

BAB IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

4.1 Analisis

Berdasarkan sumber data yang telah didapatkan, hasil dari studi literatur digunakan untuk mengumpulkan informasi tambahan mengenai artikel tentang tanaman sawi, memahami prinsip-prinsip pada perangkat keras yang digunakan pada penelitian sebelumnya, dan memahami metode *fuzzy tsukamoto* yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Dari hasil tersebut diperoleh tiga variabel dan fungsi keanggotaan dari tiap variabel. Tiga variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Suhu Udara
2. Kelembaban Udara
3. Kelembaban Tanah

4.1.1 Metode Fuzzy Tsukamoto

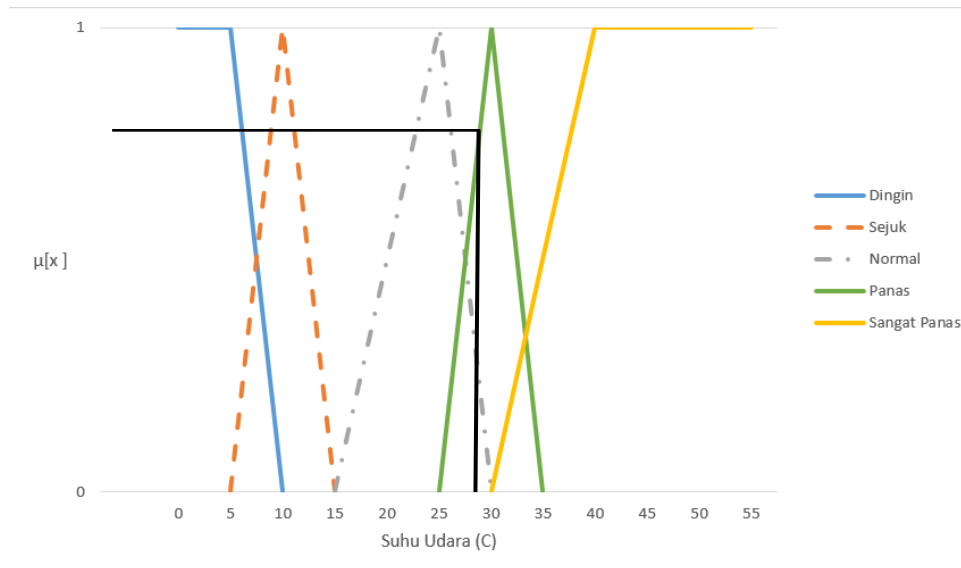
Penerapan metode fuzzy dapat dilakukan dalam menentukan durasi penyiraman dengan inputan data sensor suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah secara *real-time*. Kemudian dikirim ke raspi dan diteruskan ke cloud. Sensor mengirimkan nilai suhu udara sebesar 29°C, nilai kelembaban udara sebesar 83%, dan nilai kelembaban tanah sebesar 10%. Selanjutnya sistem memberikan keputusan berapa lama penyiraman dilakukan dan otomatis berhenti ketika lama penyiraman sudah melebihi dari yang ditentukan.

1. Fuzzyfikasi

Pada tahapan ini merupakan proses mengubah nilai input ke dalam bentuk variable linguistik.

- a. Himpunan Keanggotaan Suhu Udara

Pada himpunan keanggotaan suhu udara, nilai input sensor diubah menjadi 5 bentuk himpunan yaitu himpunan Dingin, Sejuk, Normal, Panas, dan Sangat Panas. Berikut adalah gambar himpunan keanggotaan suhu udara dengan inputan nilai 29.



