

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai metode penelitian yang dipakai oleh peneliti. Metode penelitian yang digunakan yaitu *Pre-Experimental Design One shot Case Study* dengan melakukan treatment dan dilakukan observasi. Selain itu pada bagian ini akan menjelaskan tentang Alat dan bahan, Diagram Alir Penelitian, Diagram *Block System Fuzzy Logic*, *Flowchart* sistem *Fuzzy Logic Mamdani* dan pengujian *Fuzzy Logic*.

3.1. ALAT DAN BAHAN

Dalam pembuatan alat *Smart paludarium* dibagi menjadi bahan pembuatan paludarium beserta tanaman dan alat dan bahan untuk membuat system *smart paludarium* seperti tertera pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Paludarium

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Paludarium	1 buah
2	Laptop	1 buah
3	<i>Mikro kontroler Arduino UNO AT MEGA R3</i>	1 buah
4	Sensor kelembaban tanah YL-69	1 buah
5	Sensor DS18B20	1 buah
6	<i>Relay</i>	1 buah
7	<i>Mistmaker</i>	1 buah
8	Modul GSM SIM 800L	1 buah
9	<i>Liquid crystal display I2C</i>	1 buah
10	Adaptor 24 volt	1 buah

3.1.1. Paludarium

Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan tank kaca dengan ukuran 30 x 20 x 20 dan pada bagian depan memiliki tinggi 10 cm dengan ketebalan kaca 3 mili, pada

tugas akhir ini menggunakan mini tank, dengan ukuran yang kecil dapat memudahkan dalam *maintenance* dan pembersihannya. Penggunaan batu pasir yang disusun sedemikian rupa untuk menyerupai tebing dan air terjun menggunakan mesin internal filter yang digunakan untuk menarik air agar bisa dibuat miniature air terjun. Media tanam pada paludarium menggunakan AquaTerra merupakan media tanam yang berukuran halus kombinasi antara spaghnum peatmoss dan humic acid dengan komposisi yang pas sehingga menghasilkan media tanam yang memiliki retensi air yang tinggi dan penyaluran air yang baik. Pada penelitian ini menggunakan pasir malang sebagai media tanam pada dasar aquarium dan menggunakan pasir silika sebagai pelapis diatas pasir malang untuk mempercantik dasar aquarium pada paludarium.

Tanaman pada paludarium yaitu Tanaman *Bucephalandra* dan lumut darat. Tanaman *Bucephalandra* asli endemik pulau Kalimantan dan dijumpai dialiran – aliran sungai kecil atau kadang juga berada di tepi sungai. Akar *Bucephalandra* memiliki kemampuan untuk menempel pada permukaan yang keras seperti pada ranting kayu atau batu. Suhu yang baik untuk *Bucephalandra* yaitu pada rentang 22 – 28 derajat *Celsius* dan saat suhu melebihi batas atas akan menyebabkan daun melting[22]. Tanaman Lumut (*Bryophyta*) pada penelitian ini menggunakan tanaman *Bryophyta* sebagai tanaman yang akan ditanam di paludarium. Suhu lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan lumut antara 10-30°C dan kelembapan yang ideal untuk pertumbuhan lumut sekitar 77-80%, sedangkan lumut dapat bertahan pada kelembapan relatif berkisar 23-100% [12]. Penelitian ini menggunakan pupuk cair untuk membantu pemenuhan nutrisi pada tanaman di paludarium agar dapat tumbuh dengan baik. Pupuk yang digunakan pupuk mikro dan makro.

3.1.2. Laptop.

Pada penelitian tugas akhir ini laptop yang digunakan sebagai alat dalam mengelola seluruh data yang akan digunakan untuk terselesaikannya tugas akhir ini. Seperti pada proses pemrograman pada mikrokontroler, laptop digunakan untuk koding agar sistem yang dibangun dapat berjalan dengan baik. Spesifikasi laptop

menggunakan prosesor AMD *Dual Core A9-9425 RADEON R5*, dengan kecepatan clock sebesar 3.7 GHz.

3.1.3. Mikrokontroler Arduino UNO R3 AT MEGA.

Pada perancangan dan pembuatan tugas akhir ini digunakan jenis papan arduino Uno R3. Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Penggunaan mikrokontroler Arduino UNO R3 ATMEGA 328P dengan jumlah pin baik analog dan digital dengan total keseluruhan 20 pin, dapat memenuhi kebutuhan pin *input* maupun *Output* pada penelitian ini. Komunikasi Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX).

3.1.4. Sensor kelembapan tanah YL-69.

Sensor kelembapan tanah yang digunakan adalah sensor kelembapan tanah Hygrometer YL-69 yang digunakan untuk mendeteksi kelembapan pada media tanam yang ada di paludarium dan untuk menjaga kelembapan sensor kelembapan tanah terintegrasi dengan mikrokontroler dan dihubungkan dengan *relay* untuk mengontrol *Mistmaker*[23].

3.1.5. Sensor suhu DS18B20.

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital yang menggunakan satu kabel. Sensor ini dapat membaca suhu dengan ketelitian 9 sampai dengan 12 bit. Dari mulai rentang -55 °C hingga +125 °C dengan memiliki ketelitian sebesar (+/- 0,5oC). Sensor ini terintegrasi dengan modul mikrokontroler nodemcu esp 8266 untuk mendeteksi suhu pada *smart paludarium* dan terhubung dengan *relay* untuk menyalakan *Mistmaker*[24]. Kalibrasi sensor menggunakan rumus:

$$\text{Relative Error Prencetage \%} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana nilai b adalah nilai sensor,dan a adalah nilai termometer.

