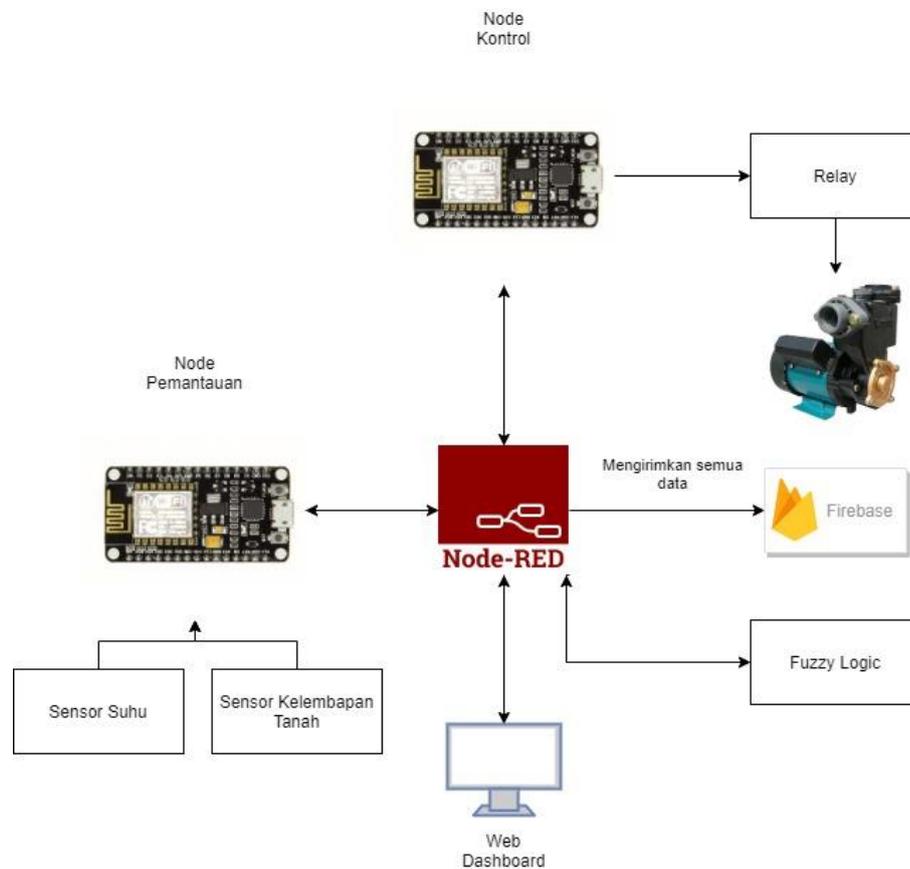


BAB III RANCANGAN PENELITIAN

3.1 Rancangan Sistem

Penelitian ini memiliki rancangan sistem yang digambarkan menggunakan diagram skematik. Diagram tersebut merupakan representasi setiap komponen dari suatu proses yang terdapat pada sistem. Skematik diagram penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Skematik

Sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor suhu dan sensor kelembapan tanah yang dapat mendeteksi suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah. Sensor tersebut terhubung dengan mikrokontroler yang bertugas mengirimkan data menuju server dengan metode MQTT. Pada server data hasil deteksi sensor akan diolah dengan menggunakan *fuzzy logic* dengan parameter nilai dari hasil deteksi

suhu dan kelembapan tanah untuk mendapatkan *output* penyiraman tanaman terbaik. Data yang sudah diolah dengan menggunakan *fuzzy logic* dan data hasil deteksi sensor akan dikirimkan ke Firebase.

3.2 Rancangan Penelitian

Mengacu dari permasalahan untuk menyiram secara manual, maka diusulkan penggunaan sistem yang mengatasi permasalahan tersebut. Sistem tersebut dinamakan penyiraman otomatis. Sistem ini terdiri dari aplikasi dan perangkat. Aplikasi digunakan untuk memantau kondisi tanaman, memantau kondisi pompa, mengontrol pompa untuk melakukan penyiraman pada tanaman secara otomatis dan jarak jauh dengan kondisi tanaman serta dapat mengirimkan notifikasi pada saat sistem melakukan penyiraman. Perangkat pada penelitian ini memiliki 2 fungsi yaitu perangkat yang berfungsi untuk memantau kondisi lingkungan serta mengirimkan data hasil deteksi sensor ke server dengan menggunakan MQTT dan perangkat yang berfungsi sebagai pengontrol pompa.