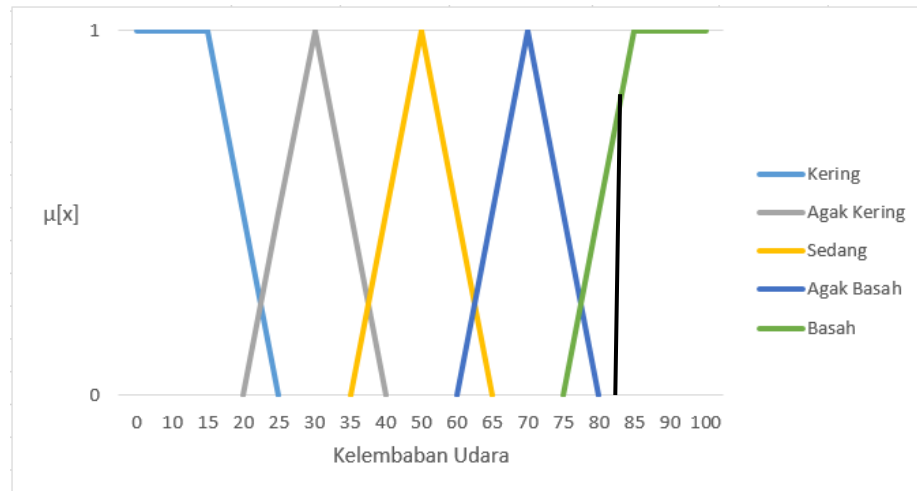
Gambar 4.1 Grafik Suhu Udara 29

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Normal}}[29] &= \frac{30 - 29}{30 - 25}; 25 < x < 30 \\ &= \frac{1}{5} \\ &= 0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Panas}}[29] &= \frac{29 - 25}{30 - 25}; 25 < x \leq 30 \\ &= \frac{4}{5} \\ &= 0,8\end{aligned}$$

b. Himpunan Keanggotaan Kelembaban Udara

Pada himpunan keanggotaan kelembaban udara, nilai input sensor diubah menjadi 5 bentuk himpunan yaitu himpunan Kering, Agak Kering, Sedang, Agak Basah, dan Basah. Berikut adalah gambar himpunan keanggotaan kelembaban udara dengan inputan nilai 83.

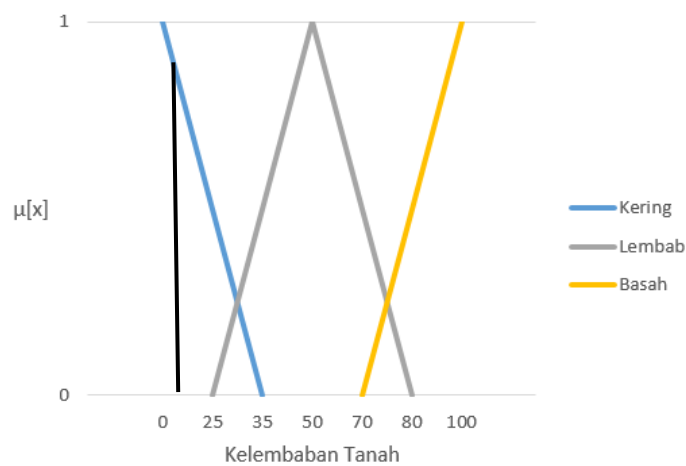


Gambar 4.2 Kelembaban Udara 83

$$\begin{aligned}\mu_{\text{KU Basah}}[83] &= \frac{83 - 75}{85 - 75}; 75 < x < 85 \\ &= \frac{8}{10} \\ &= 0,8\end{aligned}$$

c. Himpunan Keanggotaan Kelembaban Tanah

Pada himpunan keanggotaan kelembaban udara, nilai input sensor diubah menjadi 3 bentuk himpunan yaitu himpunan Kering, Lembab, dan Basah. Berikut adalah gambar himpunan keanggotaan kelembaban tanah dengan inputan nilai 12.



Gambar 4.3 Kelembaban Tanah 12

$$\begin{aligned}\mu_{\text{KU Kering}}[12] &= \frac{35 - 12}{35 - 0}; 0 < x < 35 \\ &= \frac{23}{35}\end{aligned}$$

$$= 0,657$$

2. Inferensi

Pada tahapan ini yaitu melakukan proses penalaran pada *fuzzy input* dengan *fuzzy rules*. Berikut merupakan tabel aturan *fuzzy* yang digunakan pada sistem.

Tabel 4.1 Inferensi

No	Suhu Udara	Kelembaban Udara	Kelembaban Tanah	Penyiraman
1	Dingin	Kering	Kering	Agak Lumayan
2	Dingin	Kering	Lembab	Cepat
3	Dingin	Kering	Basah	Mati
4	Dingin	Agak Kering	Kering	Sedang
5	Dingin	Agak Kering	Lembab	Cepat
6	Dingin	Agak Kering	Basah	Mati
7	Dingin	Sedang	Kering	Agak Sebentar
8	Dingin	Sedang	Lembab	Cepat
9	Dingin	Sedang	Basah	Mati
10	Dingin	Agak Basah	Kering	Sebentar
11	Dingin	Agak Basah	Lembab	Cepat
12	Dingin	Agak Basah	Basah	Mati
13	Dingin	Basah	Kering	Sebentar
14	Dingin	Basah	Lembab	Cepat
15	Dingin	Basah	Basah	Mati
16	Sejuk	Kering	Kering	Agak Lumayan
17	Sejuk	Kering	Lembab	Agak Sebentar
18	Sejuk	Kering	Basah	Cepat

