

**SMART GARDENING BERBASIS IOT DAN INFERENSI FUZZY  
TSUKAMOTO PADA STUDI KASUS TANAMAN STROBERI**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Informatika



Oleh :  
**Ahmad Fatoni Dwi Putra**  
**F1D 015 003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MATARAM  
2020**

## **HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, 5 Juni 2020

Ahmad Fatoni Dwi Putra

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya penulis tidak akan sanggup menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW yang telah membawa dari alam gelap menuju alam terang benderang. Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik jasmani maupun rohani, sehingga penulis mampu menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir dengan judul “Smart Gardening Berbasis IoT Dan Inferensi Fuzzy Tsukamoto Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi”.

Penulis tentu menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kesalahan dan kekurangan didalamnya. Untuk itu, diharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk Tugas Akhir ini, agar Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Penulis juga mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.

Demikian, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat. Terimakasih

Mataram, 5 Juni 2020

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Orangtua, selaku pemberi dukungan utama yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moril maupun materil yang tidak putus-putus kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir dengan baik.
2. Bapak Dr.Eng. I Gede Putu Wirama Wedashwara W. S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir sehingga dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Ariyan Zubaidi. S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir sehingga dapat selesai dengan baik.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya dan memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada penulis.





## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1 Perancangan Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Titikembun Udara Secara Realtime Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dengan Logika Fuzzy.....	5
2.1.2 Sistem Fuzzy Logic Tertanam Pada Mikrokontroler Untuk Penyiraman Tanaman Pada Rumah Kaca.....	5
2.1.3 Rancang Bangun sistem Penyiram Sayur Sawi ( <i>Brassica chinensis</i> L.)Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic 6	6
2.2 Dasar Teori.....	7
BAB III .....	13
METODE PERANCANGAN.....	13
3.1 Rencana Pelaksanaan .....	13
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem .....	14
3.3 Perancangan Perangkat Lunak .....	16
3.3.1 Use Case Diagram.....	16
3.3.2 Rancangan Database Sistem .....	17
3.3.3 Rancangan Interface Sistem Monitoring.....	18
3.4 Rancangan Perangkat Keras.....	19
3.4.1 Arsitektur Sistem.....	20
3.4.2 Rule Fuzzy Tsukamoto .....	21
3.5 Implementasi Sistem .....	22

3.6	Pengujian dan Evaluasi Sistem .....	23
3.6.1	Black Box.....	23
3.6.2	Pengujian Perangkat Keras .....	23
3.6.3	Pengujian Metode Fuzzy Tsukamoto.....	23
3.7	Dokumentasi dan Laporan .....	24
BAB IV .....		25
HASIL DAN PEMBAHASAN .....		25
4.1	Realisasi Sistem .....	25
4.1.1	Realisasi Penyusunan Perangkat Keras .....	25
	Realisasi penyusuna perangkat keras dari .....	25
	Gambar 4.5 merupakan penyiraman tanaman menggunakan sistem irigasi tetes. Sistem irigasi tetes akan menghemat air dengan meneteskan air sampai waktu yang sudah ditentukan oleh sistem. ....	27
4.1.2	Realisasi Pembangunan Kontrol Aplikasi .....	28
4.1.3	Realisasi Pembangunan Database .....	29
4.1.4	Realisasi Pembangunan Web Service .....	30
4.1.5	Realisasi Pembangunan Sistem Monitoring.....	32
4.2	Pengujian Sistem.....	34
4.2.1.	Pengujian Perangkat Keras.....	34
4.2.2.	Pengujian <i>Black Box</i> .....	37
4.2.3.	Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem .....	37
BAB V .....		45
KESIMPULAN DAN SARAN .....		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....		46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Board Wemos D1 Mini</i> .....	8
Gambar 2. 2 Sensor DHT 22. ....	9
Gambar 2. 3 Pompa air. ....	10
Gambar 2. 4 <i>5V 1-Channel Relay interface board</i> . ....	11
Gambar 2. 5 <i>Breadboard</i> . ....	11
Gambar 3. 1 Rencana Pelaksanaan. ....	13
Gambar 3. 2 <i>use case diagram</i> .....	16
Gambar 3.3 Rancangan <i>Database</i> . ....	17
Gambar 3. 4 Halaman <i>login</i> . ....	18
Gambar 3. 5 Halaman Hasil Pengamatan. ....	19
Gambar 3. 6 Rancangan perangkat keras.....	20
Gambar 3.7 Arsitektur Sistem. ....	20
Gambar 3.8 Alur <i>Fuzzy Tsukamoto</i> . ....	22
Gambar 4. 1 Realisasi sistem Smart Gardening Berbasis IOT dan Inferensi Fuzzy Tsukamoto pada Studi Kasus Tanaman Stroberi .....	25
Gambar 4. 2 Wemos D1 Mini dan Relay.....	26
Gambar 4. 3 DHT22 dan <i>Soil Moisture Sensor</i> .....	26
Gambar 4. 4 Pompa Air .....	27
Gambar 4. 5 Pompa Air .....	27
Gambar 4. 6 Alur Kerja Kontrol Aplikasi .....	28
Gambar 4. 7 Database Sistem .....	29
Gambar 4. 8 Tabel datasensor.....	30
Gambar 4. 9 Tabel Admin .....	30
Gambar 4. 10 Struktur <i>Folder Web Service File Controller</i> Pada <a href="http://www.000webhost.com">www.000webhost.com</a> .....	31
Gambar 4. 11 Struktur <i>Folder Web Service File Models</i> Pada <a href="http://www.000webhost.com">www.000webhost.com</a> . 31	
Gambar 4. 12 Struktur <i>Folder Web Service File Views</i> Pada <a href="http://www.000webhost.com">www.000webhost.com</a> ... 32	
Gambar 4. 13 Halaman <i>Login</i> . ....	33
Gambar 4. 14 Halaman Hasil Pengamatan. ....	33
Gambar 4. 15 Kurva Kelembapan Udara.....	40
Gambar 4. 16 Kurva Kelembapan Tanah. ....	41
Gambar 4. 17 Kurva Suhu Udara.....	41
Gambar 4. 18 Kurva Fuzzy Lama Siram .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Wemos D1 Mini.....	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi pompa air.....	10
Tabel 3. 1 Perencanaan biaya. ....	15
Tabel 3. 2 Tabel admin .....	17
Tabel 3. 3 Tabel kelembaban_tanah .....	18
Tabel 4. 1 Pengujian Suhu Udara Sensor DHT22 .....	34
Tabel 4. 2 Pengujian Kelembapan Udara Sensor DHT22 .....	35
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Soil Moisture Sensor</i> .....	36
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian <i>ralay</i> .....	36
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Fungsi Sistem Bernilai Siram.....	37
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Fungsi Sistem Bernilai Tidak Siram .....	39
Tabel 4. 7 Perhitungan Manual .....	43
Tabel 4. 8 Perhitungan Menggunakan Sistem .....	43
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Perhitungan.....	43

## ABSTRAK

Tanaman stroberi merupakan tanaman yang memerlukan perawatan yang intensif, terutama masalah kadar air atau kelembaban tanah yang harus dijaga. Akan tetapi, bagi sebagian besar orang, terutama bagi mereka tidak memiliki waktu luang yang banyak untuk melakukan perawatan tanaman stroberi. Maka diperlukan alat untuk melakukan otomatisasi perawatan tanaman stroberi seperti *Internet of Things* (IoT). Untuk menentukan waktu yang tepat dalam penyiraman tanaman stroberi maka digunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Metode tersebut berperan untuk menentukan lama penyiraman tanaman guna menjaga kelembaban tanah pada tanaman stroberi. Dengan demikian, penggunaan IoT dan Fuzzy Tsukamoto untuk menjaga kelembaban tanah diharapkan dapat membantu dalam bercocok tanam tanaman stroberi. Kemudian penggunaan sistem irigasi tetes akan membuat penyiraman tanaman semakin efektif karena penggunaan air lebih tepat sasaran dan tidak boros air. Penggunaan IoT dan *inferensi fuzzy tsukamoto* membuat penyiraman menghasilkan persentase penyiraman tanaman stroberi sebanyak 5.62% penyiraman dan untuk persentase tidak melakukan penyiraman sebanyak 94.38% dalam kurun waktu sembilan jam.

**Kata kunci:** Stroberi, IoT, *fuzzy tsukamoto*, Kelembaban tanah, penyiraman.

## ABSTRACT

*Strawberry plants need intensive treatments, especially in regards to maintaining the water content of the soil or the soil moisture. However, for most people, they do not have much free time to take care of strawberry plants. Therefore, some tools to automate the treatment for strawberry plants are needed, such as Internet of Things (IoT). To determine the appropriate time of watering the plants, Fuzzy Tsukamoto method is used. This method helps to determine the duration of watering the plants in order to maintain the soil moisture where the plants grow on. Thus, the use of both methods is expected to help in the treatment of strawberry plants. Then the use of the drip irrigation system will make the plants watering more effective because the use of water becomes more targeted and efficient. The result on the use of IoT and Fuzzy Tsukamoto inference on watering the strawberry plants are 5.62% of watering and 94.38% of not watering in nine hours.*

*Keywords:., fuzzy tsukamoto IoT, Strawberry, soil moisture, watering.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Stroberi merupakan salah satu jenis buah-buahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Produktivitas dari tanaman stroberi bahkan bisa mencapai 0,45 kilogram / tanaman. Pada tahun 2000-2004 memiliki perkembangan bisa mencapai 3971,4 kilogram/tahun [1]. Dalam kondisi panen raya stroberi, harga perkilogram dari buah stroberi bisa mencapai Rp. 40.000 hingga Rp. 50.000. Pada proses perawatannya stroberi memerlukan perawatan intensif dengan memperhatikan kelembapan air yang terkandung di dalam tanah. Untuk penyiraman tanaman stroberi idealnya dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu, penyiraman dilakukan 2 kali sehari. Setelah itu penyiraman dikurangi berangsur-angsur dengan syarat tanah tidak mengering. Pengairan bisa dengan disiram atau menjanuhi parit antar bedengan dengan air. Namun, kondisi petani stroberi di Sembalun melakukan penyiraman tanaman apabila tanah media tanam sudah terlihat kering. Kondisi petani stroberi di Sembalun ini tentu saja karena keterbatasan pengetahuan dalam perawatan yang baik dan benar dalam segi penyiraman air atau menjaga kelembapan tanah [2].

Lalu bagaimana apabila ada yang ingin mempunyai tanaman stroberi sendiri namun memiliki sedikit waktu untuk melakukan penyiraman. Tentu saja kondisi tersebut akan memperburuk kondisi tanaman stroberi apabila kondisi kelembapan tanahnya tidak dijaga dengan baik. Contohnya saja ibu rumah tangga yang berkerja sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) dan sudah memiliki anak atau ibu rumah tangga yang berkerja sebagai pedagang di pasar tentu saja memiliki sedikit waktu untuk merawat tanaman stroberi apabila ingin menanam sendiri tanaman stroberi.

Tentu saja dalam kondisi keterbatasan waktu dan kesempatan dalam melakukan perawatan dibutuhkan sebuah jalan keluar untuk tetap bisa mempunyai tanaman stroberi sendiri. Maka diperlukan Internet of Things (IoT) untuk membantu pekerjaan manusia dengan bantuan teknologi. Karena beberapa tahun terakhir penggunaan IoT untuk membantu pekerjaan manusia sudah mulai populer terutama dalam bidang pertanian atau penerapan smart garden. Penggunaan IoT akan ditunjang dengan menggunakan metode

inferensi fuzzy tsukamoto dalam pengambilan keputusan penyiraman tanaman stroberi. Penggunaan fuzzy tsukamoto akan menentukan waktu penyiraman dan dalam kondisi bagaimana tanaman harus disiram. Tentu saja hal ini akan dilakukan secara otomatis oleh IoT tanpa campur tangan manusia. Dalam penyiraman juga dapat dilakukan dengan menggunakan cara sistem irigasi tetes. Penggunaan sistem irigasi tetes dalam menjaga kelembapan tanah sangat baik karena jumlah air yang digunakan sangat efisien. Penggunaan IoT dan fuzzy tsukamoto dalam proses penjagaan kelembapan tanah akan membantu ibu rumah tangga yang memiliki sedikit waktu untuk perawatan dalam segi menjaga kelembapan tanah untuk tanaman stroberi dan penggunaan irigasi tetes untuk mengefektifkan [3].

Dari pemaparan yang telah dijelaskan di atas, maka dibuat penelitian yang berjudul “Smart Gardening Berbasis IOT dan Inferensi Fuzzy Tsukamoto pada Studi Kasus Tanaman Stroberi”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang bangun *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* dalam membantu ibu rumah tangga merawat tanaman stroberi?
2. Bagaimana merancang bangun *fuzzy* untuk pengairan serta pengenalan pola tanah dan udara berbasis *fuzzy rule* dalam membantu ibu rumah tangga merawat tanaman stroberi?
3. Bagaimana merancang struktur *Internet of Things* (IoT) untuk pengairan dan pengenalan pola tanah dan udara dalam membantu ibu rumah tangga merawat tanaman stroberi?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. *Fuzzy* hanya menggunakan *inferensi fuzzy tsukamoto* dan menggunakan bahasa pemrograman PHP.
2. Sistem monitoring sederhana berbasis HTML, PHP, dan MySQL.

3. Perangkat yang dibuat difokuskan untuk pengairan dan pengenalan pola tanah dan udara berbasis *fuzzy rule* pada format inferensi *fuzzy tsukamoto*.
4. Mikrokontroler yang digunakan adalah Wemos D1 Mini.
5. Sensor yang digunakan adalah DHT22 dan *Hygro sensor*.
6. Perangkat dibuat untuk skala rumah tangga.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Membangun *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* dalam membantu ibu rumah tangga merawat tanaman stroberi.
2. Membangun *fuzzy* untuk pengairan serta pengenalan pola tanah dan udara berbasis *fuzzy rule* dalam membantu ibu rumah tangga merawat tanaman stroberi.
3. Merancang struktur *Internet of Things* (IoT) untuk pengairan dan pengenalan pola tanah dan udara dalam membantu ibu rumah tangga merawat tanaman stroberi.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Diharapkan dapat menjadi alternatif *smart gardening* tanaman stroberi untuk skala rumah tangga berbasis *fuzzy* dan *Internet of Things* (IoT).
2. Kedepannya diharapkan dapat membantu produsen skala kecil seperti ibu rumah tangga, pegawai kantor, dan toko kue untuk menanam stroberi di lahan sempit.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka sistematika penulisan yang disusun dalam tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab sebagai berikut :

- Bab I. Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

- Bab II. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Bab ini memuat tentang tinjauan pustaka yang menjabarkan hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini dan landasan teori yang menjabarkan teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian ini.

