. 49–53, 2019, doi: 10.36456/stigma.vol12.no01.a1861.
- [13] C. Umam, S. Suhartono, and E. Saputro, "Pendekatan Logika Fuzzy dalam Pengontrolan Suhu dan Kelembaban pada Persemaian Otomatis Full Closed System Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa L.*)," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 10, no. 2, pp. 144–153, 2022, doi: 10.21776/ub.jkptb.2022.010.02.07.
- [14] E. van Krieken, E. Acar, and F. van Harmelen, "Analyzing Differentiable Fuzzy Logic Operators," *Artif. Intell.*, vol. 302, p. 103602, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.ARTINT.2021.103602.
- [15] A. Jalali, M. Linke, C. Weltzien, and P. Mahajan, "Developing an Arduino-based control system for temperature-dependent gas modification in a fruit storage container," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 198, no. March, p. 107126, 2022, doi: 10.1016/j.compag.2022.107126.
- [16] J. C. Songara and J. N. Patel, "Calibration and comparison of various sensors for soil moisture measurement," *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 197, no. May, p. 111301, 2022, doi: 10.1016/j.measurement.2022.111301.
- [17] M. Pramanik *et al.*, "Automation of soil moisture sensor-based basin irrigation system," *Smart Agric. Technol.*, vol. 2, no. August 2021, p. 100032, 2022, doi: 10.1016/j.atech.2021.100032.
- [18] E. Prasetyo, J. Utama, K. Bukit, and B. Kota, "PROTOTYPE ROBOT LINE FOLLOWER ARDUINO UNO," vol. 11, no. 2, pp. 17–23, 2019.
- [19] Rizqy Nurul Ikhsan and Niken Syafitri, "Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias," *Pros. Semin. Nas. Energi*, pp. 18–26, 2021.
- [20] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, 2017, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/141935-ID-perancangan-simulasi-sistem-pemantauan-p.pdf>

**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

**N**



## **BIODATA PENULIS**

Nama : Mellinio Agung Wahyudi  
NIM : 09011381722135  
Jurusan : Sistem Komputer  
Program Studi : Sistem Komputer Unggulan  
Fakultas : Ilmu Komputer  
Tempat & Tanggal Lahir : Belitang, 29 Januari 2000  
Agama : Katholik  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Status : Lajang  
Alamat : Jl. H. Sanusi No.380 Kel. Talang Aman Kec.  
Sukarami, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30151  
Nomor Telepon : 081541240138  
E-mail : [mellinioagung@gmail.com](mailto:mellinioagung@gmail.com)

## **RIWAYAT PENDIDIKAN**

SD (2005 – 2011) : SD Negeri 1 Sido Waluyo  
SMP (2011 – 2014) : SMP Charitas 04 Karang Binangun  
SMA (2014 – 2017) : SMA Xaverius 3 Palembang ( X – XI)  
SMA Xaverius 1 Belitang (XI – XII)  
S1 (2017 – 2023) : Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

Jalan Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Kode Pos 30662

**FORM PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI (TUGAS AKHIR II)**

Nama Mahasiswa : Mellinio Agung Wahyudi  
NIM : 09011381722135  
Jurusan : Sistem Komputer  
Hari / Tanggal : Jumat / 29 Desember 2023  
Waktu : 09.00 s.d 09.30 WIB  
Judul Tugas Akhir : Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Selada (Lactuca Sativa L) Berdasarkan Suhu Lingkungan dan Kelembaban Tanah Menggunakan Fuzzy Logie  
Pembimbing I : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T  
Pembimbing II : Sarmayanta Sembiring, M.T  
Perbaikan/Saran :

- Format Perbaiki !
- mengikuti Saran Penguji !

Jangka Waktu Perbaikan : 2 minggu

Telah diperbaiki sesuai dengan saran dan koreksi tim penguji ujian komprehensif.

No.	Nama Penguji	Status Penguji	Tanda Tangan
1.	Dr. Ahmad Zarkasi, M.T	Pembimbing I	

13/1/24  
Palembang, ~~29~~ December 2023  
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Dr. Ir. Sukemi, M.T.  
NIP 196612032006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

Jalan Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Kode Pos 30662

**FORM PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI (TUGAS AKHIR II)**

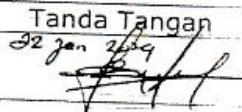
Nama Mahasiswa : Mellinio Agung Wahyudi  
NIM : 09011381722135  
Jurusan : Sistem Komputer  
Hari / Tanggal : Jumat / 29 Desember 2023  
Waktu : 09.00 s.d 09.30 WIB  
Judul Tugas Akhir : Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Selada (Lactuca Sativa L) Berdasarkan Suhu Lingkungan dan Kelembaban Tanah Menggunakan Fuzzy Logic  
Pembimbing I : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T  
Pembimbing II : Sarmayanta Sembiring, M.T

**Perbaikan/Saran :**

1. tambahkan dasar teori fuzzy.
2. Bab. III tambahkan perancangan - Alat secara detail dan mekanik.
3. format penulisan (nomor halaman kepanan)
4. ~~ketang~~ Analisa di bab IV
5. hasil perancangan (foto)
6. ikuti saran penguji.

**Jangka Waktu Perbaikan :** 2 minggu

Telah diperbaiki sesuai dengan saran dan koreksi tim penguji ujian komprehensif.

No.	Nama Penguji	Status Penguji	Tanda Tangan
1.	Sarmayanta Sembiring, M.T	Pembimbing II	 32 Jan 2024

24/12/23  
Palembang, 29 Desember 2023  
**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

  
**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**  
NIP 196612032006041001