

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 jamur, memahami prinsip-prinsip pada perangkat keras yang digunakan pada penelitian sebelumnya, dan memahami metode *fuzzy* yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Dari hasil tersebut diperoleh dua variabel dan fungsi keanggotaan dari tiap variabel. Dua variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Suhu Udara
2. Kelembaban Udara

4.1.1 Metode Fuzzy

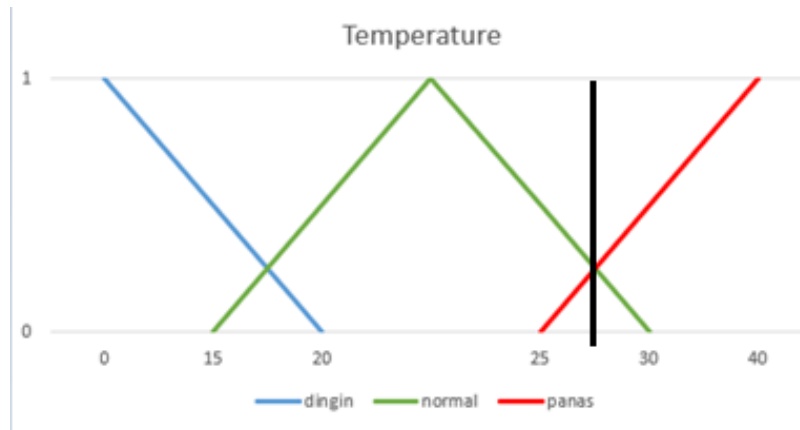
Penerapan metode fuzzy dapat dilakukan dalam menentukan durasi penyiraman dengan inputan data sensor suhu udara dan kelembaban udara secara *real-time*. Kemudian dikirim ke raspi dan diteruskan ke cloud. Sensor mengirimkan nilai suhu udara sebesar 27°C dan nilai kelembaban udara sebesar 80%. Selanjutnya sistem memberikan keputusan berapa lama penyiraman serta kipas dilakukan dan otomatis berhenti ketika lama penyiraman dan kipas sudah melebihi dari yang ditentukan.

1. Fuzzyfikasi

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

- a. Himpunan Keanggotaan Suhu Udara

Pada himpunan keanggotaan suhu udara, nilai input sensor diubah menjadi 3 bentuk himpunan yaitu himpunan Dingin, Normal, dan Panas. Berikut adalah gambar himpunan keanggotaan suhu udara dengan inputan nilai 27 yang dijelaskan seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Suhu Udara

$$\mu_{\text{Normal}}[27] = \frac{30 - 27}{30 - 22,5}; 22,5 < x < 30$$

$$= \frac{3}{7,5}$$

$$= 0,4$$

$$\mu_{\text{Panas}}[27] = \frac{27 - 25}{40 - 25}; 25 < x < 40$$

$$= \frac{2}{15}$$

$$= 0,1333$$

b. Himpunan Keanggotaan Kelembaban Udara

Pada himpunan keanggotaan kelembaban udara, nilai input sensor diubah menjadi 3 bentuk himpunan yaitu himpunan Kering, Normal, dan Basah. Berikut adalah gambar himpunan keanggotaan kelembaban udara dengan inputan nilai 80 yang dijelaskan seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kelembaban Udara

$$\begin{aligned} \mu_{\text{KU Basah}}[80] &= \frac{100 - 80}{100 - 70}; 70 < x < 100 \\ &= \frac{20}{30} \\ &= 0,6667 \end{aligned}$$

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

Rule	SU	KU	PA	KPS
1	Dingin	Kering	Sedang	Cepat
2	Dingin	Normal	Cepat	Sedang
3	Dingin	Basah	Cepat	Lama
4	Normal	Kering	Sedang	Sedang
5	Normal	Normal	Sedang	Cepat
6	Normal	Basah	Cepat	Lama
7	Panas	Kering	Lama	Sedang
8	Panas	Normal	Sedang	Sedang
9	Panas	Basah	Sedang	Lama

3. Implikasi

- a. JIKA Suhu Udara Normal, Kelembaban Udara Basah MAKA Penyiraman “Cepat” AND Kipas “Lama”.