19	Sejuk	Agak Kering	Kering	Sedang
20	Sejuk	Agak Kering	Lembab	Sebentar
21	Sejuk	Agak Kering	Basah	Cepat
22	Sejuk	Sedang	Kering	Agak Sebentar
23	Sejuk	Sedang	Lembab	Cepat
24	Sejuk	Sedang	Basah	Mati
25	Sejuk	Agak Basah	Kering	Sebentar
26	Sejuk	Agak Basah	Lembab	Cepat
27	Sejuk	Agak Basah	Basah	Mati
28	Sejuk	Basah	Kering	Sebentar
29	Sejuk	Basah	Lembab	Cepat
30	Sejuk	Basah	Basah	Mati
31	Normal	Kering	Kering	Lumayan
32	Normal	Kering	Lembab	Sebentar
33	Normal	Kering	Basah	Cepat
34	Normal	Agak Kering	Kering	Agak Lumayan
35	Normal	Agak Kering	Lembab	Sebentar
36	Normal	Agak Kering	Basah	Cepat
37	Normal	Sedang	Kering	Sedang
38	Normal	Sedang	Lembab	Sebentar
39	Normal	Sedang	Basah	Mati
40	Normal	Agak Basah	Kering	Sedang
41	Normal	Agak Basah	Lembab	Cepat
42	Normal	Agak Basah	Basah	Mati
43	Normal	Basah	Kering	Agak Sebentar
44	Normal	Basah	Lembab	Cepat
45	Normal	Basah	Basah	Mati
46	Panas	Kering	Kering	Lama

47	Panas	Kering	Lembab	Agak Lumayan
48	Panas	Kering	Basah	Sebentar
49	Panas	Agak Kering	Kering	Lama
50	Panas	Agak Kering	Lembab	Sedang
51	Panas	Agak Kering	Basah	Sebentar
52	Panas	Sedang	Kering	Lumayan
53	Panas	Sedang	Lembab	Sedang
54	Panas	Sedang	Basah	Cepat
55	Panas	Agak Basah	Kering	Agak Lumayan
56	Panas	Agak Basah	Lembab	Agak Sebentar
57	Panas	Agak Basah	Basah	Cepat
58	Panas	Basah	Kering	Agak Lumayan
59	Panas	Basah	Lembab	Sebentar
60	Panas	Basah	Basah	Mati
61	Sangat Panas	Kering	Kering	Sangat Lama
62	Sangat Panas	Kering	Lembab	Sedang
63	Sangat Panas	Kering	Basah	Sebentar
64	Sangat Panas	Agak Kering	Kering	Lama
65	Sangat Panas	Agak Kering	Lembab	Sedang
66	Sangat Panas	Agak Kering	Basah	Sebentar
67	Sangat Panas	Sedang	Kering	Lumayan
68	Sangat Panas	Sedang	Lembab	Agak Sebentar
69	Sangat Panas	Sedang	Basah	Cepat
70	Sangat Panas	Agak Basah	Kering	Agak Lumayan
71	Sangat Panas	Agak Basah	Lembab	Sedang

72	Sangat Panas	Agak Basah	Basah	Cepat
73	Sangat Panas	Basah	Kering	Sedang
74	Sangat Panas	Basah	Lembab	Agak Sebentar
75	Sangat Panas	Basah	Basah	Cepat

3. Implikasi

- a. JIKA Suhu Udara Normal, Kelembaban Udara Basah DAN Kelembaban Tanah Kering MAKA Penyiraman “Agak Sebentar”.

$$\alpha\text{-predikat R1} = \mu_{\text{SU Normal}} \cap \mu_{\text{KU Basah}} \cap \mu_{\text{KT Kering}}$$

$$\alpha\text{-predikat R1} = \min(\text{SU Normal (29)}, \mu_{\text{KU Basah (83)}}, \mu_{\text{KT Kering(12)}})$$

$$\alpha\text{-predikat R1} = \text{MIN}(0,2;0,8;0,657)$$

$$\alpha\text{-predikat R1} = 0,2$$

- b. JIKA Suhu Udara Panas, Kelembaban Udara Basah DAN Kelembaban Tanah Kering MAKA Penyiraman “Agak Lumayan”.