- Bab III. Metodologi Penelitian

Memuat tentang metode penelitian, mulai dari pelaksanaan penelitian, diagram alir penelitian, menentukan alat dan bahan, lokasi penelitian, dan langkah-langkah penelitian.

- Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Memuat tentang hasil dan pembahasan yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan.

- Bab V. Penutup

Memuat tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang telah diperoleh.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Perancangan Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Titikembun Udara Secara Realtime Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dengan Logika Fuzzy.**

Pada penelitian Amelia dkk. (2014) [4] peneliti membuat rancangan sistem monitoring suhu, kelembaban dan titik embun udara. sistem monitoring suhu, kelembaban, dan titik embun terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno r3, sensor DHT 11, *xively*, dan *arduino ethernet shield*. Sistem ini menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) dalam pengelola data atau pengambil keputusan.

Penelitian Amelia dkk. (2014) [4] melakukan pengujian dengan membandingkan sistem monitoring yang dirancang menggunakan metode fuzzy dengan perkiraan cuaca yang dikeluarkan oleh BMKG. Penelitian ini mendapatkan keberhasilan atau kesesuaian dengan data BMKG sebesar 80.15%.

##### **2.1.2 Sistem Fuzzy Logic Tertanam Pada Mikrokontroler Untuk Penyiraman Tanaman Pada Rumah Kaca**

Pada penelitian Farmadi dkk. (2017) [5] penelitian ini dengan *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi memiliki persamaan pada objek penelitian yaitu penyiraman pada tanaman menggunakan IOT dan logika *fuzzy*. Penelitian ini menggunakan dua masukan yang sama yaitu menggunakan masukan pada suhu udara dan kelembaban tanah.

Pada penelitian Farmadi dkk. (2017) [5] menghasilkan penyiraman dengan tiga jenis penyiraman dengan menggunakan metode fuzzy logic. Ketiga jenis penyiraman itu terdiri dari sistem penyiraman dengan tidak melakukan penyiraman atau tidak siram, siram sedang dan siram banyak.

### **2.1.3 Rancang Bangun sistem Penyiram Sayur Sawi (*Brassica chinensis* L.) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic**

Pada penelitian Dewi (2014) [6] memiliki persamaan dengan penelitian *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi pada objek yang diteliti yaitu sistem penyiraman tanaman berbasis IOT dan logika *fuzzy*. Pada penelitian Dewi (2014) [6] juga melihat faktor kelembaban tanah dan kelembaban tanah ini juga dikategorikan menjadi tiga kategori keadaan yaitu basah, kering dan sangat kering. Dan dalam penyiraman akan dilakukan dengan otomatis disesuaikan dengan kebutuhan dari tanaman.

Pada penelitian Dewi (2014) [6] menggunakan metode fuzzy untuk menentukan penyiraman. Penyiraman otomatis ini memiliki hasil yang lebih baik dari penyiraman manual. Pada tinggi sawi dengan penyiram otomatis setinggi 7 cm dan manual 6 cm. Lebar dan panjang daun sawi dengan penyiram otomatis adalah 4 cm dan 8,2 cm. Sedangkan pada sawi dengan penyiraman manual mempunyai panjang dan lebar daun yaitu 3 cm dan 5,5 cm.

## **2.2 Dasar Teori**

Dasar teori tentang konsep-konsep yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem pada penelitian ini akan dibahas pada subbab berikut :

### **2.2.1 Tanaman Stroberi**

Stroberi (*Fragaria sp.*) ialah salah satu komoditas buah-buahan yang penting di dunia, terutama untuk negara-negara beriklim subtropis. Tanaman stroberi dapat hidup beberapa tahun. Namun, terkadang hanya ditumbuhkan sebagai tanaman semusim. Tanaman stroberi mempunyai perakaran yang dangkal, daun majemuk trifoliat, bunga berwarna putih dan buahnya berwarna merah. Tanaman stroberi tumbuh baik pada suhu antara 17 - 20°C, kelembaban udara untuk pertumbuhan tanaman stroberi antara 80 - 90%, Ketinggian tempat yang memenuhi syarat iklim tersebut adalah 1000 - 1500 m dpl dengan curah hujan 600 - 700 mm/tahun, Kondisi ini sangat ideal karena tanaman stroberi peka terhadap kelembaban tinggi [7]. Kemudian kelembaban tanah yang diperlukan oleh tanaman stroberi berkisar antara 40 % sampai 70 % [8].

Pada tahap pengairan dan penyiraman dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu, penyiraman dilakukan 2 kali sehari. Setelah itu penyiraman dikurangi berangsur-angsur dengan syarat tanah tidak mengering. Pengairan bisa dengan disiram atau menjanuhi parit antar bedengan dengan air.

### **2.2.2 Wemos**

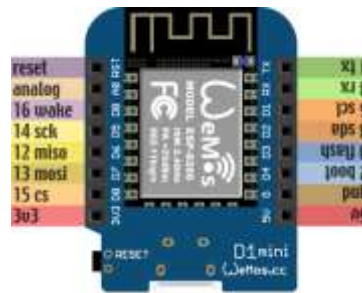
Mikrokontroler Wemos adalah sebuah Mikrokontroler pengembangan berbasis modul mikrokontroler ESP 8266 yang memiliki kemampuannya untuk menyediakan fasilitas konektivitas Wifi dengan mudah serta memori yang digunakan sangat besar yaitu 4 MB. Pada Mikrokontroler wemos memiliki 2 buah *chipset* yang digunakan sebagai otak kerja *platform* tersebut yaitu *chipset* ESP8266 dan *chipset* CH340 [9].

### 2.2.2.1 Wemos D1 Mini

Wemos D1 mini adalah modul *development board* WiFi ESP8266 yang dapat diprogram via Arduino IDE atau NodeMCU. Kelebihan WeMos D1 mini dengan *development board* ESP8266 lainnya adalah dukungan berbagai *shield* Wemos.

### 2.2.2.2 Board Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini adalah mikrokontroler dengan kemampuan wifi berbasis ESP8266EX yang dapat diprogram dengan Arduino IDE. Mikrokontroler ini digunakan untuk mengendalikan peralatan IoT.



Gambar 2. 1 *Board* Wemos D1 Mini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Wemos D1 Mini.

Mikrokontroler	ESP-8266EX
Tegangan Kerja	3,3V
Pin I/O Digital	11
Pin Analog	1 ( <i>Input</i> Maksimal: 3,3V)
<i>Clock Speed</i>	80MHz/160MHz
<i>Flash</i>	4MB

### 2.2.3 Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah atau dalam istilah bahasa Inggris *soil moisture sensor* adalah jenis sensor kelembaban yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*). Sensor ini berupa dua lempengan konduktor berbentuk pisau berbahan logam yang sangat sensitif terhadap muatan listrik dalam suatu media khususnya tanah. Kedua lempengan logam tersebut merupakan media yang akan menghantarkan tegangan analog berupa tegangan listrik yang nilainya relatif kecil berkisar antara 3,3-5 volt dan baru kemudian tegangan tersebut akan diubah menjadi tegangan digital untuk diproses lebih lanjut oleh sistem [10].

#### 2.2.4 Sensor DHT 22

DHT22 merupakan salah satu sensor suhu dan kelembaban yang juga dikenal sebagai sensor AM2302. Sensor ini hampir sama seperti DHT11 juga memiliki empat kaki. Kaki-kaki DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2.2. [11]:



Gambar 2. 2 Sensor DHT 22.

Pada Gambar 2.2 memperlihatkan empat kaki sensor DHT22 yaitu kaki Vs, Data, NC dan Ground. Tegangan sumber disambungkan ke kaki Vs dimana tegangan sumber yang digunakan pada umumnya adalah sebesar 5V karena mengikuti tegangan kerja mikrokontroler yaitu sebesar 5V juga. Kemudian kaki Data disambungkan dengan sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk mengambil data suhu dan kelembaban udara yang telah diukur. Kaki NC yaitu kaki *NotConnected*, merupakan kaki yang tidak disambungkan ke manapun. Jadi dalam pengujian, kaki ini tidak boleh dihubungkan dengan apa-apa. Sedangkan kaki Ground disambung dengan *Ground* tegangan sumber [12].

Spesifikasi sensor suhu kelembaban DHT22 :

- Tegangan input : 3,3 – 6 VDC
- Sistem komunikasi : Serial (*single – Wire Two way*)
- *Range* suhu :  $-40^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$
- *Range* kelembaban : 0% – 100% RH
- Akurasi :  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  (*temperature*) 2-5% RH (*humidity*)

### 2.2.5 Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan. Hal Ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa [13].



Gambar 2. 3 Pompa air.

Tabel 2. 2 Spesifikasi pompa air.

<i>DC Voltage</i>	2.5-6V
<i>Maximum lift</i>	40-110cm / 15.75"-43.4"
<i>Flow rate</i>	80-120L/H
<i>Outside diameter of water outlet</i>	7.5mm / 0.3"
<i>Inside diameter of water outlet</i>	5mm / 0.2"
<i>Diameter</i>	<i>Approx. 24mm / 0.95"</i>
<i>Length</i>	<i>Approx. 45mm / 1.8"</i>
<i>Height</i>	<i>Approx. 30mm / 1.2"</i>
<i>Material</i>	<i>engineering plastic</i>

### 2.2.6 Relay

*Relay* adalah sebuah saklar yang dioperasikan secara elektrik. Kebanyakan prinsip kerja *relay* menggunakan prinsip elektromagnet untuk menggerakkan dan mengoperasikan *switch*. Penggunaan *relay* digunakan untuk mengendalikan rangkaian dengan sinyal dengan daya rendah (dengan isolasi listrik lengkap antara kontrol dan sirkuit yang akan dikontrol), atau di mana beberapa sirkuit harus dikontrol oleh satu sinyal [14].



Gambar 2. 4 5V 1-Channel Relay interface board.

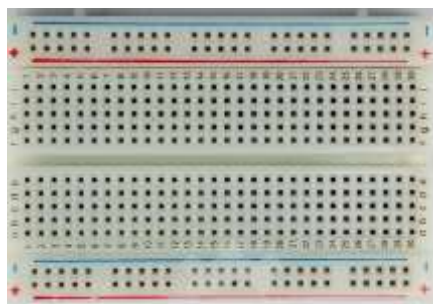
5V 1-Channel Relay interface board digunakan untuk mengendalikan perangkat elektronik yang memiliki arus yang besar dan dapat dikendalikan oleh berbagai jenis mikrokontroler seperti arduino , 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic. Dan memiliki kapasitas relay AC250V 10A ; DC30V 10A. Output memiliki 3 pin terminal block yang ditandai dengan NO, COM dan NC.

Interface pemicu:

1. DC+: power +5V DC
2. DC-: power -5V DC

### 2.2.7 BreadBoard

Breadboard merupakan konstruksi dasar sebuah sirkuit elektronik dan prototipe dari suatu rangkaian elektronik. Breadboard banyak digunakan untuk membuat rangkaian komponen karena pada saat pembuatan prototipe tidak perlu melakukan proses menyolder karena breadboard bersifat solderless. Jadi breadboard sangat cocok pada tahap proses pembuatan prototipe karena akan sangat membantu berkreasi dalam desain sirkuit elektronika.



Gambar 2. 5 Breadboard.

### 2.2.8 Sistem Irigasi Tetes

Irigasi tetes adalah metode irigasi yang digunakan untuk menghemat air dan pupuk dengan membiarkan air menetes secara pelan-pelan ke akar tanaman, baik melalui permukaan tanah atau langsung ke akar melalui jaringan katup, pipa dan emitor.

Cara kerja dari irigasi tetes ini adalah dengan menampung air dalam wadah dan mengalirkannya ke tanaman menggunakan tekanan gaya gravitasi melalui lubang yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan tanaman.

### **2.2.9 Internet of Things**

*Internet of Things* (IoT) adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. Teknologi IoT telah berkembang dari konvergensi *micro- electromechanical systems* (MEMS), dan Internet pada jaringan nirkabel. Sedangkan “*A Things*” dapat didefinisikan sebagai subjek seperti orang dengan implant jantung, hewan peternakan dengan *transponder chip* dan lain- lain. IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi mesin dengan mesin (M2M) tanpa campur tangan manusia ataupun komputer yang lebih dikenal dengan istilah cerdas (*smart*) [15].