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

$$\alpha\text{-predikat R1} = \min(\text{SU Normal (27)}, \mu_{\text{KU Basah (80)})}$$

$$\alpha\text{-predikat R1} = \text{MIN}(0,4;0,6667)$$

$$\alpha\text{-predikat R1} = 0,4$$

- b. JIKA Suhu Udara Panas, Kelembaban Udara Basah MAKA Penyiraman “Sedang” AND Kipas “Lama”.

$$\alpha\text{-predikat R2} = \mu\text{SU Panas} \cap \mu\text{KU Basah.}$$

$$\alpha\text{-predikat R2} = \text{min}(\text{SU Panas (27)}, \mu\text{KU Basah (80)})$$

$$\alpha\text{-predikat R2} = \text{MIN}(0,1333;0,6667)$$

$$\alpha\text{-predikat R2} = 0,1333$$

4. Defuzzifikasi

Pada tahap ini merupakan proses pengubahanan *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.

$$\text{Nilai}_{p1} = 6$$

$$\text{Nilai}_{p2} = 10$$

$$\text{Nilai}_{k1} = 40$$

$$\text{Nilai}_{k2} = 40$$

$$Z_p = \frac{(\text{Nilai}_{p1} * \alpha\text{predikat R1}) + (\text{Nilai}_{p2} * \alpha\text{predikat R2})}{\alpha\text{predikat R1} + \alpha\text{predikat R2}}$$

$$= \frac{(6 * 0,4) + (10 * 0,1333)}{0,4 + 0,1333}$$

$$= 6,99$$

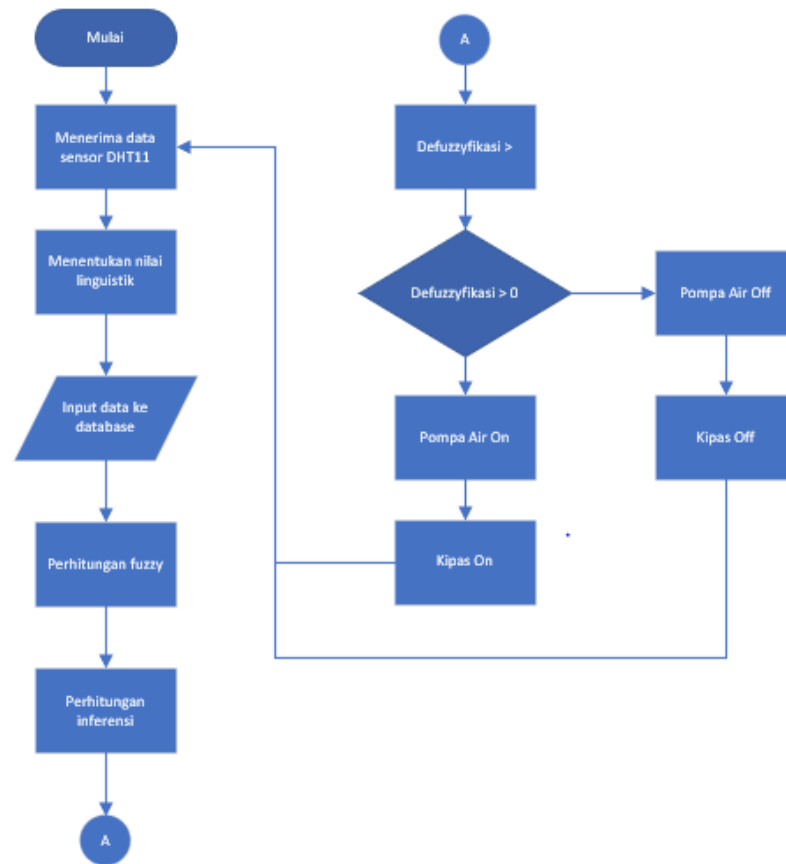
$$= 7$$

$$Z_k = \frac{(\text{Nilai}_{k1} * \alpha\text{predikat R1}) + (\text{Nilai}_{k2} * \alpha\text{predikat R2})}{\alpha\text{predikat R1} + \alpha\text{predikat R2}}$$