$$\alpha\text{-predikat R2} = \mu_{\text{SU Panas}} \cap \mu_{\text{KU Basah}} \cap \mu_{\text{KT Kering}}$$

$$\alpha\text{-predikat R2} = \min(\text{SU Panas (29)}, \mu_{\text{KU Basah (83)}}, \mu_{\text{KT Kering(12)}})$$

$$\alpha\text{-predikat R2} = \text{MIN}(0,8;0,8;0,657)$$

$$\alpha\text{-predikat R2} = 0,657$$

4. Defuzzyfikasi

Pada tahap ini merupakan proses pengubahan *fuzzy output* menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan dengan mengambil nilai rata-rata yang terpusat sebagai keputusan yang diberikan oleh sistem. Berikut contoh perhitungan nilai *fuzzy output* menjadi sebuah nilai tegas.

$$\begin{aligned} \text{Nilai_1a} &= (\alpha\text{-predikat R1} \times (22,5-15))+15 \\ &= (0,2 \times (22,5-15))+15 \\ &= 16,5 \end{aligned}$$

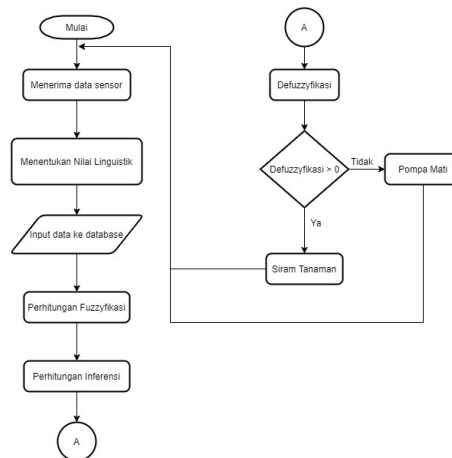
$$\begin{aligned} \text{Nilai_1b} &= 30-(\alpha\text{-predikat R1} \times (30-22,5)) \\ &= 30-(0,2 \times (30-22,5)) \\ &= 28,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai_1} &= (\text{Nilai_1a} + \text{Nilai_1b}) / 2 \\ &= (16,5 + 28,5) / 2 \\ &= 22,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai_2a} &= (\alpha\text{-predikat R2} \times (37,5-30))+30 \\
 &= (0,657*(37,5-30))+30 \\
 &= 34,928 \\
 \text{Nilai_2b} &= 45-(\alpha\text{-predikat R2} \times (45-37,5)) \\
 &= 45-(0,657 *(45-37,5)) \\
 &= 40,0725 \\
 \text{Nilai_2} &= (\text{Nilai_2a} + \text{Nilai_2b}) / 2 \\
 &= (34,928 + 40,0725) / 2 \\
 &= 37,5 \\
 Z &= \frac{(\text{Nilai}_1 * \alpha\text{predikat R1}) + (\text{Nilai}_2 * \alpha\text{predikat R2})}{\alpha\text{predikat R1} + \alpha\text{predikat R2}} \\
 &= \frac{(0,2*22,5) + (0,657*37,5)}{0,2+0,657} \\
 &= 34
 \end{aligned}$$

Maka hasil yang diperoleh yaitu melakukan penyiraman selama 34 detik.

4.1.2 Desain Sistem



Gambar 4.4 Desain Sistem

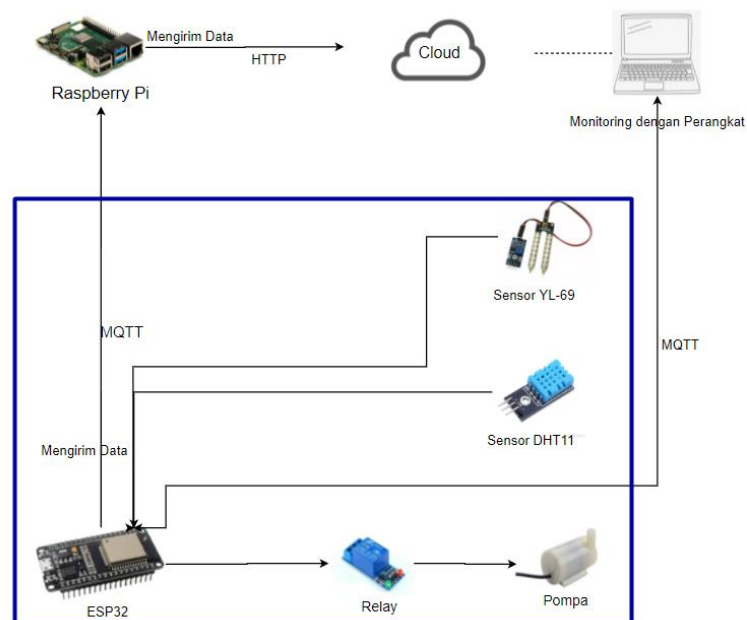
Pada penelitian ini proses perhitungan dilakukan menggunakan metode fuzzy tsukamoto dengan 3 inputan yaitu data kelembaban tanah, kelembaban udara, dan suhu udara yang diperoleh dari pembacaan sensor dan kemudian menentukan nilai linguistik dari tiga variabel tersebut. Kemudian Inputan data akan diproses dengan fuzzyfikasi untuk mengubah nilai inputan menjadi derajat keanggotaan. Pada tahap akhir dari metode ini yaitu defuzzyfikasi, dimana akan menghasilkan luaran berupa