### **2.2.10 Fuzzy**

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Dalam fuzzy dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 hingga 1. Berbeda dengan himpunan yang memiliki nilai 1 atau 0. Sedangkan logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

### **2.2.11 Metode Tsukamoto**

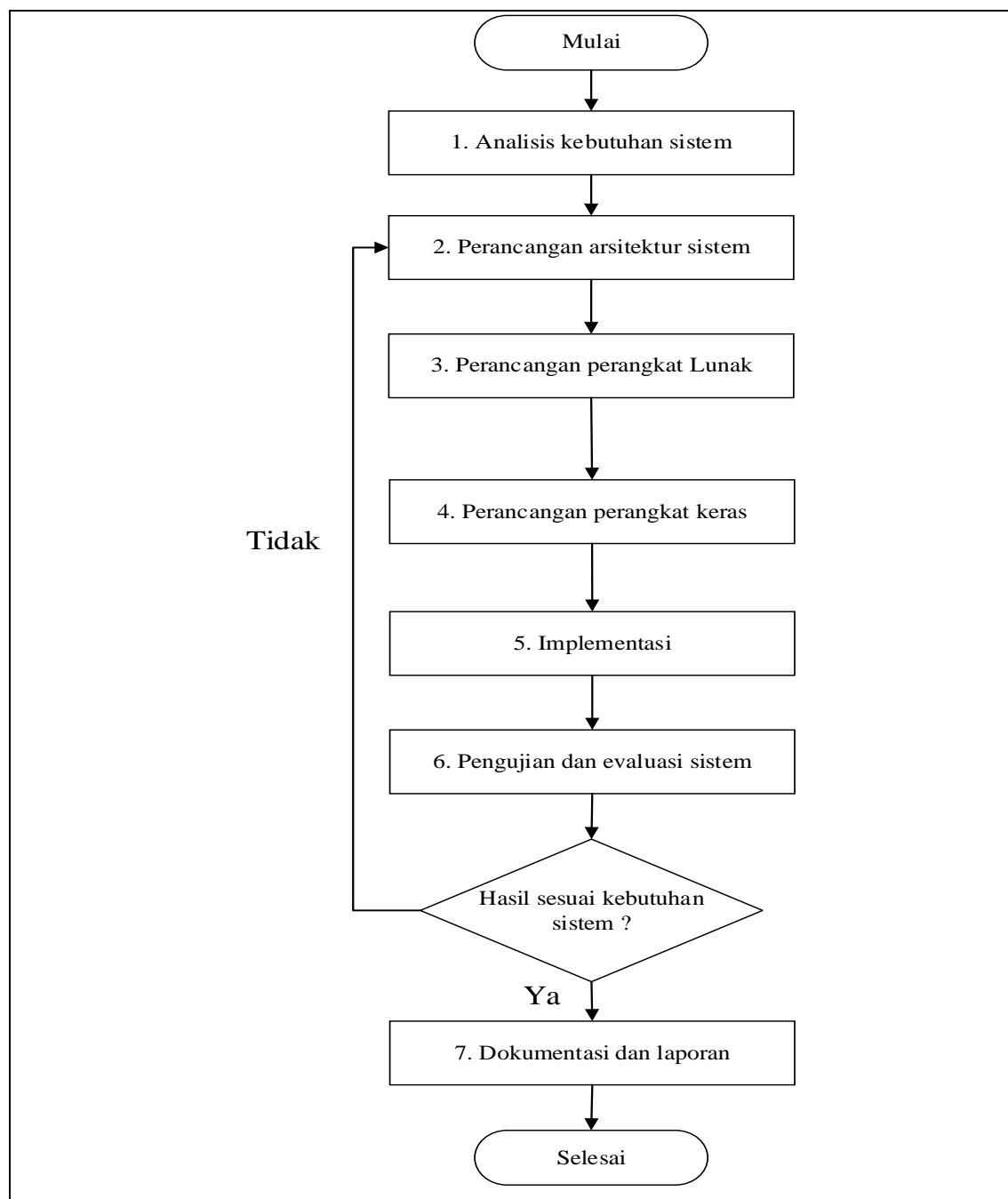
Tsukamoto yaitu setiap konsekuen pada aturan berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan dengan berdasarkan predikat (*fire strength*). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Misalkan ada 2 variabel *input*, yaitu  $x$  dan  $y$  serta satu variabel *output*  $z$ . Variabel  $x$  terbagi atas dua himpunan yaitu  $A_1$  dan  $A_2$ , sedangkan variabel  $y$  terbagi atas himpunan  $B_1$  dan  $B_2$ . Variabel  $z$  juga terbagi atas dua himpunan yaitu  $C_1$  dan  $C_2$ . Tentu saja himpunan  $C_1$  dan  $C_2$  harus merupakan himpunan yang bersifat monoton [16].



## BAB III METODE PERANCANGAN

### 3.1 Rencana Pelaksanaan

Rencana pelaksanaan *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Rencana Pelaksanaan.

Pada Gambar 3.1 merupakan alur dari pelaksanaan *Smart Gardening* Berbasis IoT Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi. Untuk masing-masing proses pada Gambar 3.1 dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada tahap analisis kebutuhan sistem akan dilakukan analisis terhadap kebutuhan dari *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi yang akan dibangun, yaitu menjelaskan apa saja perangkat yang dibutuhkan dalam proses perancangan dan pembangunan sistem.
2. Pada tahap perancangan arsitektur sistem akan dilakukan perancangan terhadap arsitektur dan alur kerja dari sistem *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi yang akan dibangun.
3. Pada tahap perancangan perangkat keras akan dilakukan perancangan untuk melakukan kalibrasi pompa air untuk penyiraman tanaman stroberi. Sedangkan untuk mengamati proses berjalannya data digunakan sistem monitoring sederhana berbasis HTML, PHP, dan MySQL.
4. Pada tahap implementasi akan dilakukan penyusunan perangkat dari *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi.
5. Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem, pengujian dilakukan pada perangkat lunak, perangkat keras dan pada logika *fuzzy*. Jika sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis maka akan dilanjutkan ke tahap dokumentasi. Jika sistem belum berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis maka akan dilakukan perbaikan dari tahap perancangan arsitektur sistem.
6. Pada tahap dokumentasi dan laporan, akan dilakukan pencatatan dari hasil pengujian dan evaluasi sistem.

### **3.2 Analisis Kebutuhan Sistem**

Pada tahap analisis kebutuhan sistem akan dilakukan analisis terhadap kebutuhan dari *Smart Gardening* Berbasis IoT Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan untuk *Smart Gardening* Berbasis IoT Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi.

### 3.2.1 Analisis kebutuhan alat dan bahan

Dalam perancangan *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi, ada beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu:

1. Laptop/PC digunakan untuk *coding program*.
2. 1 buah Wemos D1 Mini digunakan sebagai mikrokontroler pada *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi.
3. 1 buah DHT 22 yang digunakan untuk mengetahui suhu dan kelembaban.
4. 1 buah *Hygrometer soil moisture sensor* yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah.
5. Sistem Monitoring sederhana berbasis HTML, PHP, dan MySQL yang digunakan untuk memonitoring data yang masuk pada saat pengambilan data dan pengujian.
6. 1 buah pompa air DC.
7. 1 buah *breadboard*.
8. 1 buah *relay*.
9. 2 set kabel *jumper*.
10. 3 meter pipa pvc ukuran 5mm.

### 3.2.2 Perencanaan Biaya

Anggaran biaya pada Tabel 3.1 merupakan anggaran biaya yang akan digunakan untuk membeli alat-alat sesuai dengan kebutuhan pada analisis kebutuhan alat dan bahan.

Tabel 3. 1 Perencanaan biaya.

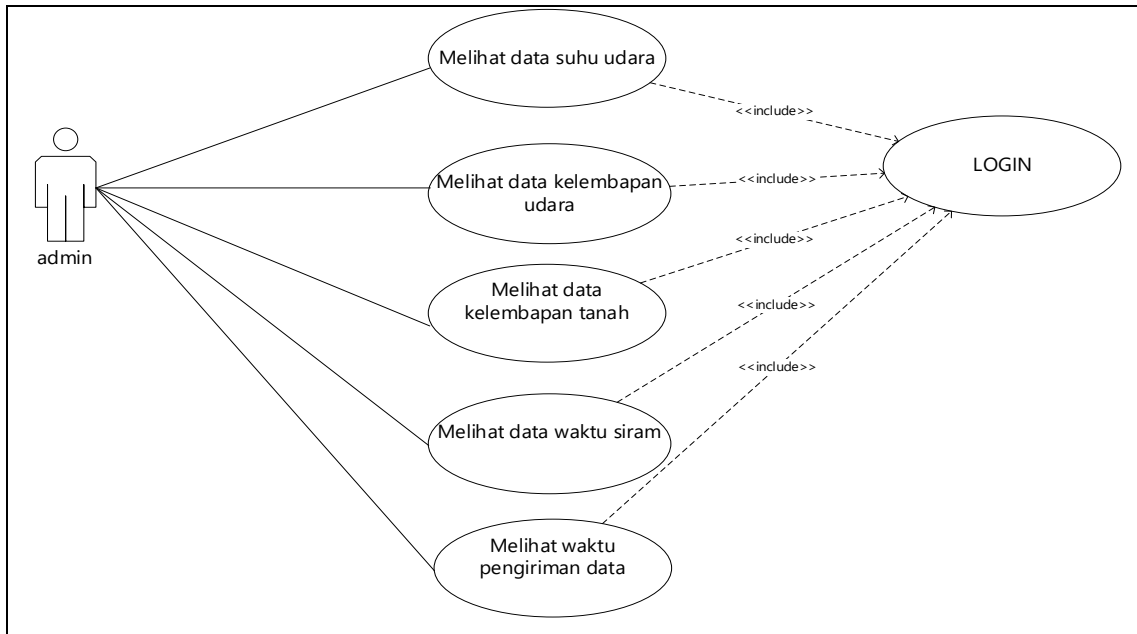
No	Nama Alat	Jumlah	Harga
1	Wemos D1 Mini	1	Rp.51.000
2	DHT 22	1	Rp.25.000
3	<i>Hygrometer soil moisture sensor</i>	1	Rp.54.000
4	Kabel <i>Jumper</i>	2 set @ Rp.16.000	Rp.32.000
5.	<i>Relay Module</i>	1 buah @ Rp. 29.000	Rp. 29.000
6.	Pompa air DC	1	Rp. 56.000
7.	<i>Breadboard</i>	1	Rp. 20.000
8.	Pipa PVC	3 meter	Rp. 10.000
Jumlah			Rp. 277.000

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Sistem monitoring digunakan untuk melihat dan mencatat data yang masuk atau yang sudah didapatkan dari *soil moisture sensor* dan DHT22.

#### 3.3.1 Use Case Diagram

Pada sistem monitoring sederhana memiliki *use case diagram* sebagai berikut :

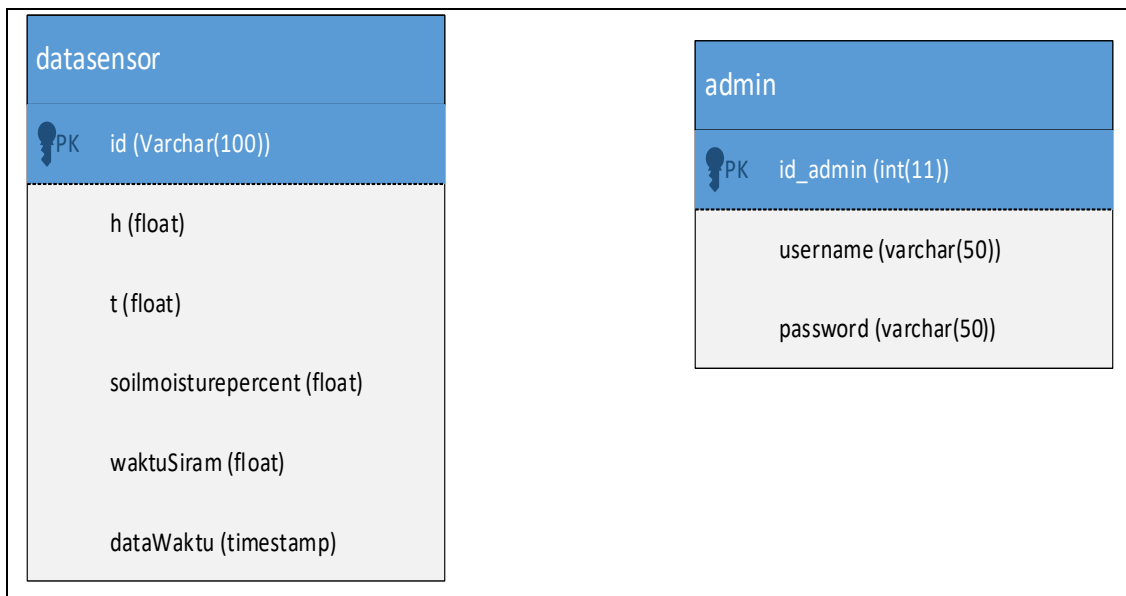


Gambar 3. 2 *use case diagram*.

Pada Gambar 3.2 *use case diagram* admin dapat melihat data yang telah dikirimkan oleh wemos D1 mini. Data yang didapatkan oleh wemos D1 mini adalah data yang diperoleh dari dua buah sensor yaitu data kelembaban suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah, waktu siram serta waktu pengiriman data yang kemudian akan ditampilkan pada sistem monitoring sederhana.

### 3.3.2 Rancangan Database Sistem

Pada sistem monitoring sederhana memiliki rancangan *database* sebagai berikut :



Gambar 3.3 Rancangan *Database*.

Pada rancangan *database* sistem monitoring sederhana *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi memiliki dua buah tabel *database* yaitu tabel admin dan tabel *datasensor*. Pada tabel admin terdapat tiga buah atribut yaitu `username`, `id_admin`, dan `password`. Kemudian pada tabel *datasensor* terdapat enam atribut yaitu `id_data`, `t`, `h`, `soilmoisturepercent`, `waktuSiram` dan `dataWaktu`.

Berdasarkan rancangan *database* pada Gambar 3.4 maka didapatkan empat tabel *database* yaitu tabel admin, tabel kelembaban\_tanah, tabel kelembaban\_udara, dan tabel suhu\_udara.

Tabel 3. 2 Tabel admin

Field	Type	Null	Default
<u>Id_admin</u>	Int (11)	No	None
Username	Varchar(50)	No	None
Password	Varchar(50)	No	None

Tabel 3. 3 Tabel kelembaban\_tanah

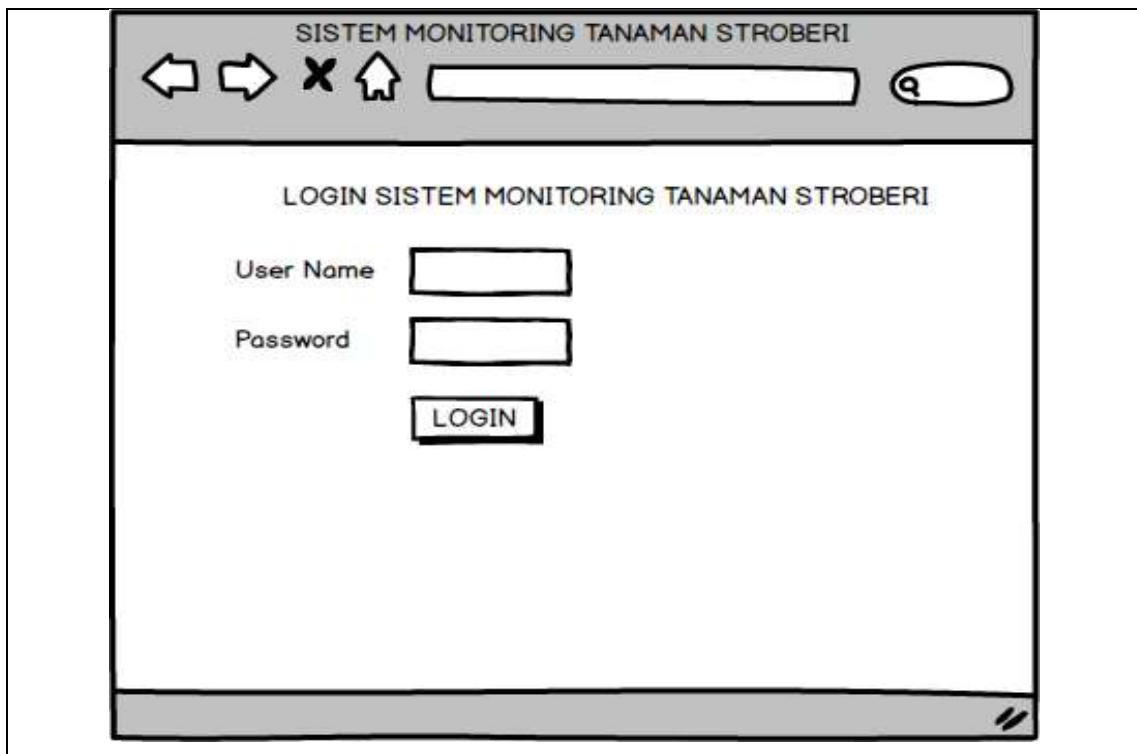
Field	Type	Null	Default
<u>Id_data</u>	Varchar (100)	No	None
h	float	No	None
t	float	No	None
Soilmoisturepercent	Float	No	None
waktuSiram	Float	No	None
dataWaktu	Timestamp	No	current_timestamp()

### 3.3.3 Rancangan Interface Sistem Monitoring

Pada sistem monitoring memiliki beberapa halaman untuk melakukan monitoring pada data yang diperoleh dari pengambilan data kelembaban tanah, kelembaban udara, dan suhu udara.