$$= \frac{(40 * 0,4) + (40 * 0,1333)}{0,4 + 0,1333}$$

$$= 40$$

4.1.2 Desain Sistem



Gambar 4.3 Desain Sistem

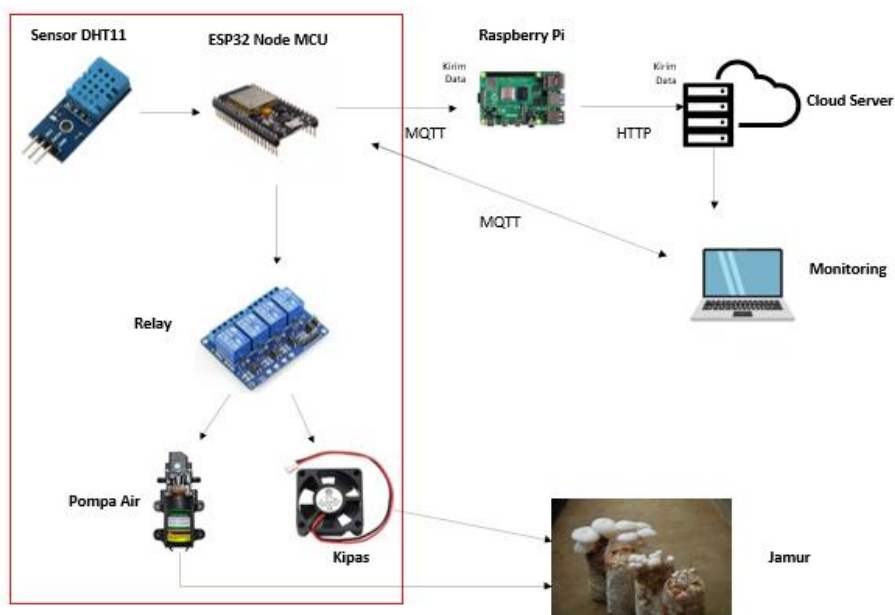
Pada penelitian ini proses perhitungan dilakukan menggunakan metode fuzzy sugeno dengan inputan kelembaban udara dan suhu udara yang diperoleh dari pembacaan sensor dan kemudian menentukan nilai linguistik dari variabel-variabel tersebut. Kemudian inputan data akan diproses dengan fuzzifikasi untuk mengubah nilai inputan menjadi derajat keanggotaan. Pada tahap akhir dari metode ini yaitu defuzzifikasi, dimana akan menghasilkan luaran berupa kapan waktu penyiraman akan dilakukan dan berapa lama kipas menyala.

4.1.3 Arsitektur Sistem

Pengukuran suhu udara dan kelembaban udara diambil berdasarkan pembacaan sensor DHT11, 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*. 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 4.4 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 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> di lingkungan sekitar jamur secara periodik.
2.	Monitoring kelembaban udara secara <i>realtime</i>	Merupakan informasi mengenai hasil pengukuran kelembaban udara secara <i>realtime</i> di lingkungan sekitar jamur secara periodik.
3.	Melihat grafik suhu udara	Merupakan informasi mengenai hasil monitoring suhu udara secara periodik.
4.	Melihat grafik kelembaban udara	Merupakan informasi mengenai hasil monitoring kelembaban udara secara periodik.
5.	Melihat history monitoring dan hasil fuzzy	Melihat daftar hasil monitoring dan hasil fuzzy pada jamur yang telah dilakukan oleh sistem.
6.	Connect/disconnect perangkat dari website	Perangkat dapat terhubung (monitoring melalui website) ataupun tidak.
7.	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 berikut:

Tabel 4.3 Kebutuhan Non-Fungsional

No.	Jenis	Keterangan
1.	<i>Usability</i>	Sistem ini dapat digunakan oleh petani jamur 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 jamur 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 keandalan 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, sebagai berikut:

Tabel 4.4 Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Keterangan
1.	Sensor DHT11	Digunakan sebagai pengukur suhu udara dan kelembaban udara.
2.	ESP32	Digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengirim data digital dari sensor ke Raspi.

3.	Raspberry Pi	Digunakan sebagai IoT gateway.
4.	Kabel Jumper	Digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan sensor.
5.	Relay	Digunakan untuk mengontrol daya yang berkaitan dengan power supply.
6.	Power Supply	Memberikan tegangan relay, pompa dan kipas.
7.	Kabel Power	Digunakan sebagai penghubung antara power supply dengan stop kontak.
8.	Pompa Air Celup Mini	Sebagai aktuator.
9.	Kipas Mini	Sebagai aktuator.