3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras yang diperlukan untuk mengembangkan penyiraman otomatis antara lain:

3.2.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan pada penelitian berjumlah 10 komponen. Terdiri dari mikrokontroler, dua jenis sensor, dan alat untuk penyiraman. Kebutuhan perangkat keras tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

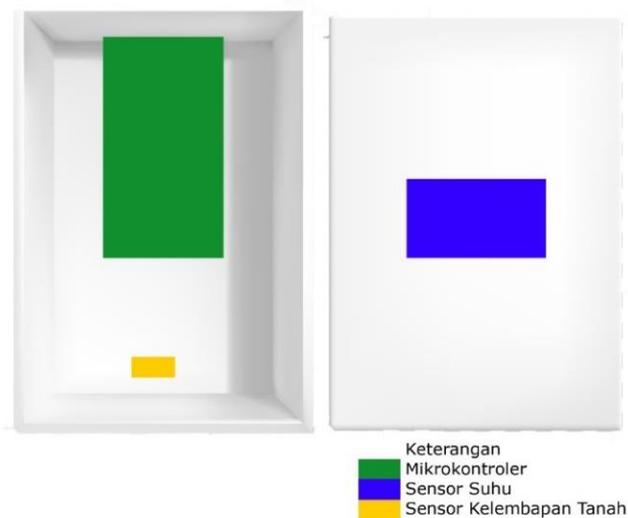
Nomor	Nama Alat	Fungsi
1.	Mikrokontroler	Sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk mendeteksi lingkungan dengan menggunakan sensor serta menghubungkan dengan server dan mikrokontroler yang berfungsi untuk mengontrol pompa.

Nomor	Nama Alat	Fungsi
2.	Sensor suhu	Sebagai sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara lingkungan.
3.	Sensor kelembapan tanah	Sebagai sensor untuk mendeteksi kelembapan tanah.
4.	<i>Relay</i>	Sebagai saklar atau <i>switch</i> listrik untuk pompa air.
5.	Kabel <i>Jumper</i>	Sebagai Penghubung jalur rangkaian yang terputus dengan cara menjumpernya.
6.	Laptop	Sebagai device untuk menjalankan Node-RED sebagai <i>server</i> dari tiap-tiap mikrokontroler yang ada.
7.	<i>Charger</i>	Sebagai alat pengisi energi pada laptop dan mikrokontroler.
8.	Pompa air	Sebagai memindahkan air ke tempat tujuan.
9.	Selang	Sebagai media pemindah air menuju tempat tujuan.
10.	Pipa	Sebagai alat untuk menyirami tanaman.

3.2.1.2 Desain Perangkat Keras

1. Desain Perangkat Keras Pemantauan Tampak Dalam

Desain perangkat keras pemantauan tampak dalam dapat dilihat pada Gambar 3.2.



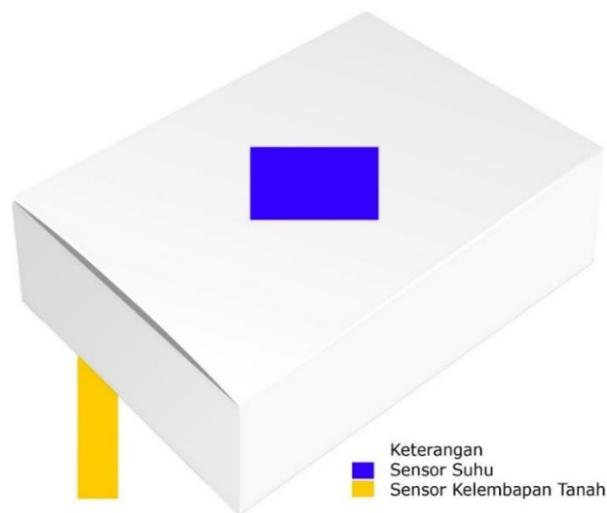
Gambar 3.2 Desain Perangkat Keras Pemantauan Tampak Dalam

Pada Gambar 3.2 desain perangkat keras pemantauan tampak dalam terdapat wadah yang berisi dengan mikrokontroler dan sensor kelembapan. Sensor kelembapan memiliki 2 probe yang akan dipasang dalam tanah untuk mendeteksi kelembapan

tanah sekitar lingkungan tanaman. Pada bagian tutup wadah terdapat sensor suhu yang akan mendeteksi suhu sekitar lingkungan tanaman. Bahan pada wadah terbuat menggunakan bahan plastik yang bertujuan dapat menahan air dan debu.

2. Desain Perangkat Keras Pemantauan Tampak Luar

Desain perangkat keras pemantauan tampak luar dapat dilihat pada Gambar 3.3.