#### 1. Halaman *Login*

Halaman *login* adalah halaman yang muncul pertama kali saat memulai sistem monitoring. Halaman *login* ini berfungsi untuk mengamankan data yang telah diperoleh agar tidak sembarang orang dapat mengakses data yang sudah didapatkan. Berikut merupakan tampilan dari halaman *login*.



Gambar 3. 4 Halaman *login*.

## 2. Halaman Hasil Pengamatan

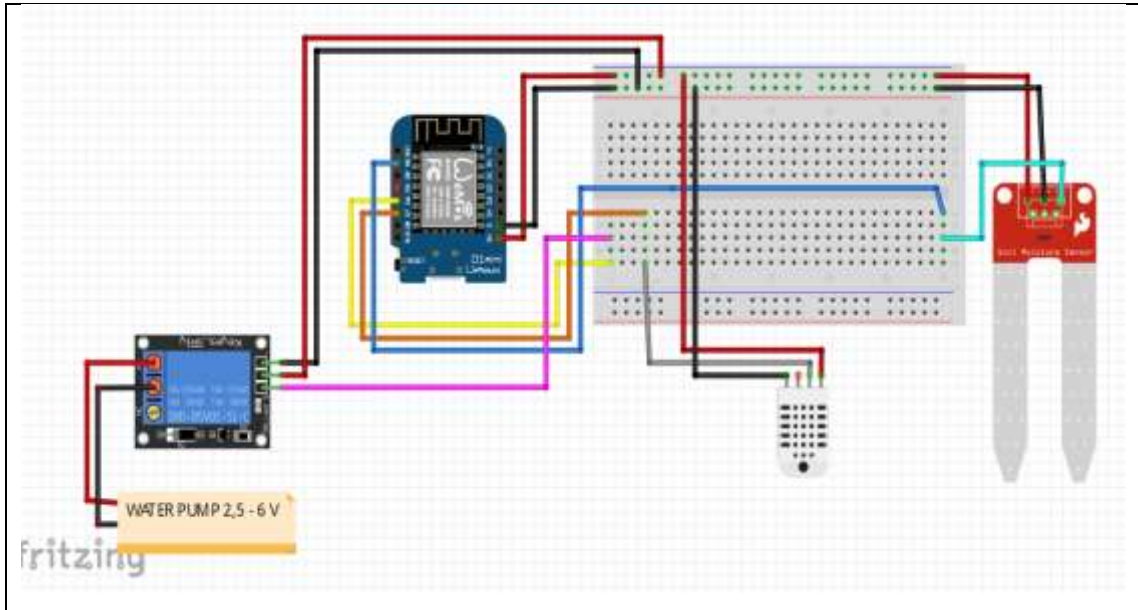
Halaman Hasil Pengamatan adalah halaman yang akan menampilkan data yang sudah didapatkan dari sensor yang dikirimkan oleh Wemos D1 Mini ke *Web Server*. Pengaksesan dilakukan secara online.

No	h	t	soilmoisturepercent	waktuSiram	Data Pengiriman
1	15	90	90	11.4	11
2	15	90	90	11.4	11
3	15	90	90	11.4	11
4	15	90	90	11.4	11
5	15	90	90	11.4	11
6	15	90	90	11.4	11

Gambar 3. 5 Halaman Hasil Pengamatan.

## 3.4 Rancangan Perangkat Keras

Pada tahap rancangan perangkat keras adalah tahap untuk memulai dalam penyusunan *micro controller* dengan modul – modul elektronika yang akan dipasangkan pada objek dari sistem. Gambaran untuk rancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.6.

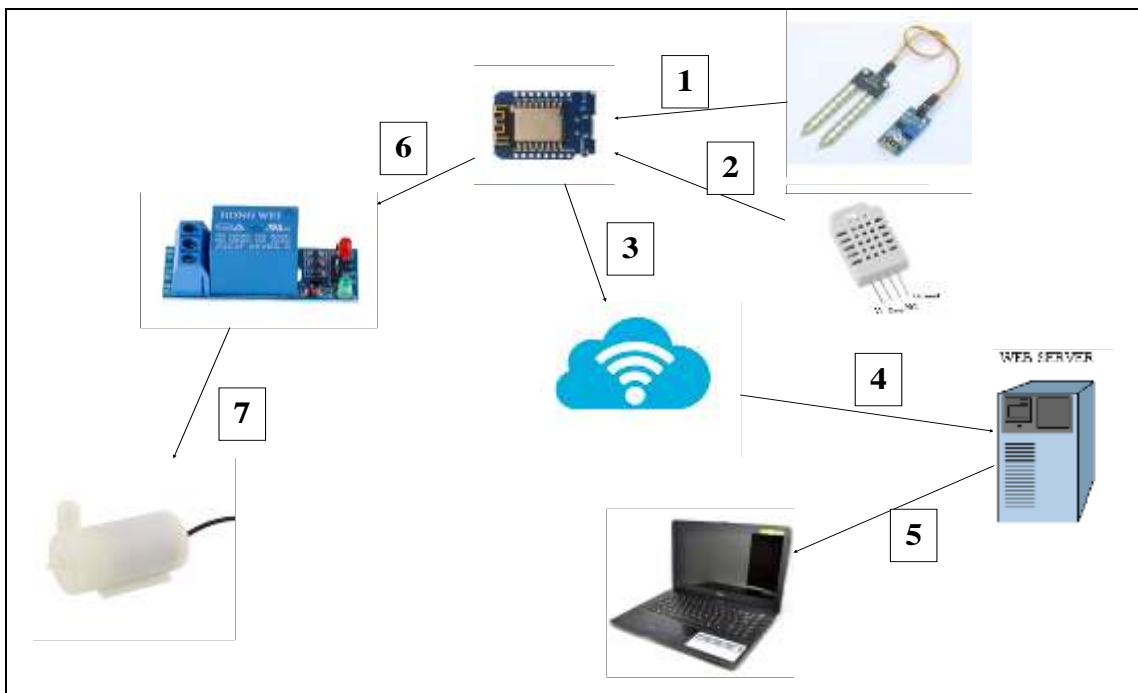


Gambar 3. 6 Rancangan perangkat keras.

Pada Gambar 3.6 perangkat yang tersusun dari *Wemos D1 Mini*, *soil moisture sensor*, *DHT22*, *relay 1 chanel 5v*, *Bread Board*, dan *Pompa air DC*.

### 3.4.1 Arsitektur Sistem

Gambaran dari arsitektur *Smart Gardening* Berbasis Iot Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.7 Arsitektur Sistem.



Pada Gambar 3.7 merupakan arsitektur dari *Smart Gardening* Berbasis IoT Dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* Pada Studi Kasus Tanaman Stroberi yang akan dibuat pada penelitian ini. Untuk masing-masing proses yang terdapat pada Gambar 3.2 dijelaskan sebagai berikut:

1. *Hygrometer soil moisture sensor* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah tanaman stroberi. Kelembaban tanah ini akan digunakan untuk menunjang pengambilan keputusan penyiraman pada tanaman stroberi.
2. DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Data suhu dan kelembaban ini akan digunakan untuk menunjang pengambilan keputusan penyiraman pada tanaman stroberi.
3. Wemos Di Mini akan mengirimkan data yang sudah diperoleh ke *web server* melalui internet.
4. *Web server* akan menampung data yang sudah didapatkan agar mampu diakses kapan saja oleh admin.
5. Sistem monitoring akan mengambil data yang ada pada *web server* untuk ditampilkan.
6. Relay akan menerima perintah dari wemos D1 mini untuk menyalakan atau mematikan Pompa air DC.
7. Pompa air akan menyala dan mati setelah mendapat perintah terusan dari *relay*.
8. *Relay* akan merespon perintah dari Wemos D1 Mini dengan menyalakan dan mematikan pompa air.
9. *Relay* akan melanjutkan perintah menyalakan dan mematikan pompa air ke Pompa air DC.
10. Pompa air akan menyala dan mati sesuai dengan perintah dari wemos D1 mini yang disalurkan melalui *relay*.

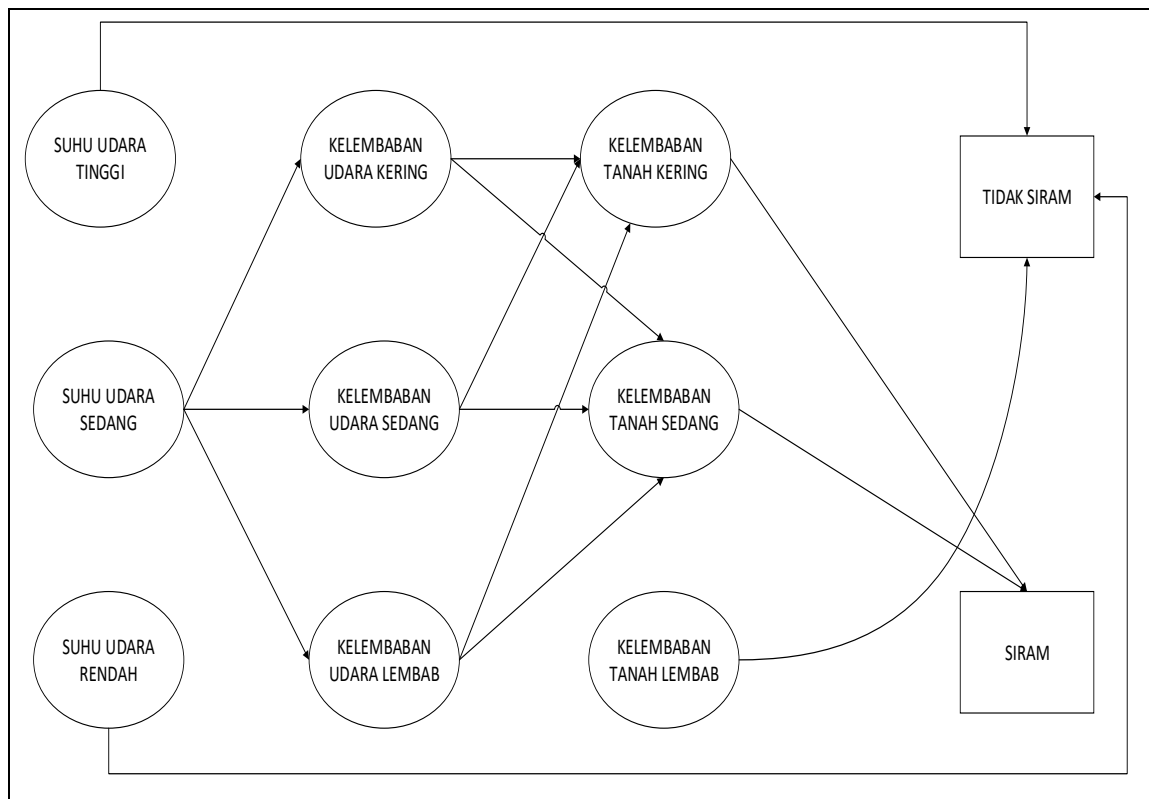
#### **3.4.2 Rule Fuzzy Tsukamoto**

Pada studi kasus tanaman stroberi memiliki tiga buah variabel yaitu kelembaban tanah, kelembaban udara, dan suhu udara yang akan dijadikan acuan untuk membuat aturan penyiraman. Penyiraman akan dilakukan tergantung dari kondisi variabel tersebut. Maka diperolehlah aturan fuzzy seperti Gambar 3.8.

Pada Gambar 3.8 memiliki dua buah keluaran atau hasil yaitu melakukan penyiraman atau tidak melakukan penyiraman. Kondisi tidak melakukan penyiraman

akan terpenuhi apabila suhu udara tinggi atau kondisi cuaca sedang terik matahari. Kemudian suhu udara rendah atau kondisi sedang berada pada waktu malam hari maka tidak melakukan penyiraman. Serta kelembapan tanah lembap atau kondisi tanah sudah dalam keadaan basah maka tidak melakukan penyiraman.

Kondisi melakukan penyiraman akan terpenuhi apabila suhu udara dalam kondisi sedang atau tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Maka apapun kondisi kelembapan udara dan kelembapan tanah kecuali tanah lembap maka akan dilakukan penyiraman.



Gambar 3.8 Alur Fuzzy Tsukamoto.

### 3.5 Implementasi Sistem

Setelah dilakukan tahap perancangan selanjutnya akan dilakukan proses implementasi dari alat yang dibuat. Pada penelitian ini terdapat tiga tahap dalam proses implementasi yaitu penyusunan perangkat, pembangunan sistem monitoring dan pembangunan sistem monitoring.

#### 1. Penyusunan Perangkat

Pada tahap penyusunan perangkat Wemos D1 Mini, *hygrometer soil moisture sensor* dan DHT 22, *relay* dan pompa air DC akan dihubungkan menggunakan kabel

*jumper*. Proses penyusunan perangkat akan dilakukan sesuai dengan rancangan perangkat pada tahap perancangan perangkat.