4.1.7 Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak dalam penelitian ini digunakan dalam pembangunan sistem terdapat dalam Tabel, 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 program yang dibuat secara lokal.	Apache

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

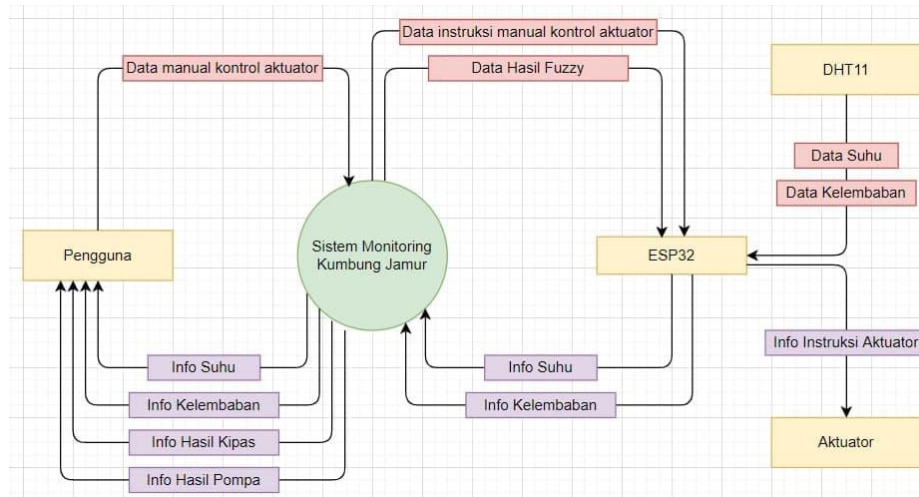
Perancangan sistem merupakan tahap untuk menggambarkan desain dan alur berjalannya sebuah sistem, yang terdiri dari langkah - langkah operasi dalam sebuah sistem. Desain yang sudah dirancang akan menggambarkan semua aktifitas *user*, proses sistem mulai awal sampai akhir, serta menjelaskan desain arsitektur sistem.

4.2.1 Data Flow Diagram

Penggunaan DFD atau *Data Flow Diagram* pada sistem ini berfungsi untuk menggambarkan sistem sebagai jaringan antar fungsi, yang terkait dengan aliran dan penyimpanan data. Dalam penelitian ini, sistem akan menggunakan 2 jenis DFD yaitu DFD Level 0 (Context Diagram) dan DFD Level 1. Berikut adalah DFD dari sistem :

4.1.1.1 DFD Level 0 (Context Diagram)

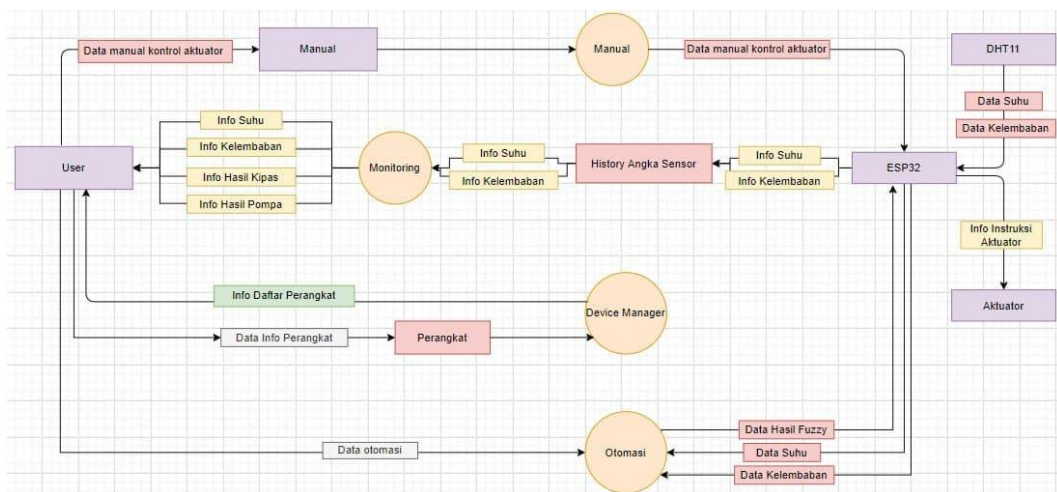
DFD Level 0 pada sistem ini menggambarkan struktur dasar dari sistem aplikasi pengendalian suhu dan kelembaban berbasis IoT pada budidaya jamur. Terdapat 4 entitas eksternal yang terlibat pada sistem ini, yaitu pengguna, ESP32, sensor DHT11, dan aktuator, juga terdapat 1 proses yang terlibat yaitu sistem monitoring kumbang jamur. Berikut adalah diagram untuk DFD Level 0 :