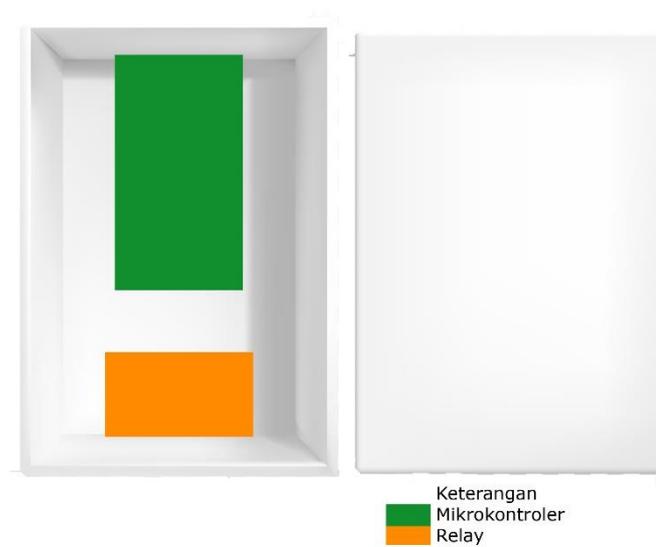


Gambar 3.3 Desain Perangkat Keras Pemantauan Tampak Luar

Pada Gambar 3.3 desain perangkat keras pemantauan tampak luar pada bagian atas terdapat sensor suhu dan pada bagian bawah terdapat sensor kelembapan tanah. Wadah berdesain bahan plastik yang dapat mencegah air masuk ke dalam wadah. Bahan pada wadah terbuat menggunakan bahan plastik yang bertujuan dapat menahan air dan debu.

3, Desain Perangkat Keras Pengontrol Tampak Dalam

Desain Perangkat Keras pengontrol tampak dalam dapat dilihat pada Gambar 3.4.

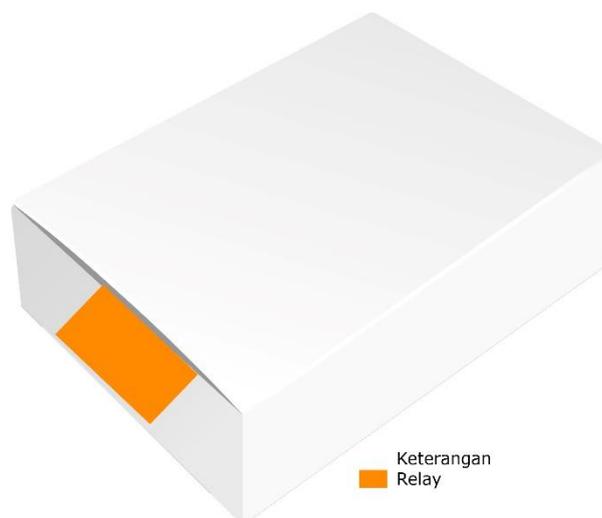


Gambar 3.4 Desain Perangkat Keras Pengontrol Tampak Dalam

Pada Gambar 3.4 desain perangkat keras pengontrol tampak luar pada bagian dalam terdapat mikrokontroler dan *relay*. *Relay* terdapat pada bagian ujung wadah dengan kabel yang terhubung dengan pompa.

4. Desain Perangkat Keras Pengontrol Tampak Luar

Desain perangkat keras pengontrol tampak luar dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain Perangkat Keras Pengontrol Tampak Luar

Pada Gambar 3.5 desain perangkat keras pengontrol tampak luar pada bagian luar pada bagian samping terdapat *relay* yang digunakan untuk menyambungkan kabel pompa ke mikrokontroler.

3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak yang diperlukan untuk mengembangkan penyiraman otomatis antara lain:

3.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Lunak

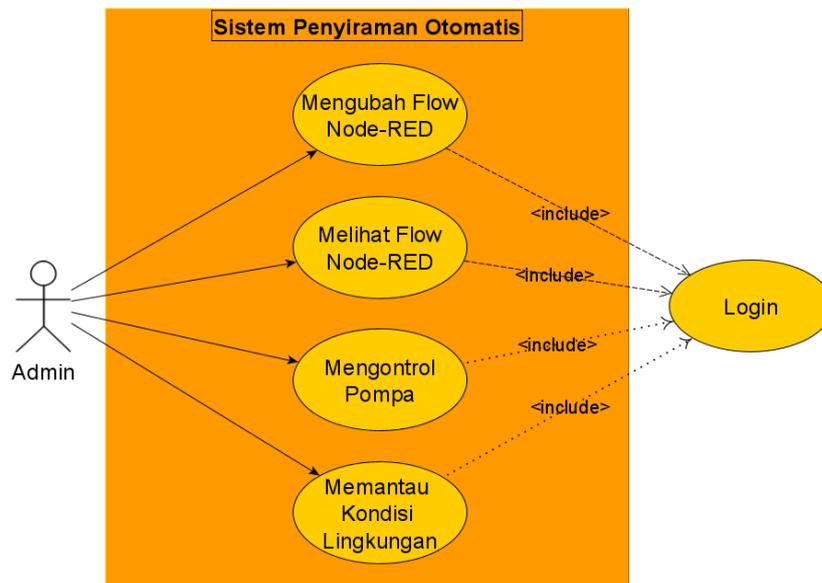
Perangkat lunak yang dibutuhkan pada penelitian ini diantaranya aplikasi pengembangan, broker dan server. Kebutuhan perangkat lunak tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Nomor	Nama	Keterangan
1.	Arduino IDE 1.8.10	Sebagai pemrograman pada NodeMCU ESP32s menggunakan bahasa C.
2.	Node-RED 1.0.2	Sebagai visualisasi pemrograman dalam bentuk <i>node</i> yang dijalankan pada <i>browser</i> .
3.	Mosquitto 1.6.7	Berfungsi untuk <i>handle</i> <i>publish-subscribe</i> dari berbagai <i>device</i>
4.	NodeJS 10.18.1	Sebagai pengembangan aplikasi pada web yang ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman JavaScript.
5.	MATLAB R2008a	Sebagai pengembangan sistem dan desain sistem <i>fuzzy logic</i> .