## 2. Pembangunan kontrol aplikasi

Pada tahap pembangunan kontrol aplikasi, rancangan kontrol aplikasi akan diimplementasi ke dalam Wemos D1 Mini dengan menggunakan bahasa pemrograman C++. Arduino IDE akan digunakan sebagai alat bantu dalam proses implementasi kontrol aplikasi ke dalam Wemos D1 Mini.

## 3. Pembangunan sistem monitoring

Pada tahap pembangunan sistem monitoring akan dihubungkan dengan wemos D1 Mini guna melakukan monitoring data yang masuk ke dalam *hygrometer soil moisture sensor* dan DHT 22. Dalam pembuatan sistem monitoring ini menggunakan HTML, PHP dan MySQL.

### 3.6 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem, akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pada penelitian ini teknik pengujian yang digunakan yaitu pengujian *black box*, perangkat keras dan pengujian metode *fuzzy tsukamoto*.

#### 3.6.1 Black Box

Pada pengujian *black box* dilakukan pada sistem monitoring. Pengujian dilakukan untuk mengamati dan memeriksa fungsionalitas dari perangkat sistem monitoring. Faktor yang diamati adalah fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang, kesalahan *interface*, kesalahan dalam akses *database* dan kinerja yang tidak maksimal.

#### 3.6.2 Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian perangkat keras ini dilakukan pada fungsionalitas dari perangkat IoT yang digunakan. Perangkat sudah berkerja dengan baik atau memiliki malfungsi sehingga menyebabkan hasil yang diinginkan dari alat tidak maksimal.

#### 3.6.3 Pengujian Metode Fuzzy Tsukamoto

Pada pengujian atau evaluasi metode *fuzzy tsukamoto* dilakukan untuk mengetahui apakah *rule* atau aturan yang sudah diterapkan sudah maksimal atau masih butuh penyesuaian sesuai dengan keadaan lapangan atau lokasi penelitian. Dengan evaluasi

metode *fuzzy tsukamoto* maka akan didapatkan *rule* atau aturan yang paling maksimal untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

### **3.7 Dokumentasi dan Laporan**

Pada tahap dokumentasi dan laporan, hasil dari pengujian sistem akan didokumentasikan dan diambil kesimpulan berdasarkan dokumentasi tersebut. Kesimpulan yang telah didapatkan akan dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan selanjutnya.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Realisasi Sistem

Pada bab ini akan membahas hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu “*Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi”. Realisasi yang dilakukan telah dibuat sesuai dengan perancangan yang dijabarkan pada bab sebelumnya. Pembahasan yang akan dijelaskan meliputi realisasi penyusunan perangkat keras, realisasi pembangunan kontrol aplikasi, realisasi pembangunan *web service*, realisasi pembangunan sistem monitoring, dan Realisasi pembangunan *Database*. Selain itu, pada bab ini juga akan dibahas mengenai hasil sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan yang ada, melakukan pengujian sistem serta mengevaluasi sistem yang telah berjalan.

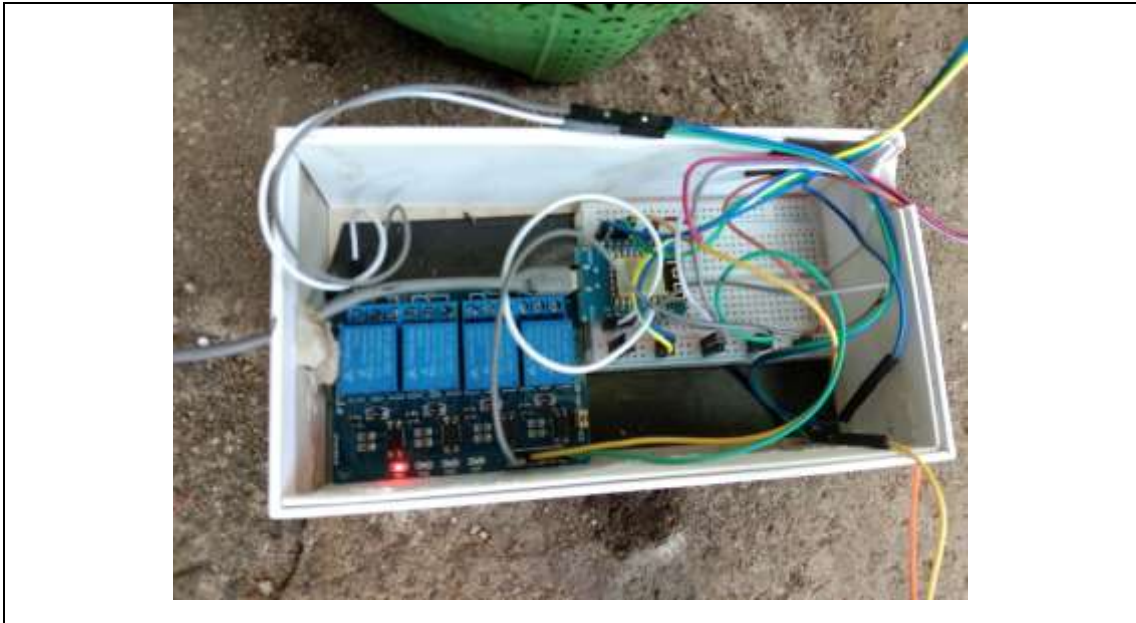
##### 4.1.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

Realisasi penyusunan perangkat keras dari *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi.



Gambar 4. 1 Realisasi sistem *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi

Pada Gambar 4.1 merupakan tampak keseluruhan dari *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi.



Gambar 4. 2 Wemos D1 Mini dan Relay

Pada Gambar 4.2 terdapat Wemos D1 Mini, *Relay*, kabel *jumper*, *breadboard* yang merupakan rangkaian untuk mengontrol sistem.



Gambar 4. 3 DHT22 dan *Soil Moisture Sensor*

Pada Gambar 4.3 terdapat DHT22 yang berfungsi untuk membaca kondisi suhu udara dan kelembapan udara. Terdapat juga *Soil Moisture Sensor* yang berfungsi untuk membaca kondisi kelembapan tanah.



Gambar 4. 4 Pompa Air

Pada Gambar 4.4 terdapat pompa air yang berada dalam sebuah ember berisi air yang digunakan untuk melakukan penyiraman.



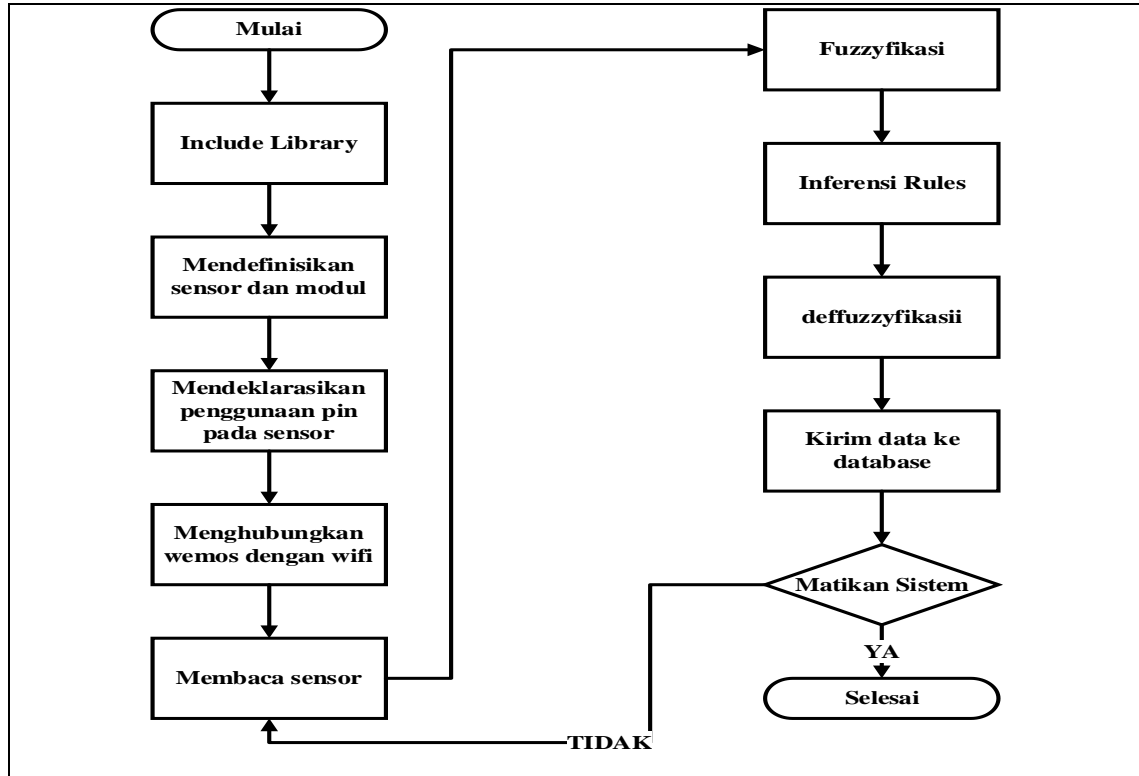
Gambar 4. 5 Pompa Air

Gambar 4.5 merupakan penyiraman tanaman menggunakan sistem irigasi tetes. Sistem irigasi tetes akan menghemat air dengan meneteskan air sampai waktu yang sudah ditentukan oleh sistem.



#### 4.1.2 Realisasi Pembangunan Kontrol Aplikasi

Pembangunan kontrol aplikasi menggunakan Bahasa C++ dan IDE yang dipergunakan adalah Arduino IDE. Agar semua modul dan sensor terkoneksi satu dengan yang lain serta berjalan sesuai yang diinginkan, maka dibuatlah kontrol aplikasi yang memiliki alur seperti Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Alur Kerja Kontrol Aplikasi

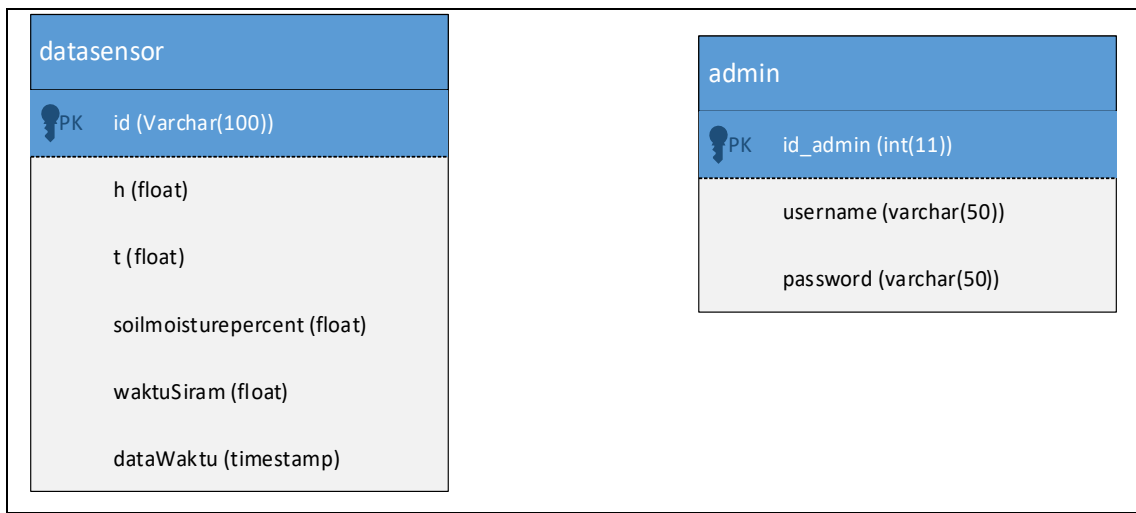
Berdasarkan Gambar 4.6 maka dapat dijelaskan tahapan kontrol aplikasi berkerja. Pertama yang dilakukan adalah melakukan *include library* berdasarkan modul yang digunakan oleh sistem. Kedua mendefinisikan sensor dan modul yang digunakan oleh sistem. Ketiga melakukan deklarasi penggunaan pin pada sensor. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan Wemos D1 Mini dengan wifi untuk menunjang pengiriman data ke *database*. Proses perhitungan nilai *fuzzy* dimulai dengan Langkah pertama yang dilakukan adalah membaca nilai sensor seperti suhu udara, kelembapan udara dan kelembapan tanah. Kedua melakukan *fuzzyfikasi* untuk mendapatkan nilai *fuzzy*. Ketiga melakukan *inferensi rules* untuk mendapatkan *rules* yang berkerja pada kondisi tersebut. Keempat *defuzzyfikasi* untuk mendapatkan nilai sesungguhnya untuk dikirim ke *database*. Langkah terakhir adalah mengirim data tersebut ke *database* menggunakan



Wemos D1 Mini yang sudah terkoneksi ke internet. Apabila sistem sudah selesai digunakan maka proses *sourcecode* telah selesai. Namun, apabila masih belum selesai maka fungsi perulangan tadi masih terus berlanjut.

#### 4.1.3 Realisasi Pembangunan Database

Dalam realisasi pembangunan *database*, bahasa yang digunakan yaitu bahasa MySQL. Berikut tabel yang telah dibuat dalam pembangunan *database* yang diberi nama “id13025136\_db\_datastroberi” seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Database Sistem

Pada id13025136\_db\_datastroberi terdapat beberapa tabel yang terdiri dari berbagai *field* yang menampung data yang akan digunakan pada aplikasi sistem monitoring stroberi. Berikut penjelasan tabel beserta *field*-nya.

##### A. Tabel datasensor

Pada tabel *datasensor* digunakan untuk menampung seluruh data sensor yang dikirimkan oleh Wemos D1 Mini ke *database* dan juga menampung hasil *defuzzyfikasi* yang sudah dilakukan oleh sistem. Pada tabel *datasensor* terdapat beberapa *field*. *Field* *id* digunakan sebagai *primary key*. *Field* *h (float)* digunakan untuk menampung data sensor *humidity* (kelembapan udara). *Field* *t (float)* digunakan untuk menampung data sensor *temperature* (suhu udara). *Field* *soilmoisturepercent (float)* digunakan untuk menampung data sensor kelembapan tanah. *Filed* *waktuSiram (float)* digunakan untuk menampung hasil perhitungan atau lama penyiraman. *Field* *dataWaktu (timestamp)* digunakan untuk menampung data masuk ke dalam *database*. Adapun struktur tabel data sensor dapat dilihat pada Gambar 4.8.

			id	h	t	soilmoisturepercent	waktuSiram	dataWaktu	
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1	87.2	19.8	10	11.14	2020-04-17 08:00:50
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2	88	19.5	97	0	2020-04-17 08:12:58
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	3	86.1	20	61	5.83	2020-04-17 08:12:58
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	4	86.8	20.2	58	5.6	2020-04-17 08:18:34
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	5	87.1	20	58	5.6	2020-04-17 08:24:10
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	6	87.3	19.9	57	5.53	2020-04-17 08:29:41

Gambar 4. 8 Tabel datasensor

## B. Tabel Admin

Pada tabel admin digunakan untuk menampung data admin yang boleh melakukan akses ke sistem monitoring. Tabel admin terdiri dari beberapa *field*. *Field id\_admin (int(11))* digunakan untuk menampung id admin. *Field username (varchar(50))* digunakan untuk menampung *username* dari admin. *Field password (varchar(50))* digunakan untuk menampung *password* dari admin. Pada *field password* menggunakan enkripsi MD5. Adapun struktur tabel admin dapat dilihat pada Gambar 4.9.