kapan waktu penyiraman akan dilakukan atau tanaman tersebut perlu disiram atau tidak.

4.1.3 Arsitektur Sistem

Pengukuran suhu udara dan kelembaban udara diambil berdasarkan pembacaan sensor DHT11 dan pengukuran kelembaban tanah diambil dari pembacaan sensor YL-69, yang kemudian data tersebut dibaca oleh ESP32. Selain itu pada ESP32 juga akan terjadi pertukaran data, baik pembacaan sensor yang akan dikirimkan ke Raspberry Pi. Protokol yang digunakan untuk pertukaran data pada ESP32 dan Raspberry Pi yaitu MQTT. Kemudian dari Raspberry Pi juga akan terjadi pertukaran data yaitu meneruskan data yang dikirim dari ESP32 ke Cloud. Protokol yang digunakan untuk pertukaran data dari Raspberry Pi ke Cloud yaitu HTTP.

Di dalam Cloud sendiri akan dilakukan proses perhitungan dari data-data tersebut menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Selain itu, data yang telah dikirimkan oleh Raspberry Pi disimpan di dalam database. Setelah selesai melakukan perhitungan, maka hasil keputusan akan langsung dikirimkan ke ESP32 menggunakan protokol MQTT.



Gambar 4.5 Arsitektur Sistem

4.1.4 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan fungsionalitas keseluruhan fitur yang tersedia dalam penelitian ini. Fitur yang tersedia pada sistem ini terdapat dalam Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Kebutuhan Fungsional

No.	Fitur	Keterangan
1.	Monitoring suhu udara secara <i>realtime</i>	Merupakan informasi mengenai hasil pengukuran suhu udara secara <i>realtime</i> pada lingkungan sekitar tanaman sawi secara periodik.
2.	Monitoring kelembaban udara secara <i>realtime</i>	Merupakan informasi mengenai hasil pengukuran kelembaban udara secara <i>realtime</i> pada lingkungan sekitar tanaman sawi secara periodik.
3.	Monitoring kelembaban tanah secara <i>realtime</i>	Merupakan informasi mengenai hasil pengukuran kelembaban tanah secara <i>realtime</i> pada tanaman sawi secara periodik.
4.	Melihat grafik suhu udara	Merupakan informasi mengenai hasil monitoring suhu udara secara periodik.
5.	Melihat grafik kelembaban udara	Merupakan informasi mengenai hasil monitoring kelembaban udara secara periodik.
6.	Melihat grafik kelembaban tanah	Merupakan informasi mengenai hasil monitoring kelembaban tanah secara periodic.
7.	Melihat history monitoring dan hasil fuzzy	Melihat daftar data monitoring dan hasil fuzzy pada tanaman sawi yang telah dilakukan oleh sistem.
8.	Connect/disconnect perangkat dari website	Perangkat dapat terhubung (dimonitoring melalui website) ataupun tidak.
9.	Manual control aktuator	Menghidupkan atau mematikan pompa secara manual melalui website.

4.1.5 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional merupakan spesifikasi yang dimiliki sistem sebagai kemampuan yang ditawarkan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Kebutuhan Non-Fungsional

No.	Jenis	Keterangan
1.	<i>Usability</i>	Sistem ini dapat digunakan oleh petani sawi kapanpun dan dimanapun melalui website.
2.	<i>Portability</i>	Sistem ini dapat digunakan di beberapa <i>device</i> sekaligus.
3.	<i>Supportability</i>	Sistem ini membutuhkan koneksi internet dan gadget dalam pengoperasiannya.
4.	<i>Reliability</i>	Sistem ini diharapkan dapat memiliki keandalan untuk memonitoring tanaman sawi berdasarkan hasil yang didapat dari sensor.