1. Usecase Diagram

Penelitian ini memiliki rancangan sistem yang digambarkan menggunakan diagram *usecase*. Diagram tersebut merepresentasikan interaksi pengguna terhadap sistem. Diagram *usecase* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Usecase Diagram*

Berdasarkan Gambar 3.6, aplikasi ini memiliki 4 fungsionalitas, yaitu:

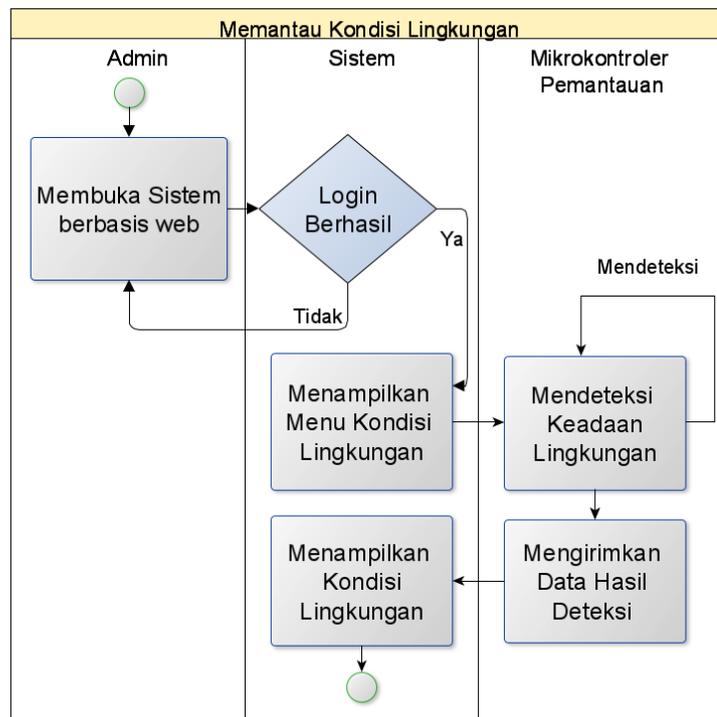
1. Mengubah *flow* pada Node-RED digunakan untuk konfigurasi antarmuka web, konfigurasi *fuzzy logic*, dan konfigurasi fungsionalitas web.
2. Melihat *flow* pada Node-RED digunakan hanya melihat proses yang dilakukan dalam sistem penyiraman otomatis.
3. Mengontrol pompa digunakan untuk menghidupkan atau mematikan pompa yang dapat dikontrol secara jarak jauh dan waktu nyata.
4. Memantau kondisi lingkungan tanaman untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan tanah secara jarak jauh.

2. Activity Diagram

Adapun alur kerja sistem yang dikembangkan pada penelitian ini digambarkan menggunakan *activity diagram*. Terdapat beberapa *activity diagram* sebagai berikut:

1. *Activity* Memantau Kondisi Lingkungan

Activity diagram memantau kondisi lingkungan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Activity Diagram Memantau Kondisi Lingkungan