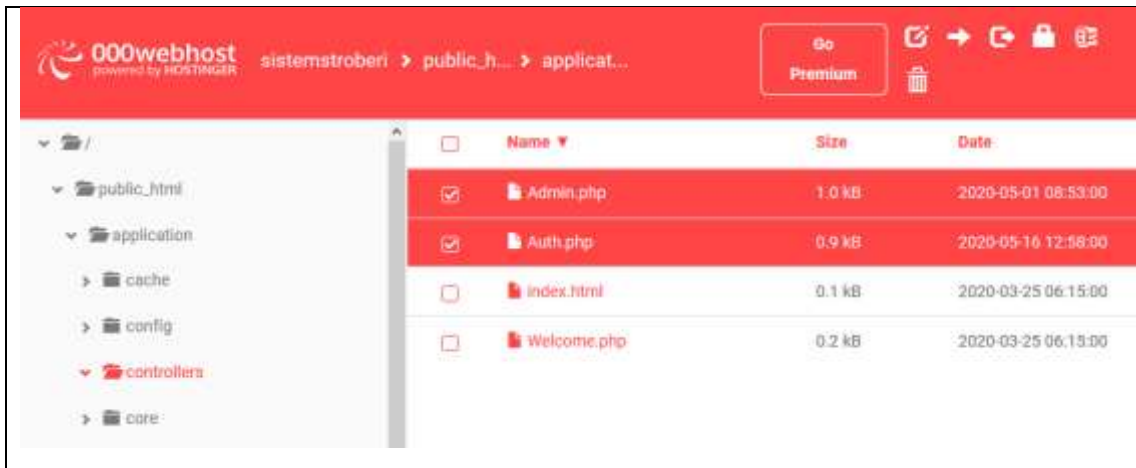
+ Options				id_admin	username	password
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	3	admin	0192023a7bbd73250516f069df18b500

Check all    With selected:    Edit    Copy    Delete    Export

Gambar 4. 9 Tabel Admin

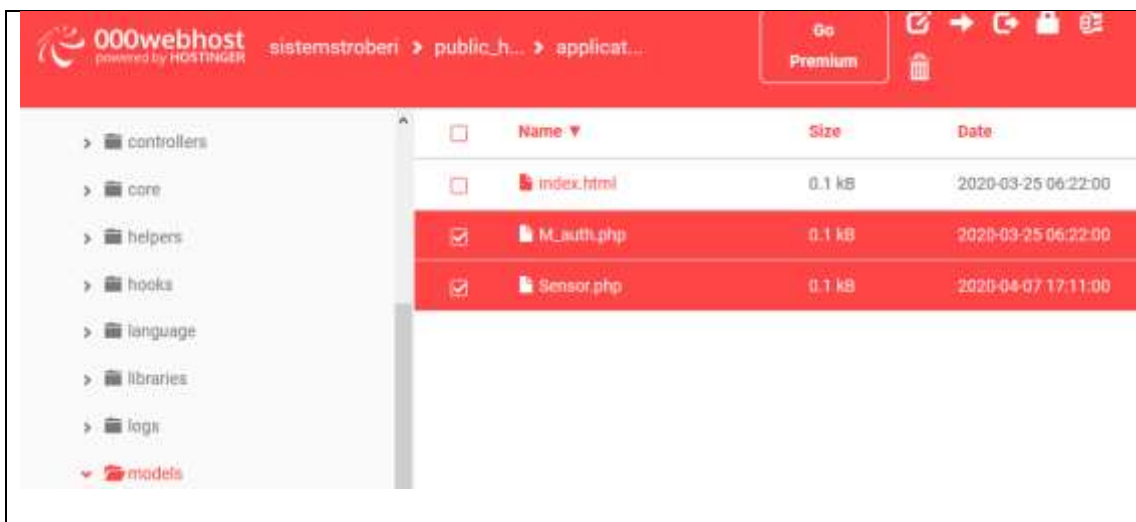
### 4.1.4 Realisasi Pembangunan Web Service

Dalam realisasi pembuatan *web service* bahasa yang digunakan adalah bahasa PHP dengan menggunakan *framework CodeIgniter*. *Web service* yang digunakan berbasis online yang di *hosting* secara gratis di [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com). Struktur *folder* yang terdapat pada *CodeIgniter* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



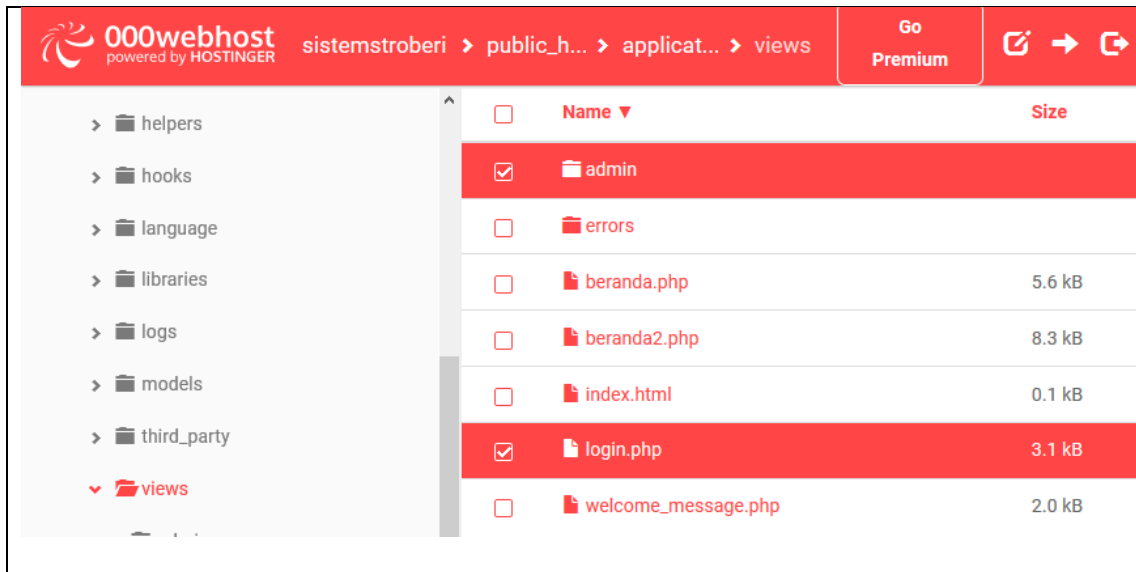
Gambar 4. 10 Struktur *Folder Web Service File Controller* Pada [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com)

Pada Gambar 4.10 menunjukkan folder controllers dan pada folder tersebut terdapat dua file Admin.php dan Auth.php. Pada file Admin.php dan Auth.php disini berfungsi untuk menghubungkan folder models dan folder views. File Admin.php akan menunjang dalam proses menampilkan data yang sudah masuk ke sistem. Kemudian file Auth.php digunakan untuk menunjang proses masuk ke dalam sistem.



Gambar 4. 11 Struktur *Folder Web Service File Models* Pada [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com)

Pada Gambar 4.11 terdapat folder models yang memiliki file M\_auth.php dan Sensor.php. File M\_auth.php digunakan untuk mengakses data ke dalam *database*. Data yang diakses adalah tabel admin untuk melakukan proses masuk ke dalam sistem. File Sensor.php digunakan untuk mengakses data di dalam tabel datasensor pada *database*.



Gambar 4. 12 Struktur *Folder Web Service File Views* Pada [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com)

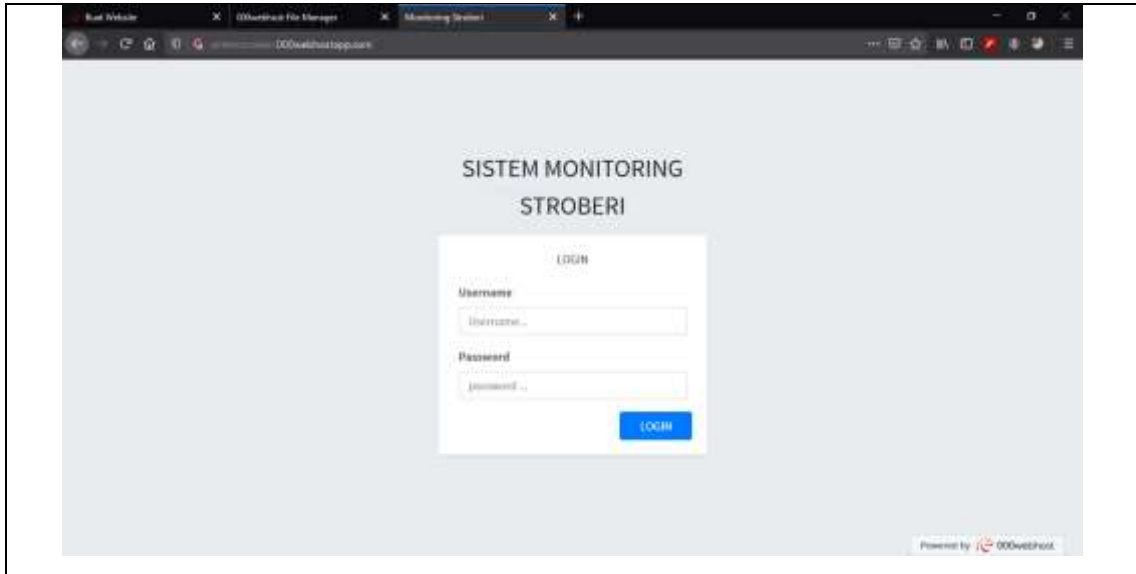
Pada Gambar 4.12 terdapat beberapa file pendukung untuk tampilan sistem monitoring. Terdapat file `Login.php` yang menjadi tampilan awal pada sistem monitoring untuk dapat masuk ke dalam sistem. Kemudian pada folder `admin` terdapat file `Beranda.php` sebagai tampilan setelah masuk ke dalam sistem. Dalam tampilan `Beranda.php` akan menampilkan data suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah dan waktu siram serta waktu pengiriman data.

#### 4.1.5 Realisasi Pembangunan Sistem Monitoring

Dalam pembuatan sistem monitoring digunakan bahasa PHP dan dengan *framework codeigniter*. Berikut ini adalah realisasi dari *interface* sistem monitoring stroberi.

##### A. Halaman *Login*

Pada halaman `Login` akan menampilkan dua kolom isian. Pada kolom pertama admin harus memasukan *username*. Pada kolom kedua admin harus memasukan *password*. Setelah admin telah memasukan *username* dan *password* maka admin bisa masuk ke sistem dengan menekan tombol `LOGIN`. Halaman login dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Halaman *Login*.

## B. Halaman Hasil Pengamatan

Pada halaman hasil pengamatan admin dapat melihat data sensor yang sudah masuk ke dalam *database*. Data tersebut berupa data suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah waktu siram dan data pengiriman. Di halaman ini juga admin dapat melihat lama siram yang dibutuhkan oleh tanaman stroberi apabila memiliki kondisi suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah tertentu serta waktu data tersebut dikirimkan. Halaman hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Nomor	Suhu Udara	Kelembapan Udara	Kelembapan Tanah	Lama Siram	Data Pengiriman
1	29.8	87.2	88	11.34	2020-04-17 06:02:58
2	29.5	88	87	0	2020-04-17 06:12:58
3	20	86.1	81	5.83	2020-04-17 06:12:58
4	29.2	86.8	58	5.6	2020-04-17 06:18:34
5	20	87.1	58	5.6	2020-04-17 06:24:10
6	29.9	87.3	57	5.53	2020-04-17 06:29:41
7	29.2	85.8	102	0	2020-04-17 06:30:41
8	29.1	85.8	96	0	2020-04-17 06:31:41

Gambar 4. 14 Halaman Hasil Pengamatan.

## 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian implementasi sistem *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti pengujian perangkat keras, pengujian sistem monitoring menggunakan metode *black box* dan pengujian *fuzzy tsukamoto*. Pengujian perangkat keras berfungsi apakah perangkat yang digunakan sudah sesuai tau tidak. Pada pengujian *black box* sistem monitoring akan diuji dari segi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah fungsi dari keluaran sudah berjalan sesuai dengan harapan atau tidak. Pengujian *fuzzy tsukamoto* bertujuan untuk mengetahui apakah *rule fuzzy tsukamoto* dan perhitungannya sudah sesuai atau tidak. Berikut ini merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan pada implementasi *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi.

### 4.2.1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras berguna untuk mengetahui apakah perangkat yang digunakan sudah sesuai dengan kebutuhan dan memiliki hasil yang maksimal.

#### A. Pengujian DHT22

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil suhu udara dan kelembapan udara dengan hasil dari DHT22 dengan *thermometer* bertipe thermo hygrometer digital. Penggunaan thermo hygrometer digital pada pengujian DHT22 karena alat ini mampu mengukur dengan akurasi suhu udara kurang lebih 1<sup>0</sup>C dan akurasi kelembapan udara sebesar 5%. Jadi dengan perbedaan antara suhu udara dan kelembapan udara sebenarnya terbilang kecil maka alat ini cocok digunakan sebagai alat pengujian atau pembanding dengan DHT22. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Pengujian Suhu Udara Sensor DHT22

No	Thermo Hygrometer (°C)	Sensor DHT22 (°C)	Selisih (°C)
1	19.7	21.1	1.4
2	22.1	24.9	2.8
3	23.2	26.6	3.4
4	25.1	27.2	2.1
5	27.0	30.1	3.1
Rata-Rata			2.56

Pada Tabel 4.1 dilakukan lima kali percobaan dengan kondisi suhu udara yang berbeda. Pengujian dilakukan pada *thermo hygrometer* dan DHT22. Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa rata-rata selisih antara *thermo hygrometer* dan DHT22 adalah 2.56<sup>0</sup>C. berdasarkan akurasi dari *thermo hygrometer* sebesar kurang lebih 1<sup>0</sup>C dan DHT22 yang memiliki akurasi kurang lebih 5<sup>0</sup>C maka dapat diambil kesimpulan bahwa DHT22 untuk pengukuran suhu udara sudah sesuai atau berjalan dengan baik.