1. *Usability*

Usability merupakan kebutuhan non fungsional terkait dengan kemudahan penggunaan sistem atau perangkat lunak oleh pengguna.

2. *Portability*

Portability merupakan kemudahan dalam pengaksesan sistem khususnya terkait dengan faktor waktu dan lokasi pengaksesan, serta perangkat atau teknologi yang digunakan untuk mengakses. Perangkat atau teknologi tersebut meliputi perangkat lunak, perangkat keras, dan perangkat jaringan.

3. *Supportability*

Supportability merupakan kebutuhan terkait dengan dukungan dalam penggunaan sistem atau perangkat lunak.

4. *Reliability*

Reliability merupakan kebutuhan terkait kehandalan sistem atau perangkat lunak.

4.1.6 Kebutuhan Perangkat Keras

Analisis kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dalam penelitian ini digunakan dalam pembangunan sistem terdapat pada Tabel 4.4, sebagai berikut :

Tabel 4.4 Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Keterangan
1.	Sensor DHT11	Digunakan sebagai pengukur suhu udara dan kelembaban udara.
2.	Sensor YL-69	Digunakan sebagai pengukur kelembaban tanah.
3.	ESP32	Digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengirim data digital dari sensor ke Raspi.
4.	Raspberry Pi	Digunakan sebagai IoT gateway.
5.	Kabel Jumper	Digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan sensor.
6.	Relay	Digunakan untuk daya yang berkaitan dengan power supply.
5.	Power Supply	Memberikan tegangan relay dan pompa.
6.	Kabel Power	Digunakan sebagai penghubung antara power supply dengan stop kontak.
7.	Pompa Air Celup Mini	Sebagai aktuator.

4.1.7 Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak dalam penelitian ini digunakan dalam pembangunan sistem terdapat dalam Tabel 4.5, sebagai berikut :

Tabel 4.5 Kebutuhan Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Fungsi	Keterangan
1.	<i>Operating System</i>	Sistem operasi yang digunakan untuk menjalankan program yang ada pada komputer.	Windows 10
2.	<i>Code Editor</i>	Fasilitas aplikasi yang digunakan untuk menuliskan kode program.	Arduino IDE, Visual Studio Code, PyCharm
3.	<i>Web Server</i>	Server web lokal yang digunakan untuk menjalankan	Apache

		program yang dibuat secara lokal.	
4.	<i>Database</i>	Fasilitas penyimpanan data yang digunakan untuk menampung data yang diperlukan.	phpMyAdmin, MySQL
5.	<i>Extension</i>	Ekstensi atau plug in tambahan yang digunakan untuk memudahkan dalam penulisan kode program.	Javascript, Bootstrap CSS
6.	<i>Web Browser</i>	Aplikasi untuk mengakses web pada komputer.	Google Chrome

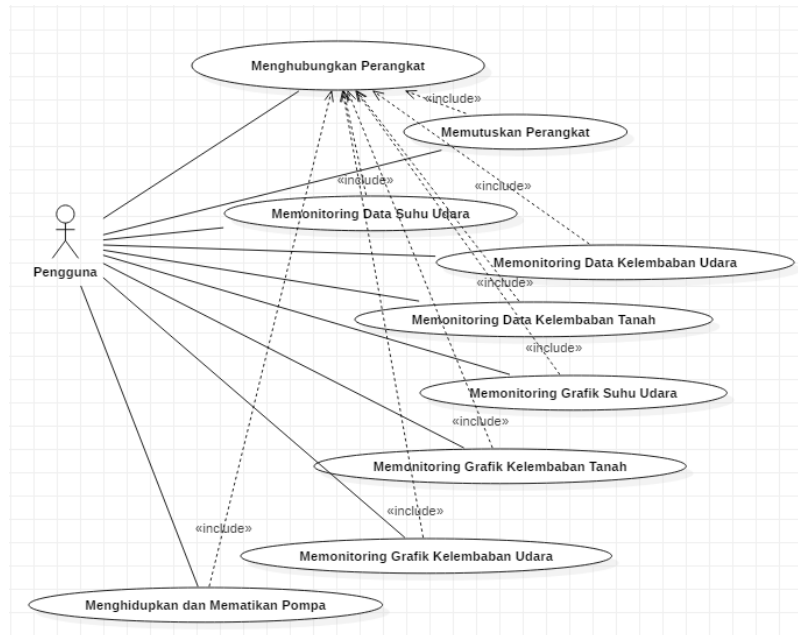
4.2 Perancangan

Perancangan pada sistem ini berupa perancangan dalam bentuk diagram, sebagai berikut :