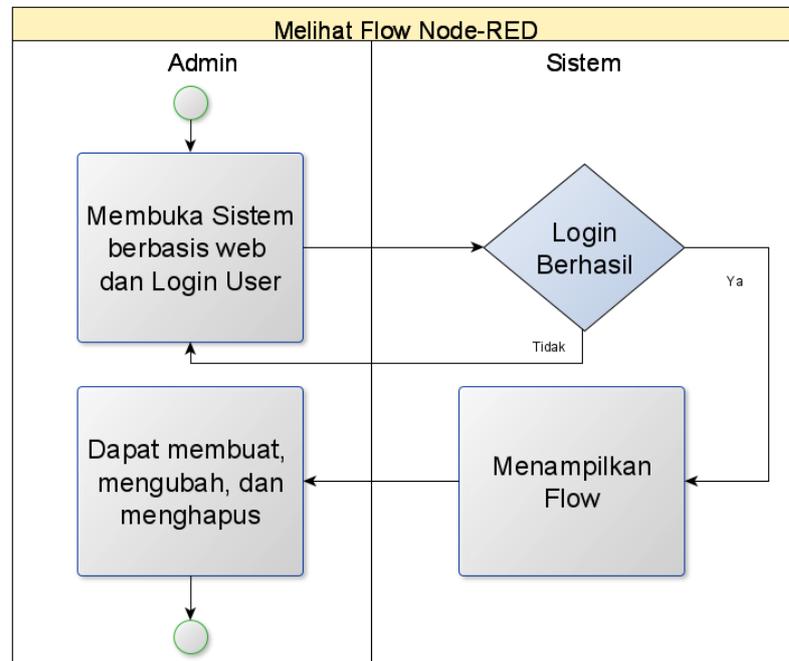
Berdasarkan Gambar 3.7, *activity* diagram dimulai dari membuka aplikasi penyiraman otomatis berbasis web. Aplikasi yang sudah terbuka meminta memasukkan *username* dan *password*. Aplikasi menampilkan kondisi lingkungan pada tanaman. Adapun informasi kondisi lingkungan yang ditampilkan adalah data suhu dan data kelembapan tanah.

2. Activity Mengontrol Pompa`

Activity diagram mengontrol pompa dapat dilihat pada Gambar 3.8.

3. Activity Melihat Flow

Activity diagram melihat *Flow* dapat dilihat pada Gambar 3.9 .

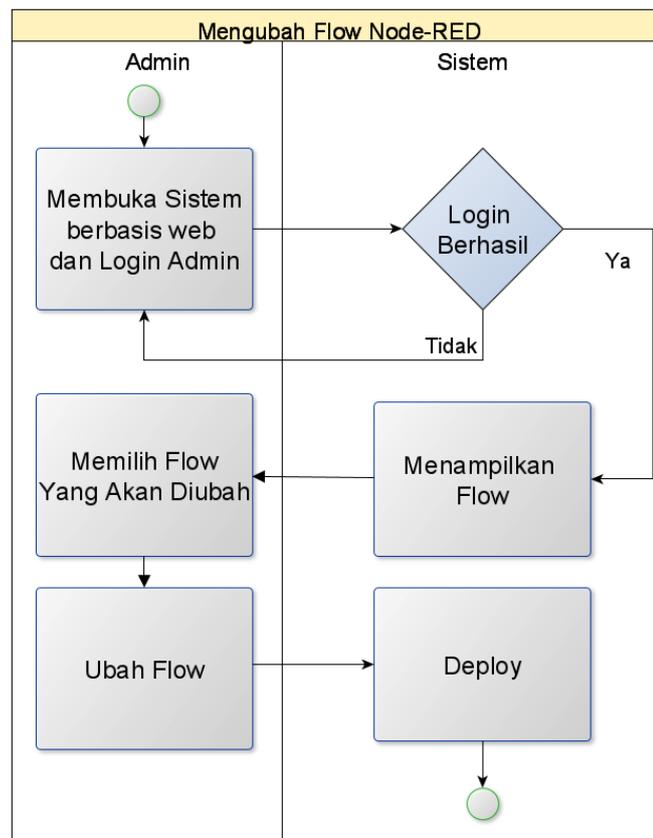


Gambar 3.9 Activity Diagram Admin Melihat *Flow*

Berdasarkan Gambar 3.9, *activity* diagram untuk admin dimulai dari membuka aplikasi penyiraman otomatis berbasis web dan *login* dengan memasukkan *username* dan *password*. *Flow* akan tampil dan dapat diubah.

4. Activity Mengubah Flow

Activity diagram mengubah *Flow* dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Activity Diagram Mengubah Flow

Berdasarkan Gambar 3.10, *activity* diagram dimulai dari membuka aplikasi penyiraman otomatis berbasis web dan *login* dengan memasukkan *username* dan *password*. Flow akan tampil dan dapat diubah dengan cara memilih *flow* yang akan diubah. Flow akan berhasil diubah setelah sudah di *deploy*.

3.2.3 Perancangan *Fuzzy Logic*

Terdapat 4 tahapan pada perancangan *fuzzy logic* untuk penyiraman otomatis [10]. 4 tahapan tersebut diantaranya:

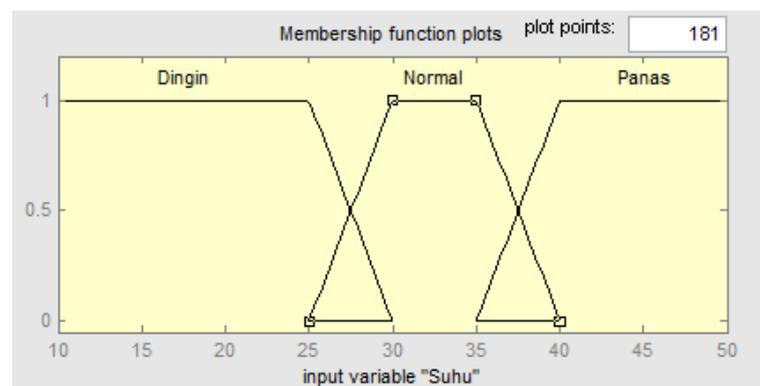
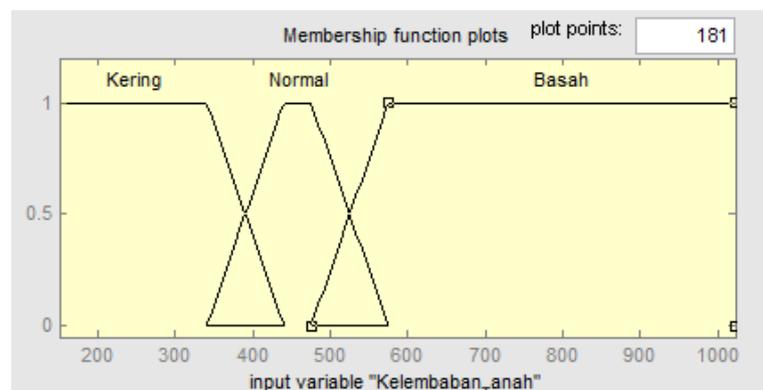
3.2.3.1 Tahap Fuzzification

Pada tahap *fuzzification* mengubah data masukan suhu dan kelembapan tanah dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi bentuk *fuzzy* (variabel linguistik). Terdapat data suhu [23] dan data kelembapan tanah [24] yang akan diubah menjadi bentuk *fuzzy*. Tahap pengubahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tahap *Fuzzification*

Definisi Dan Nilai Parameter	Variabel <i>fuzzy</i>
Masukan	
Suhu pada lingkungan	Suhu (S)
10 - 25 °C	Dingin (D)
25 - 35 °C	Normal (N)
35 - 50 °C	Panas (P)
Kelembapan tanah pada lingkungan	Kelembapan Tanah (KT)
150 – 339	Basah (B)
340 – 475	Lembap (L)
476 – 1023	Kering (K)

Keanggotaan nilai fuzzy suhu dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan keanggotaan nilai fuzzy kelembapan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.12.

Gambar 3.11 Keanggotaan Nilai *Fuzzy* SuhuGambar 3.12 Keanggotaan Nilai *Fuzzy* Kelembapan Tanah

3.2.3.2 Tahap Pembentukan Rule Basis *Fuzzy*

Tahap pembentukan rule basis *fuzzy* yaitu pembentukan rule yang digunakan untuk mengolah data *fuzzy*, terdapat 2 data masukan yaitu suhu dan kelembapan yang masing-masing memiliki 3 buah variabel. Maka terdapat 9 rule basis *fuzzy logic* diantaranya :

1. Suhu Dingin dan Kelembapan Tanah Basah.
2. Suhu Dingin dan Kelembapan Tanah Lembap.
3. Suhu Dingin dan Kelembapan Tanah Kering.
4. Suhu Normal dan Kelembapan Tanah Basah.
5. Suhu Normal dan Kelembapan Tanah Lembap.
6. Suhu Normal dan Kelembapan Tanah Kering.
7. Suhu Panas dan Kelembapan Tanah Basah.
8. Suhu Panas dan Kelembapan Tanah Lembap.
9. Suhu Panas dan Kelembapan Tanah Kering.

3.2.3.3 Tahap Inferensi

Tahap inferensi suatu kaidah/aturan/rule *fuzzy* untuk menghasilkan *output* dari tiap rule. Terdapat 4 hasil keluaran *fuzzy logic* dengan rentang nilai 0 sampai 1 [20]. Hasil keluaran pada penyiraman otomatis yaitu Tidak Siram, Siram Sebentar, Siram Normal, dan Siram Lama yang memiliki nilai yaitu:

1. Tidak Siram bernilai 0
2. Siram Sebentar bernilai 0.3333
3. Siram Normal bernilai 0.6667
4. Siram Lama bernilai 1

Yang menghasilkan 9 aturan dari 2 masukan dengan masing-masing 3 variabel [20] dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan pada Gambar 3.13, rincian aturan tersebut yaitu:

1. Suhu Dingin dan Kelembapan Tanah Basah maka Tidak Siram.
2. Suhu Dingin dan Kelembapan Tanah Lembap.maka Siram Sedikit.
3. Suhu Dingin dan Kelembapan Tanah Kering.maka Siram Normal.