Tabel 4. 2 Pengujian Kelembapan Udara Sensor DHT22

No	Hygrometer (%)	Sensor DHT22 (%)	Selisih (%)
1	97	99	2
2	79	82	3
3	75	77	2
4	66	65	1
5	58	57	1
Rata-rata			1.8

Pada Tabel 4.2 merupakan pengujian kelembapan udara dengan menggunakan DHT22 dan dibandingkan dengan *thermo hygrometer*. Dilakukan lima kali percobaan pada pengujian ini dengan didapatkan hasil selisih rata-rata pada angka 1.8%. Untuk melihat apakah nilai tersebut masuk dalam kategori normal atau sesuai dengan aslinya maka perlu dilihat dari segi akurasi DHT22 untuk kelembapan udara sebesar 2-5%. Sedangkan untuk *thermo hygrometer* memiliki akurasi sebesar kurang lebih 5%. Jadi untuk selisih nilai rata-rata pada percobaan antara *thermo hygrometer* dan DHT22 dapat dikatakan sudah sesuai dengan keadaan lapangan atau berjalan dengan baik.

#### B. Pengujian *Soil Moisture Sensor*

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil kelembapan tanah dengan hasil dari *soil moisture sensor* dengan *soil moist ph detector analyzer*. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3. Pada *soil moist ph detector analyzer* terdapat sepuluh tingkatan kelembapan tanah. Nilai 0 sampai 3 merupakan kondisi tanah kering, nilai 4 sampai 7 merupakan kondisi tanah sedang dan nilai 8 sampai 10 merupakan kondisi kelembapan tanah lembap atau basah. Kemudian pada *soil moisture sensor* memiliki nilai analog dari 0 sampai 1024 dan nilai 0 untuk sangat basah dan 1024 untuk sangat kering. Pada *soil moisture sensor* dilakukan kalibrasi sesuai kebutuhan lapangan. Pada kondisi lapangan nilai lembap atau basah di atur pada nilai analog 820 atau dalam persentase bernilai 100

% dan nilai kering diatur pada nilai analog 1024 atau dalam persentase bernilai 0%. Kondisi basah atau lembap diambil dengan pertimbangan 100% pada kondisi tanah basah. Kondisi kering diambil dengan pertimbangan nilai 0% pada kondisi tanah kering.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian *Soil Moisture Sensor*

No	soil moist ph detector analyzer	soil moisture sensor (%)
1	9	100
2	0	0

Pada pengujian Tabel 4.3 menunjukkan nilai dari *soil moisture sensor* dapat diatur sesuai dengan kondisi di lapangan atau sesuai dengan kelembapan tanah yang diinginkan. Jadi dilakukan penyesuaian agar nilai dari *soil moisture sensor* dapat mendekati atau menyamai dari nilai *soil moist ph detector analyzer*. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan *soil moisture sensor* berkerja dengan baik sesuai dengan kondisi asli di lapangan.

#### C. Pengujian *Relay*

Pengujian *relay* bertujuan untuk mengetahui *relay* dapat berfungsi dengan baik untuk menyalakan pompa air. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian *ralay*

Input	Kondisi Relay	Kondisi Pompa
<i>High</i>	<i>Off</i>	Pompa Mati
<i>Low</i>	<i>On</i>	Pompa Menyala

Pada Tabel 4.4 pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari *relay* berfungsi secara normal atau tidak. Dalam uji coba dilakukan untuk menyalakan dan mematikan pompa air. pada kondisi *input* bernilai *high* makan kondisi *relay* dalam keadaan *off* kemudian secara otomatis pompa akan mati. Begitu juga sebaliknya pada kondisi *input* bernilai *low* makan kondisi *relay* dalam keadaan *on* kemudian secara otomatis pompa akan menyala. Maka untuk fungsionalitas dari *relay* sudah berjalan dengan baik dan sesuai.



#### 4.2.2. Pengujian Black Box

Pada pengujian *black box* akan menguji sistem monitoring dari *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi. Pada pengujian ini digunakan untuk mengetahui fungsi yang ada pada sistem berfungsi dengan baik.

Terdapat dua halaman yang akan di uji pada sistem ini yakni halaman *login* dan halaman hasil pengamatan. Seperti pada Gambar 4.13 halaman *login* dapat berfungsi dengan baik setelah admin memasukan *username* dan *password*. Pada Gambar 4.14 admin dapat melihat data suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, waktu siram dan waktu pengiriman data sesuai dengan rancangan.

#### 4.2.3. Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dengan meletakkan rangkaian perangkat keras yang sudah dibuat pada tanaman stroberi. Tanaman diletakan di dalam sebuah wadah berisi tanah yang berdiameter 20 cm dan dengan tinggi 11 cm serta wadah memiliki banyak pori untuk mengurangi genangan air. Pengujian dilakukan selama satu hari. Pengecekan suhu udara, kelembapan udara dan kelembapan tanah dilakukan secara berkala dalam waktu satu menit sekali dari pukul 08.00 WITA sampai 17.00 WITA di daerah sembalun. Penyiraman dilakukan pada delapan wadah berisi tanaman stroberi yang dibariskan sejajar. Kemudian dibentangkan selang untuk mempermudah dalam pengairan menggunakan sistem irigasi tetes. Model pengairan irigasi tetes digunakan untuk membuat air yang keluar lebih efektif. Air yang keluar secara perlahan melalui tetesan dengan lama penyiraman sesuai dengan suhu udara, kelembapan udara dan kelembapan tanah yang sudah diolah menggunakan *inferensi fuzzy tsukamoto*. Maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Fungsi Sistem Bernilai Siram

No	Kelembapan Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Tanah (%)	Waktu Siram (Menit)	Waktu Pengiriman Data (2020-04-17)
1	87.2	19.8	10	11.14	08:00:50
2	86.1	20	61	5.83	08:12:58
3	86.8	20.2	58	5.6	08:18:47
4	87.1	20	58	5.6	08:24:23
5	87.3	19.9	57	5.53	08:29:59

6	84.5	22.9	54	5.79	08:38:30
7	80.7	23.2	54	5.87	08:44:17
8	85.7	22	88	0.6	09:05:39
9	85.6	21.8	84	1.84	09:06:15
10	85.6	21.7	64	6.05	09:10:13
11	86.7	22.5	62	5.9	09:10:13
12	87	22.6	17	11.24	09:10:13
13	76.1	25.9	88	0.76	11:51:45
14	77.2	24.5	87	0.91	12:10:32
15	80	24.4	78	3.76	12:12:26
16	72.1	26.5	71	6.26	13:08:14
17	72.8	26.5	87	1.2	13:14:29
18	74.3	26.6	76	4.42	13:15:41
19	72.9	25.9	68	6.61	13:20:06
20	73	25.7	69	6.55	13:26:42
21	92.5	21.4	48	5.38	14:19:18
22	93	21.4	48	5.38	14:24:40
23	93.7	21.4	49	5.38	14:30:02
24	89	21.4	82	2.47	14:35:24

Berdasarkan hasil pengujian sistem *Smart Gardening* Berbasis IOT dan *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Studi Kasus Tanaman Stroberi yang dilakukan di daerah Sembalun. Penelitian dilakukan mulai dari pukul 08.00 WITA sampai dengan 17.00 WITA. Pada rentan waktu tersebut terjadi penyiraman sebanyak 24 kali. Penyiraman tersebut terjadi karena kondisi untuk melakukan penyiraman terpenuhi. Oleh sebab itu maka secara otomatis sistem akan melakukan penyiraman sesuai dengan masukan yang sudah didapatkan. Lama waktu siram berbeda-beda tergantung kondisi dari kelembapan udara, suhu udara, dan kelembapan tanah. Penyiraman paling lama terjadi pada kondisi kelembapan udara 87%, suhu udara 22.6 °C, dan kelembapan tanah 17% dengan waktu siram selama 11.24 menit. Kondisi penyiraman lama terjadi karena kelembapan tanah yang terbilang kering kemudian didukung oleh suhu udara yang tidak terlalu panas sekitar 22.6 °C dan kelembapan udara yang terbilang basah sekitar 87% membuat sistem melakukan penyiraman selama 11.24 menit. Penyiraman paling cepat terjadi pada kondisi kelembapan udara 85.7%, suhu udara 22 °C, dan kelembapan tanah 88% dengan waktu siram selama 0.6 menit. Kondisi terjadi karena kondisi kelembapan tanah yang terbilang cukup basah sekitar 88% dan didukung oleh suhu udara yang tidak terlalu panas

sekitar 22 °C serta kelembapan udara 85.7% maka sistem menghasilkan waktu penyiraman selama 0.6 menit.

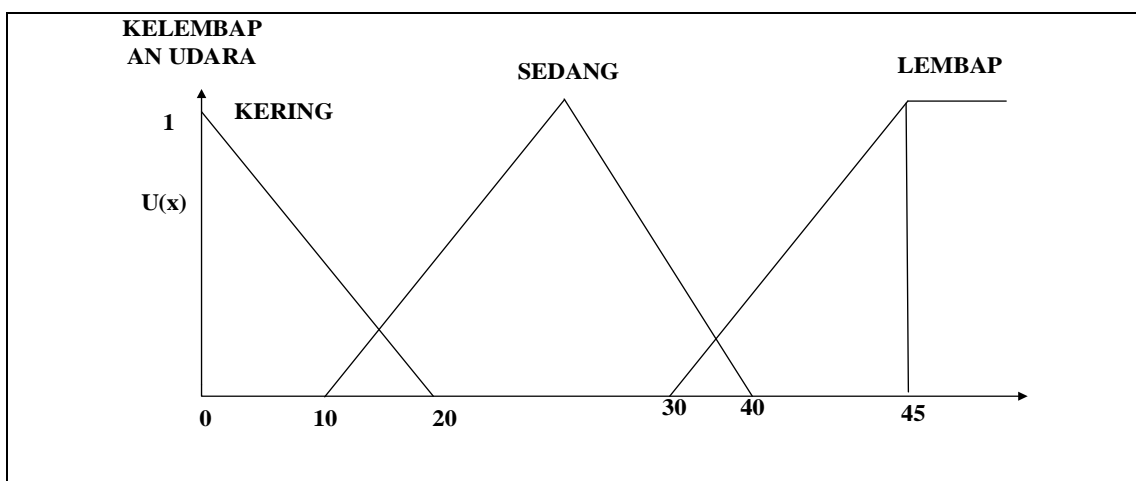
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Fungsi Sistem Bernilai Tidak Siram

No	Kelembapan Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Tanah (%)	Waktu Siram (Menit)	Waktu Pengiriman Data (2020-04-17)
1	79.5	23.2	100	0	08:50:09
2	81	23.3	100	0	08:51:09
3	79.7	23.3	100	0	08:52:09
4	80.9	23.3	100	0	08:53:09
5	81.9	23.3	100	0	08:54:09
6	85.2	21.6	112	0	09:19:28
7	85.5	21.6	109	0	09:20:31
8	85.3	21.6	108	0	09:21:34
9	85	21.6	107	0	09:22:39
10	85.2	21.6	108	0	09:23:41
11	79.6	25	92	0	11:40:44
12	79.5	25.1	92	0	11:41:44
13	76.9	25.2	92	0	11:42:44
14	75.1	25.3	92	0	11:43:44
15	77.4	25.3	94	0	11:44:44
16	92.5	20.8	100	0	16:56:17
17	92.5	20.8	100	0	16:57:17
18	92.4	20.8	100	0	16:58:17
19	92.3	20.8	100	0	16:59:17
20	92.3	20.8	100	0	17:00:17

Pada penelitian ini juga terjadi kondisi dimana sistem tidak melakukan penyiraman. Dari 403 data tidak siram diambil 20 data acak untuk ditampilkan untuk mempermudah dalam melihat data dengan nilai tidak siram. Untuk kondisi tidak siram harus memenuhi beberapa *rule* yakni memiliki suhu udara yang rendah di bawah 15 °C, suhu tinggi di atas 31 °C, dan kelembapan tanah 90 % ke atas. Pada Tabel 4.6 juga terdapat data kelembapan tanah yang memiliki nilai lebih dari 100%, hal ini disebabkan nilai analog yang dibaca oleh *soil moisture sensor* kurang dari 820 sebagai nilai 100% kelembapan tanah dan untuk nilai kelembapan 0% memiliki nilai analog sebesar 1024. Untuk rentan 0% sampai 100% nilai analog sensor mulai dari 1024 sampai 820. Nilai analog dari *soil moisture sensor* mulai dari 0 sampai 1024. Jadi data yang memiliki

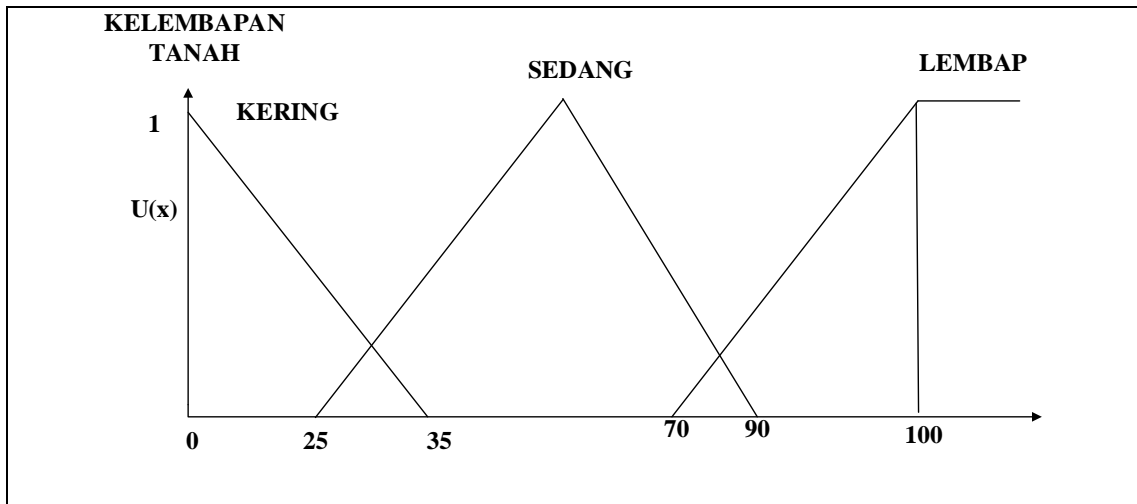
kelembapan lebih dari 100% memiliki nilai analog kurang dari 820 pada saat *soil moisture sensor* mengambil data.