4.2.1 Use Case Diagram

Use Case diagram merupakan rangkaian atau uraian kelompok yang saling terkait dan membentuk sistem secara teratur yang dilakukan atau diawasi oleh sebuah aktor sehingga pengguna sistem paham dan mengerti mengenai kegunaan sistem yang akan dibangun. *Use case* menjelaskan manfaat suatu sistem jika dilihat menurut pandangan orang yang berada di luar sistem. Diagram ini menunjukkan fungsionalitas suatu sistem dan bagaimana sistem tersebut berinteraksi.

Berikut merupakan *use case* dari sistem monitoring tanaman sawi yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.

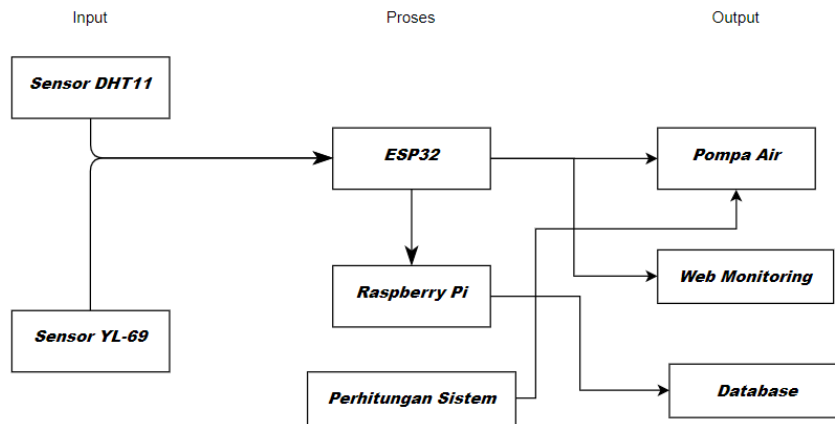


Gambar 4.6 Use Case Diagram

Pengguna merupakan orang yang dapat mengakses sistem monitoring tanaman sawi. Pengguna memiliki wewenang menghubungkan dan memutuskan perangkat dari website, memonitoring data suhu udara, memonitoring data kelembaban udara, memonitoring data kelembaban tanah. Pengguna juga dapat memonitoring grafik suhu udara, memonitoring grafik kelembaban udara, dan memonitoring kelembaban tanah, selain itu pengguna dapat menghidupkan dan mematikan pompa melalui website secara manual.

4.2.2 Blok Diagram

Blok diagram merupakan sebuah alur pada diagram yang memetakan proses kerja dalam sistem dengan tujuan untuk memudahkan dalam mengenali komponen-komponen dan alur kerja yang ada di dalam sebuah sistem. Berikut gambaran blok diagram dari sistem :



Gambar 4.7 Blok Diagram

Bagian input, terdapat sensor DHT11 sebagai pengukur suhu udara dan kelembaban udara. Sensor YL-69 sebagai pengukur kelembaban tanah YL-69. Kemudian hasil pengukuran tersebut dikirimkan ke ESP32.

Bagian proses, terdapat ESP32 yang digunakan untuk melakukan proses kalibrasi dari pengukuran kelembaban tanah dan mengirimkan nilai sensor ke Raspberry Pi dan Web Monitoring. Pada Raspberry Pi, setelah menerima data dari ESP32, kemudian akan dikirimkan ke database. Selain itu pada bagian proses ini juga terdapat perhitungan sistem, dimana nantinya perhitungan sistem ini akan memberikan luaran berapa lama pompa air akan hidup.