4. Suhu Normal dan Kelembapan Tanah Basah maka Tidak Siram.
5. Suhu Normal dan Kelembapan Tanah Lembap maka Siram Normal.
6. Suhu Normal dan Kelembapan Tanah Kering maka Siram Banyak.
7. Suhu Panas dan Kelembapan Tanah Basah maka Siram Sedikit.
8. Suhu Panas dan Kelembapan Tanah Lembap maka Siram Normal.
9. Suhu Panas dan Kelembapan Tanah Kering maka Siram Banyak.

Tabel 3.4 Aturan *Fuzzy*

Aturan		Kelembapan Tanah		
		Basah	Lembap	Kering
Suhu	Dingin	Tidak Siram	Siram Sedikit	Siram Normal
	Normal	Tidak Siram	Siram Normal	Siram Banyak
	Panas	Siram Sedikit	Siram Normal	Siram Banyak

```

1. If (Suhu is Dingin) and (Kelembaban_Tanah is Kering) then (Penyiraman is Normal) (1)
2. If (Suhu is Dingin) and (Kelembaban_Tanah is Lembab) then (Penyiraman is Sedikit) (1)
3. If (Suhu is Dingin) and (Kelembaban_Tanah is Basah) then (Penyiraman is TidakSiram) (1)
4. If (Suhu is Normal) and (Kelembaban_Tanah is Kering) then (Penyiraman is Banyak) (1)
5. If (Suhu is Normal) and (Kelembaban_Tanah is Lembab) then (Penyiraman is Normal) (1)
6. If (Suhu is Normal) and (Kelembaban_Tanah is Basah) then (Penyiraman is TidakSiram) (1)
7. If (Suhu is Panas) and (Kelembaban_Tanah is Kering) then (Penyiraman is Banyak) (1)
8. If (Suhu is Panas) and (Kelembaban_Tanah is Lembab) then (Penyiraman is Normal) (1)
9. If (Suhu is Panas) and (Kelembaban_Tanah is Basah) then (Penyiraman is Sedikit) (1)

```

Gambar 3.13 Aturan *Fuzzy Logic*

3.2.3.4 Tahap Defuzzification

Tahap *defuzzification* suatu proses perhitungan dari keluaran bentuk tegas (*crisp output*). Pada metode Sugeno menggunakan perhitungan *Weight Average* (WA) dapat dilihat pada Persamaan 1 :

$$WA = \frac{\sum_{n=1}^9 a_n z_n}{\sum_{n=1}^9 a_n} \quad (1)$$

Keterangan :

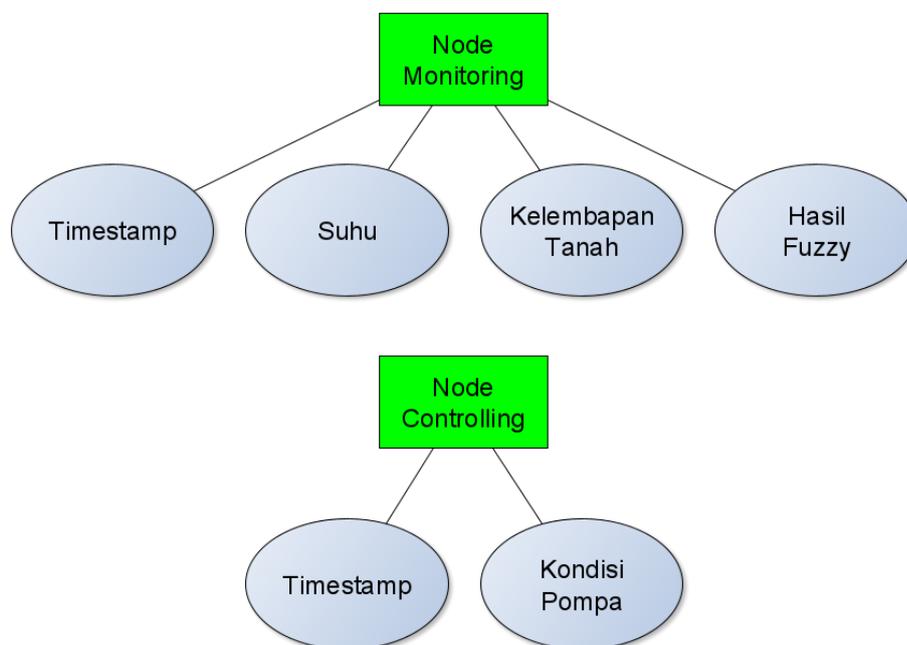
WA = Nilai rata – rata

a_n = Nilai predikat aturan ke – n

z_n = Indeks nilai output (konstanta) ke – n

3.2.4 Perancangan Basis Data Non Relasional

Struktur basis data non relasional berupa dokumen dengan format JSON. Format dari dokumen tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Struktur Basis Data Non Relasional

3.3 Rancangan Pengujian

Rancangan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *black box*, yaitu pengujian yang hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji.