Dari Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 didapatkan hasil penyiraman dan tidak melakukan penyiraman sebanyak 427 data. Dari data tersebut maka dapat diajabarkan lagi dengan persebaran sebanyak 24 kali melakukan penyiraman dan 403 kali tidak melakukan penyiraman. Untuk persentase penyiraman tanaman stroberi sebanyak 5.62% penyiraman dan untuk persentase tidak melakukan penyiraman sebanyak 94.38% dengan pengambilan data secara berkala dalam satu menit.



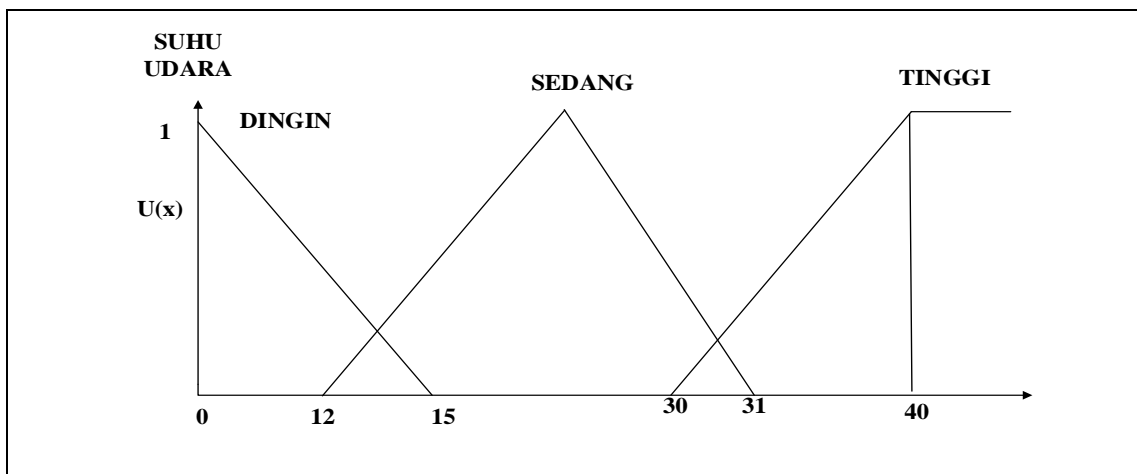
Gambar 4. 15 Kurva Kelembapan Udara.

Pada Gambar 4.15 merupakan kurva *fuzzy* kelembapan udara yang memiliki tiga variabel yakni kelembapan udara kering, sedang dan lembap. Pada variabel kelembapan udara kering memiliki rentan antara 0% sampai 20%. Kemudian pada variabel kelembapan udara sedang memiliki rentan antara 10% sampai 40%. Dan yang terakhir kelembapan udara lembap memiliki nilai lebih besar dari 30%. Dalam rentan 10% sampai 20% serta rentan 30% sampai 40% terjadi perpotongan antara kelembapan udara kering dengan kelembapan udara sedang dan kelembapan udara sedang dengan kelembapan udara kering. Dalam kondisi tersebut bisa dikatakan benar dan salah dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 4. 16 Kurva Kelembapan Tanah.

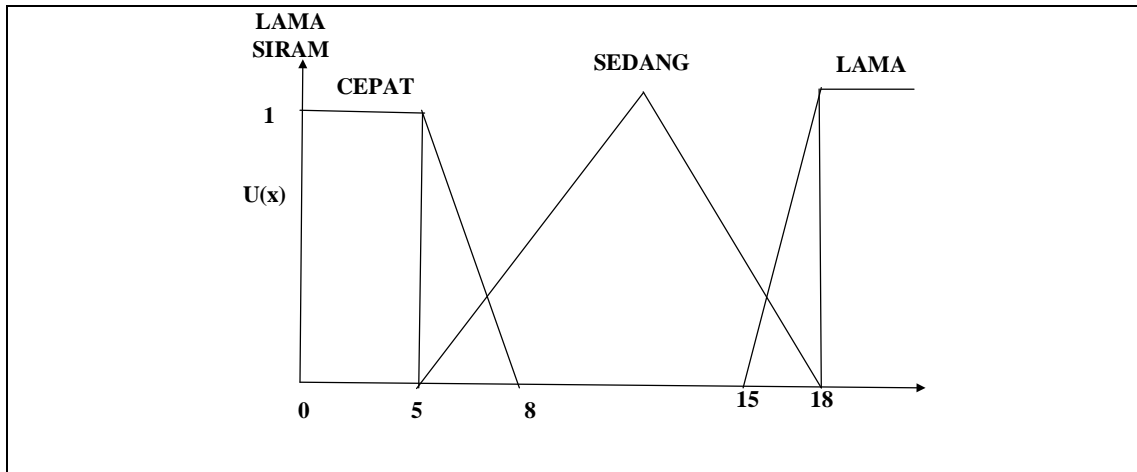
Pada Gambar 4.16 merupakan kurva *fuzzy* kelembapan tanah yang memiliki tiga variabel yakni kelembapan udara kering, sedang dan lembap. Pada variabel kelembapan tanah kering memiliki rentan antara 0% sampai 35%. Kemudian pada variabel kelembapan tanah sedang memiliki rentan antara 25% sampai 90%. Dan yang terakhir kelembapan tanah lembap memiliki nilai lebih besar dari 70%. Dalam rentan 25% sampai 35% serta rentan 70% sampai 90% terjadi perpotongan antara kelembapan tanah kering dengan kelembapan tanah sedang dan kelembapan tanah sedang dengan kelembapan tanah kering. Dalam kondisi tersebut bisa dikatakan benar dan salah dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 4. 17 Kurva Suhu Udara.

Pada Gambar 4.17 merupakan kurva *fuzzy* suhu udara yang memiliki tiga variabel yakni suhu udara dingin, sedang dan tinggi. Pada variabel suhu udara dingin memiliki

rentan antara 0°C sampai 15 °C. Kemudian pada variabel suhu udara sedang memiliki rentan antara 12 °C sampai 31 °C. Dan yang terakhir suhu udara tinggi memiliki nilai lebih besar dari 30 °C. Dalam rentan 12 °C sampai 15 °C serta rentan 30 °C sampai 31 °C terjadi perpotongan antara suhu udara dingin dengan suhu udara sedang dan suhu udara sedang dengan suhu udara tinggi. Dalam kondisi tersebut bisa dikatakan benar dan salah dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 4. 18 Kurva Fuzzy Lama Siram

Pada Gambar 4.18 merupakan kurva *fuzzy* lama siram atau berapa lama waktu penyiraman yang dibutuhkan. Pada kurva ini memiliki tiga variabel yakni siram cepat, sedang dan lama. Pada variabel siram cepat memiliki rentan antara 0 menit sampai 8 menit. Kemudian pada variabel siram sedang memiliki rentan antara 5 menit sampai 18 menit. Dan yang terakhir siram lama memiliki nilai lebih besar dari 15 menit. Dalam rentan 5 menit sampai 8 menit serta rentan 15 menit sampai 18 mneit terjadi perpotongan antara siram cepat dengan siram sedang dan siram sedang dengan siram lama. Dalam kondisi tersebut bisa dikatakan benar dan salah dalam waktu yang bersamaan.

Pada Tabel 4.7 merupakan hasil perhitungan manual dengan perbandingan nilai masukan suhu udara sebesar 21.4 °C, kelembapan udara sebesar 89%, dan kelembapan tanah sebesar 82%. Dari nilai tersebut didapatkan hasil sebesar 2.4 menit.

Tabel 4. 7 Perhitungan Manual

Perhitungan	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (%)	Kelembapan Tanah (%)	Hasil (Menit)
Manual	21.4	89	82	2.4

Pada Tabel 4.8 merupakan hasil perhitungan menggunakan sistem dengan perbandingan nilai masukan suhu udara sebesar 21.4 °C, kelembapan udara sebesar 89%, dan kelembapan tanah sebesar 82%. Dari nilai tersebut didapatkan hasil sebesar 2.47 menit.

Tabel 4. 8 Perhitungan Menggunakan Sistem

Perhitungan	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (%)	Kelembapan Tanah (%)	Hasil (Menit)
Sistem	21.4	89	82	2.47

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Perhitungan

No	Input			Hasil Perhitungan (Menit)		Keterangan
	Suhu udara (°C)	Kelembapan udara (%)	Kelembapan Tanah (%)	Manual	Sistem	
1	19.8	87.2	10	Siram Sedang (11.14)	Siram Sedang (11.14)	Sudah Sesuai
2	19.5	88	97	Tidak Siram (0)	Tidak Siram (0)	Sudah Sesuai
3	20	86.1	61	Siram Cepat (5.825)	Siram Cepat (5.83)	Sudah Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian perhitungan seperti Tabel 4.9 menunjukkan hasil perhitungan manual dan perhitungan sistem. Perhitungan pada sistem sudah memiliki

hasil yang sama dan sudah sesuai dengan perhitungan manual. Terdapat sedikit perbedaan ada nilai belakang koma (.) hal tersebut karena proses pembulatan pada perhitungan manual dan sistem.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diartikan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penyiraman dengan menggunakan IoT dan metode *inferensi fuzzy tsukamoto* mampu menjaga kelembapan tanah dengan menghasilkan persentase penyiraman sebanyak 5.62% penyiraman dan tidak melakukan penyiraman sebanyak 94.38%.
2. Untuk menjaga kelembapan tanah didukung dengan metode irigasi tetes membuat air yang keluar lebih efektif.
3. Penggunaan *inferensi fuzzy tsukamoto* dalam penentuan lama penyiraman membuat tanaman stroberi dapat dijaga kelembapannya karena hasil yang didapatkan sesuai dengan kebutuhan tanaman stroberi.
4. *Inferensi fuzzy tsukamoto* melakukan penyiraman dengan waktu yang variative tergantung kondisi kelembapan udara, suhu udara dan kelembapan tanah. Waktu siram akan semakin lama jika kelembapan tanah sangat kering dan didukung dengan suhu yang sedang. Begitu juga sebaliknya semakin lembap tanah maka waktu siram juga akan semakin cepat bahkan tidak melakukan penyiraman.

#### **5.2 Saran**

Saran-saran yang penulis berikan apabila penelitian ini akan dikembangkan kembali antara lain sebagai berikut.

1. Membuat sistem monitoring dalam berbasis android dan mampu memperlihatkan data secara *realtime*.
2. Membuat sistem dengan skala lebih besar dengan skala industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Desiana and Y. B. S. Heddy, “Pengaruh Interval Waktu Penyiraman terhadap Rasio Pembungaan dan Pembentukan Buah pada Tanaman Stroberi ( *Fragaria sp.* ) The Effect Of Watering Time to Flowering and Fruitset of Strowberry ( *Fragaria sp.* ),”*Jurnal Protan*, vol. 6, no. 9, pp. 2270–2274, 2018.
- [2] E. Kesumawati *et al.*, “The Effects of Shading and Varieties on Growth and Yield of Strawberry (*Fragaria Sp.*) in Lowland,”*Jurnal agrista*, Vol. 6, no. 1, 2012.
- [3] D. Megah Sari, Z. B. Hasanuddi, and S. Komputer STMIK Handayani Makassar, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Hortikultura Pada Smart Garden,”*Jurnal IT*, Vol. 8, no. 1, 2017.
- [4] K. Amelia, D. Yendri, R. Aisuwarya, “Perancangan Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Titik Embun Udara Secara Realtime Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dengan Logika Fuzzy Yang Dapat Diakses Melalui Internet,” *Document Repository Universitas Andalas*, 2014.
- [5] A. Farmadi, D. T. Nugrahadi, F. Indriani, and O. Soesanto, “Sistem Fuzzy Logic Tertanam Pada Mikrokontroler Untuk Penyiraman Tanaman Pada Rumah Kaca,” *Kumpulan jurnaL Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 04, no. 02, pp. 223–232, 2017.
- [6] E. Y. R. Dewi, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Sayur Sawi (*Brassica chinensis L.*) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic,”*Digital Repository Universitas Negeri Jember*, 2014, pp. 1–46.
- [7] Z. A. Ni’matillah, H. Ashari, R. Soelistyono, and N. Herlina, “Pengaruh Macam Bahan Tanam Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Varietas Stroberi (*Fragaria sp.*),” *J. Produksi Tanam.*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [8] P. S. A. D. Pratiwi, and C. Kurniawan, “Rancang Bangun Penyiram Tanaman Stroberi Otomatis Menggunakan Arduino Uno,” *Open Science Framework*, 2011.
- [9] P. R. Hanif and M. A. Irwansyah, “Prototipe Jam Sholat Qomatron Dengan Konsep Internet of Things ( IoT ) Menggunakan Wemos D1 Mini Berbasis Web,” *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 3, pp. 113–119, 2018.
- [10] J. V. Ryan, T. Dedi, and B. Yulrio, “Prototype Alat Penyemprot Air Otomatis Pada Kebun Pembibitan Sawit Berbasis Sensor Kelembaban Dan Mikrokontroler Avr

- Atmega8,” *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, vol. 02, no. 3, pp. 1–10, 2014.
- [11] Kurnia, A. Yoga "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini," *e-NARODROID*, vol.2 no.2, 2016
- [12] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020.
- [13] L. Y. Km, R. D. Kadek, and A. W. Nyoman, “Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging,” *J. Jur. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 8, p. 10, 2017.
- [14] K. R. Aziz, “Uji Performansi Kontrol Suhu dan Kelembaban Menggunakan Variasi Kontrol Digital dan Kontrol Scheduling untuk Pengawetan Buah dan Sayuran,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 215–219, 2015.
- [15] A. D. Limantara, Y. Cahyo, S. Purnomo, and S. W. Mudjanarko, “Pemodelan Sistem Pelacakan LOT Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet Of Things ( IOT ) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2017.
- [16] T. Murti, L. A. Abdilah, and M. Sobri, “Sistem Penunjang Keputusan Kelayakan Pemberian Pinjaman Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *Semin. Nas. Inov. dan Tren (SNIT)2015*, pp. 252–256, 2015.