4.2.3 Perancangan Database

Database atau basis data adalah kumpulan data yang disimpan secara sistematis di dalam computer dan dapat diolah dengan perangkat lunak. Pada sistem ini digunakan sebuah database dengan nama iot yang memiliki 4 tabel di dalamnya, yaitu tabel perangkat, tabel terkoneksi, tabel monitoring, dan tabel history. Berikut adalah rancangan tabel dalam database pada sistem ini :

4.2.3.1 Tabel Perangkat

Keterangan : Berisi MAC Address perangkat

Primary key : mac

Tabel 4.6 Tabel Perangkat

Nama	Tipe Data	Panjang
mac	varchar	200

4.2.3.2 Tabel Terkoneksi

Keterangan : Berisi data perangkat yang terkoneksi ke website

Primary key : id

Tabel 4.7 Tabel Terkoneksi

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
nama_perangkat	varchar	200
mac_perangkat	varchar	250

4.2.3.3 Tabel Monitoring

Keterangan : Berisi data mentah dari masing-masing perangkat untuk perhitungan

Primary key : id

Tabel 4.8 Tabel Monitoring

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
mac_perangkat	varchar	250
temperature	int	11
humidity	int	11
moisture	float	-

4.2.3.4 Tabel History

Keterangan : Berisi data hasil perhitungan *fuzzy* dari masing-masing perangkat

Primary key : id

Tabel 4.9 Tabel History

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
mac_perangkat	varchar	250
temperature	int	11
humidity	int	11
moisture	float	-
hasil	int	11

4.2.4 Perancangan Antar Muka

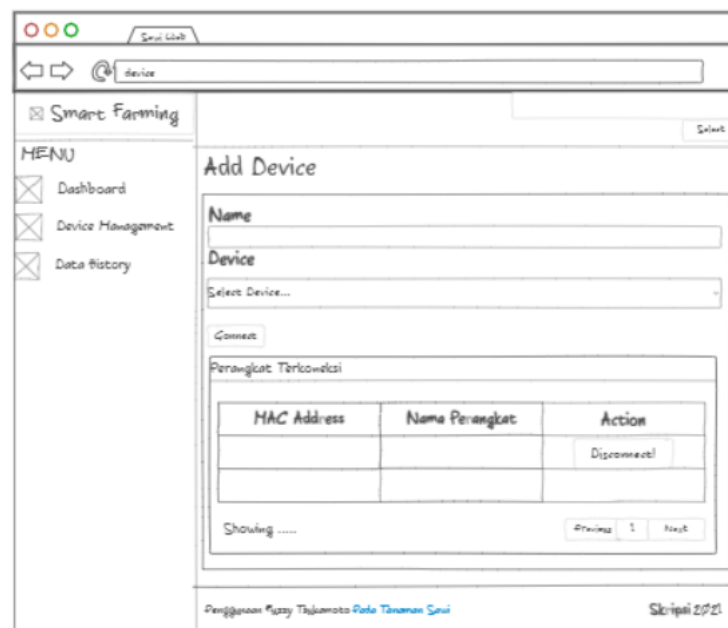
- a. Rancangan Halaman Dashboard



Gambar 4.8 Desain Halaman Dashboard

Pada Gambar 4.8, halaman dashboard merupakan halaman yang menampilkan hasil pengukuran suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah, serta menampilkan grafik dari suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Pada halaman ini, juga terdapat button untuk menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual.

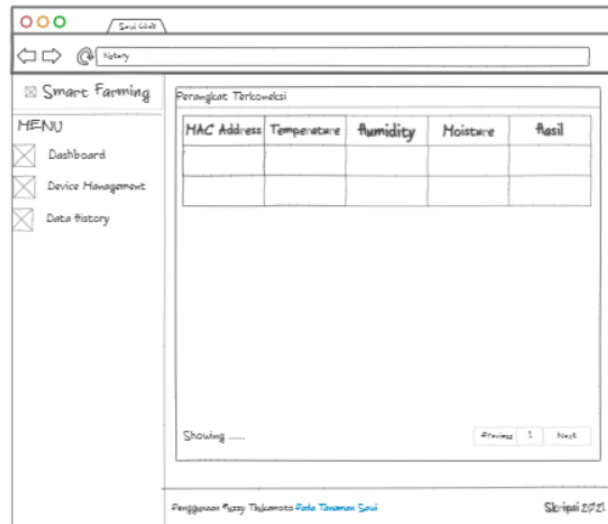
b. Rancangan Halaman Device Management



Gambar 4.9 Desain Halaman Device Management

Pada Gambar 4.9, halaman device management merupakan halaman yang digunakan untuk menambahkan perangkat agar terkoneksi dan dapat dimonitoring melalui website. Di halaman ini juga terdapat tabel untuk melihat perangkat mana saja yang konek pada website.

c. Rancangan Halaman Data History



Gambar 4.10 Desain Halaman Data History

Pada Gambar 4.10, halaman data history merupakan halaman untuk menampilkan data suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan hasil dari perhitungan fuzzy.