Gambar 4.5 DFD Level 0

4.1.1.2 DFD Level 1

DFD Level 1 pada sistem ini merupakan diagram lanjutan dari DFD Level 0. DFD Level 1 menjelaskan bagaimana data flow yang terjadi pada sistem aplikasi pengendalian suhu dan kelembaban berbasis IoT pada budidaya jamur. Pada DFD level 1 terdapat 4 entitas eksternal yaitu *user*, ESP32, sensor DHT11, dan aktuator, juga terdapat 3 proses yaitu manual, otomatis, dan monitoring. Berikut adalah diagram untuk DFD Level 1 :



Gambar 4.6 DFD Level 1

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. Secara keseluruhan sistem terbagi menjadi dua yakni sistem automasi menggunakan metode *fuzzy logic* dan sistem *monitoring*.

1. Blok diagram sistem monitoring

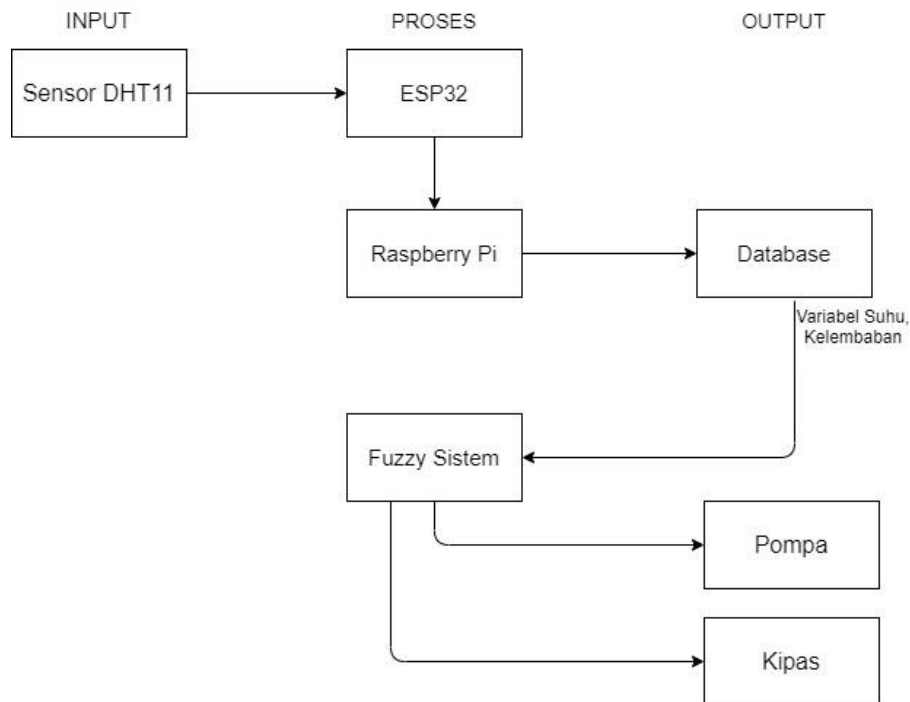
Pada bagian input terdapat sensor DHT11 sebagai pengukur suhu udara dan kelembaban udara. Hasil pengukuran tersebut dibaca oleh ESP32 dan selanjutnya diteruskan ke dashboard sistem.



Gambar 4.7 Blok Diagram Sistem Monitoring

2. Blok diagram sistem automasi menggunakan metode fuzzy logic

Pada bagian input terdapat sensor DHT11 sebagai pengukur suhu udara dan kelembaban udara. Hasil pengukuran tersebut dibaca oleh ESP32 dan diteruskan ke Raspberry Pi. Kemudian Raspberry Pi akan meneruskan ke database. Di dalam database tersebut merupakan data mentah yang nantinya akan digunakan untuk variabel inputan perhitungan fuzzy. Luaran dari hasil perhitungan fuzzy pada sistem ini yaitu durasi pompa menyala dan durasi kipas menyala.