3.3.1 Perancangan Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk menguji keakuratan sensor, konektivitas dan fungsionalitas pada perangkat penyiraman otomatis. Data uji perangkat keras dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Pengujian Perangkat Keras

No	Kelas Uji	Butir Uji	Indikator Keberhasilan
1	Sensor suhu	Mendeteksi suhu untuk mengetahui keadaan lingkungan tanaman.	Sensor dapat mengirimkan 1 data suhu setiap 30 detik selama 2 menit.
		Menguji keakuratan sensor suhu.	Sensor dapat menghasilkan nilai suhu dengan kesalahan ± 2 °C.
2.	Sensor kelembapan tanah	Mendeteksi kelembapan tanah untuk mengetahui keadaan tanah tanaman.	Sensor dapat mengirimkan 1 data kelembapan tanah setiap 30 detik selama 2 menit.
		Menguji keakuratan sensor kelembapan tanah.	Sensor dapat menghasilkan nilai kelembapan tanah dengan kesalahan ± 100 .
3.	Penyiraman mulai dilakukan dengan kondisi lingkungan pada tanaman	Melakukan penyiraman sesuai kondisi pada lingkungan tanaman.	Melakukan penyiraman dengan kondisi pada lingkungan pada pagi hari dan sore hari.
		Mengirimkan notifikasi penyiraman pada aplikasi.	Mengirimkan 2 kali notifikasi penyiraman pada aplikasi.
4.	Penyiraman selesai dilakukan	Mengirimkan notifikasi penyiraman pada aplikasi.	Mengirimkan notifikasi penyiraman saat penyiraman akan dimulai dan notifikasi selesai penyiraman saat penyiraman sudah selesai pada aplikasi.
5.	Pengiriman data kondisi pada server dengan MQTT secara waktu nyata	Mengirimkan data suhu dan data kelembapan tanah dari alat penyiraman otomatis menuju server dengan menggunakan MQTT.	Mengirimkan 1 data suhu dan 1 data kelembapan tanah ke server tiap 30 detik selama 2 menit.

3.3.2 Perancangan Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas dan kemudahan penggunaan pada aplikasi penyiraman otomatis. Data uji perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Pengujian Perangkat Lunak

No	Kelas Uji	Butir Uji	Indikator Keberhasilan
1.	Memantau kondisi lingkungan pada tanaman	Memantau kondisi suhu pada lingkungan dari tanaman.	Dapat menampilkan 1 data suhu tiap 1 detik selama 10 detik.
		Memantau kondisi kelembapan tanah pada lingkungan dari tanaman.	Dapat menampilkan 1 data kelembapan tanah tiap 1 detik selama 10 detik.
2.	Memantau kondisi pompa	Memantau kondisi pompa.	Dapat melihat kondisi pompa selama 24 jam.
		Mengontrol pompa untuk menyiram tanaman.	Dapat menghidupkan dan mematikan pompa secara manual.
3.	Notifikasi penyiraman	Menampilkan <i>pop-up</i> notifikasi mulai penyiraman pada tanaman.	Dapat menampilkan notifikasi mulai penyiraman sebanyak 2 kali sehari pagi dan sore hari.
		Menampilkan <i>pop-up</i> notifikasi selesai penyiraman pada tanaman.	Dapat menampilkan notifikasi selesai penyiraman sebanyak 2 kali sehari pagi dan sore hari.
4.	Instalasi aplikasi pada sistem operasi	Menginstal pada sistem operasi Windows 10, Linux Ubuntu 18.04 LTS dan Raspbian Ubuntu MATE Snappy.	Sistem dapat berjalan normal (kompatibel) pada 3 sistem operasi.

3.3.3 Perancangan Pengujian *Fuzzy Logic*

Pengujian *fuzzy logic* bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas pada penyiraman tanaman. Data uji *fuzzy logic* dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Pengujian *Fuzzy Logic*

No	Kelas Uji	Butir Uji	Indikator Keberhasilan
1.	Fungsionalitas <i>fuzzy</i>	Mengolah data dari sensor suhu dan kelembapan tanah dengan algoritma <i>fuzzy logic</i> metode Sugeno.	Dapat menampilkan data <i>fuzzy</i> sesuai dengan referensi pada MATLAB.

		Menyiram tanaman dengan data hasil <i>fuzzy logic</i> .	Dapat menyiram tanaman sesuai dengan nilai pada <i>fuzzy</i> .
--	--	---	--

3.3.4 Perancangan Pengujian Basis Data Non Relasional

Pengujian basis data bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas dan keefektifan penyimpanan. Data uji basis data dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Pengujian Basis Data

No	Kelas Uji	Butir Uji	Indikator Keberhasilan
1.	Fungsionalitas basis data	Menyimpan data pada basis data.	Menyimpan 1 data <i>timestamp</i> , suhu, kelembapan tanah dan hasil nilai <i>fuzzy logic</i> tiap 1 detik selama 10 detik.