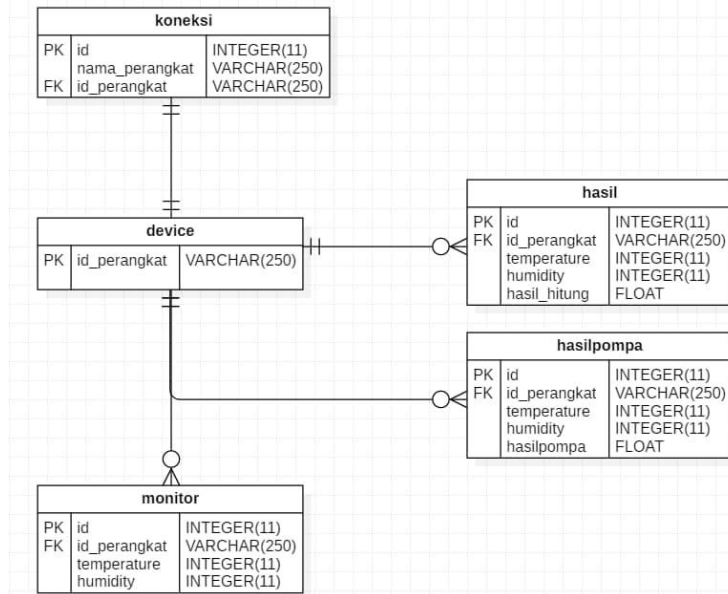
Gambar 4.8 Blok Diagram Automasi Menggunakan Fuzzy Logic

4.2.3 Perancangan Database

Database atau basis data adalah kumpulan data yang disimpan secara sistematis di dalam komputer dan dapat diolah dengan perangkat lunak. Pada sistem ini digunakan sebuah database dengan nama *iotjamur* yang memiliki 5 tabel di dalamnya, yaitu tabel *device*, tabel *koneksi*, tabel *monitor*, tabel *hasil* (hasil kipas) dan tabel *hasilpompa*. Berikut adalah rancangan tabel database pada sistem:

4.2.3.1 Entity Relationship Diagram (ERD)

Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk menggambarkan relasi mengenai perancangan entitas yang berisikan atribut pada setiap entitas memuat atribut primary dengan inisial PK dan atribut foreign key dengan inisial FK serta atribut normal lainnya terdapat pada Gambar 4.7, sebagai berikut:



Gambar 4.9 Entity Relationship Diagram

4.2.3.2 Tabel Device

Keterangan : Berisi MAC Address perangkat

Primary key : id_perangkat

Tabel 4.6 Tabel Device

Nama	Tipe Data	Panjang
id_perangkat	varchar	250

4.2.3.3 Tabel Koneksi

Keterangan : Berisi data perangkat yang terkoneksi ke website

Primary key : id

Tabel 4.7 Tabel Koneksi

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
nama_perangkat	varchar	250
id_perangkat	varchar	250

4.2.3.4 Tabel Monitor

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

Primary key : id

Tabel 4.8 Tabel Monitor

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
id_perangkat	varchar	250
temperature	int	11
humidity	int	11

4.2.3.5 Tabel Hasil Kipas

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

Primary key : id

Tabel 4.9 Tabel Hasil Kipas

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
id_perangkat	varchar	250
temperature	int	11
humidity	int	11
hasil_hitung	float	-

4.2.3.6 Tabel Hasil Pompa

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

Primary key : id

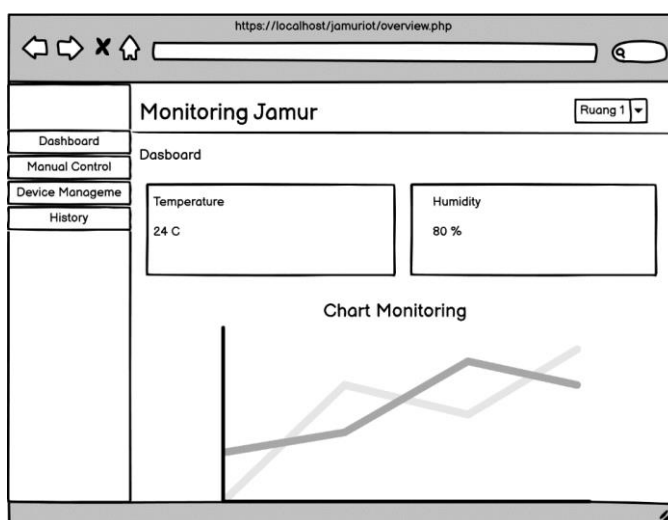
Tabel 4.10 Tabel Hasil Pompa

Nama	Tipe Data	Panjang
id	int	11
id_perangkat	varchar	250

temperature	int	11
humidity	int	11
hasilpompa	float	-

4.2.4 Perancangan Antar Muka

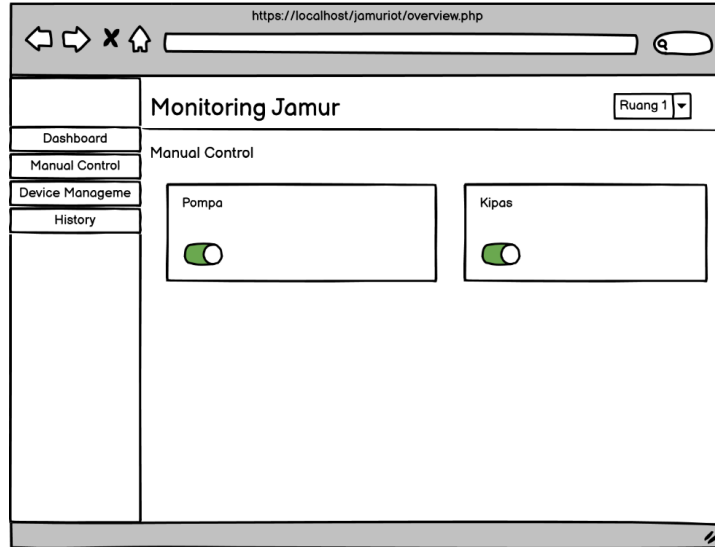
a. Rancangan Halaman Dashboard



Gambar 4.10 Desain Halaman Dashboard

Pada Gambar 4.10, halaman dashboard merupakan halaman yang menampilkan hasil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara, serta menampilkan grafik dari suhu udara dan kelembaban udara serta menampilkan hasil perhitungan fuzzy.

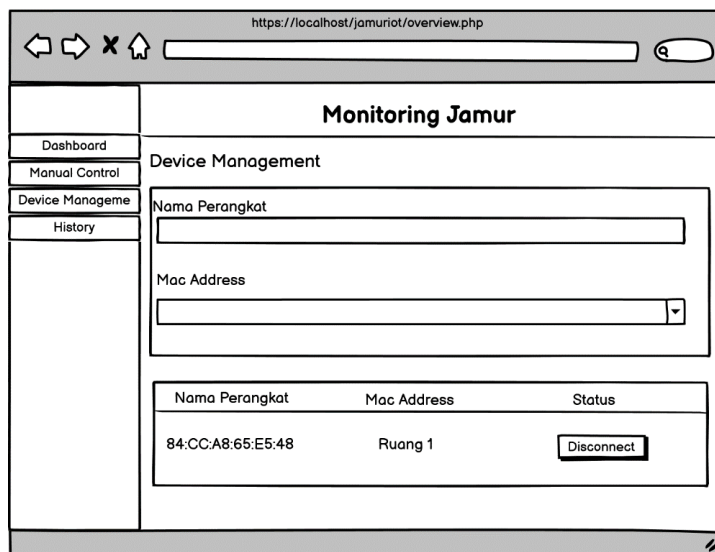
b. Rancangan Halaman Device Management



Gambar 4.11 Desain Halaman Manual Control

Pada Gambar 4.11, halaman ini terdapat button untuk manual control berfungsi menghidupkan atau mematikan pompa air atau kipas secara manual.

c. Rancangan Halaman Device Management



Gambar 4.12 Desain Halaman Device Management

Pada Gambar 4.12, 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.

d. Rancangan Halaman Data History

Monitoring Jamur		
Dashboard	History	
Manual Control		
Device Manageme		
History		
Nama Perangkat	Temperature	Humidity
84:CC:A8:65:E5:48	24 C	80 %

Gambar 4.13 Desain Halaman Data History

Pada Gambar 4.13, halaman data history merupakan halaman untuk menampilkan data suhu udara, kelembaban udara, dan hasil dari perhitungan fuzzy.