3.1.6. Relay

Relay yaitu alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar, kemudian saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik, pada penelitian ini *relay* digunakan sebagai saklar untuk menyalakan dan mematikan *Mistmaker* untuk menjaga kelembapan dan suhu pada *smart paludarium*[25].

3.1.7. Mistmaker.

Ultrasonic Mistmaker adalah alat yang dapat merubah air biasa menjadi awan kabut seperti dinginnya es yang biasa terlihat pada biang es. Alat ini bekerja menggunakan proses *ultrasonic atomization*[20].

3.1.8. Modul GSM SIM 800L V1.

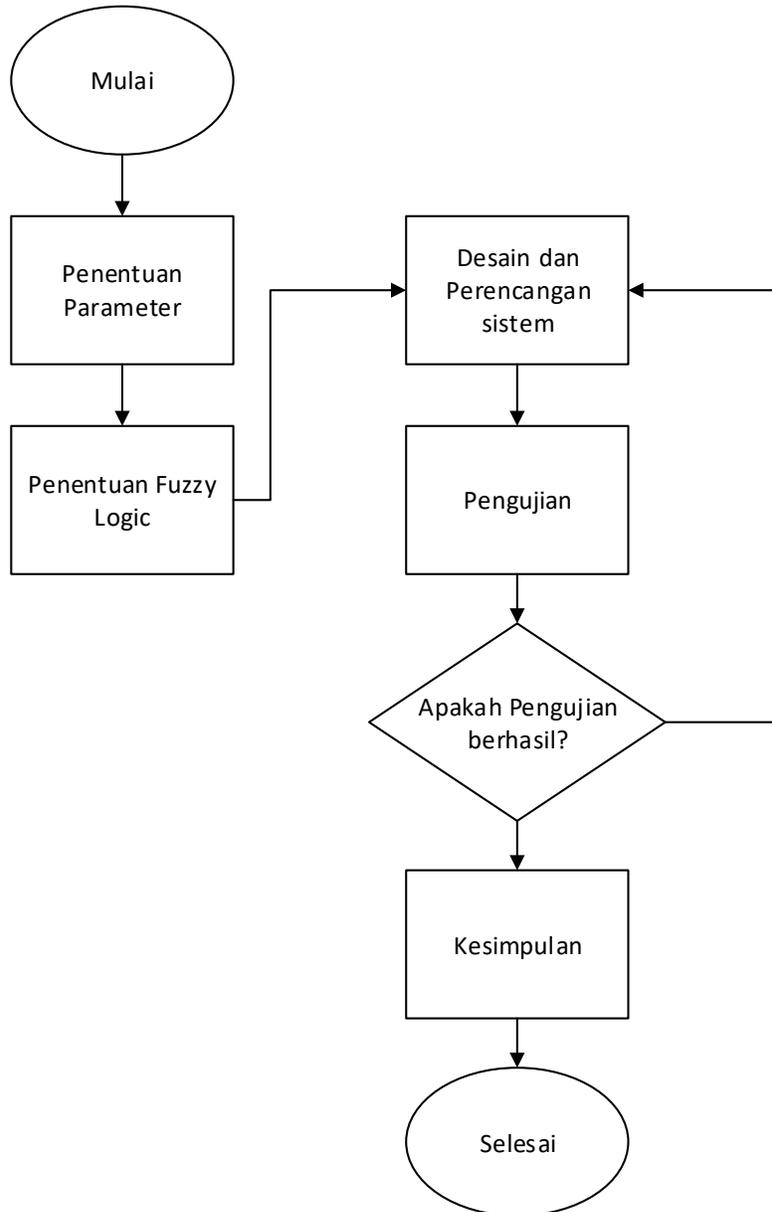
Modul GSM SIM 800l versi pertama dengan ukuran mikro SIM dan bekerja pada tegangan sebesar 3,3 volt sampai 4,4 volt. Pada penelitian ini menggunakan kapasitor 1000 mikro farad/16volt yang terhubung ke VCC dan ground agar modul SIM 800 l dapat bekerja dengan baik . frekuensi yang bekerja pada modul SIM 800l yaitu GSM 850, EGSM 900, DCS 1800 & PCS 1900 dan dapat mencari di frekuensi tersebut secara otomatis[18].

3.1.9. Liquid crystal display 1602A I2C.

Liquid crystal display (LCD) pada penelitian ini digunakan untuk menampilkan hasil dari keluaran saat system *smart paludarium* berjalan dengan menggunakan LCD 16x2 dengan penambahan modul i2c untuk memudahkan dan menghemat port pada Arduino. Pada penelitian ini LCD menampilkan suhu dan kelembapan yang terbaca oleh sensor YL-69 dan sensor DS18B20 dan menampilkan *Output Fuzzy Logic* yaitu durasi *Mistmaker* menyala dengan menggunakan tegangan 5 volt dan pin analog 4 dan

5 sebagai sda dan scl kemudian VCC ke 5 volt dan ground ke ground pada Arduino uno r3.

3.2. ALUR PENELITIAN



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam 5 tahapan yaitu penentuan parameter, penentuan *Fuzzy Logic*, desain perancangan system, pengujian dan kesimpulan. Pada tahap

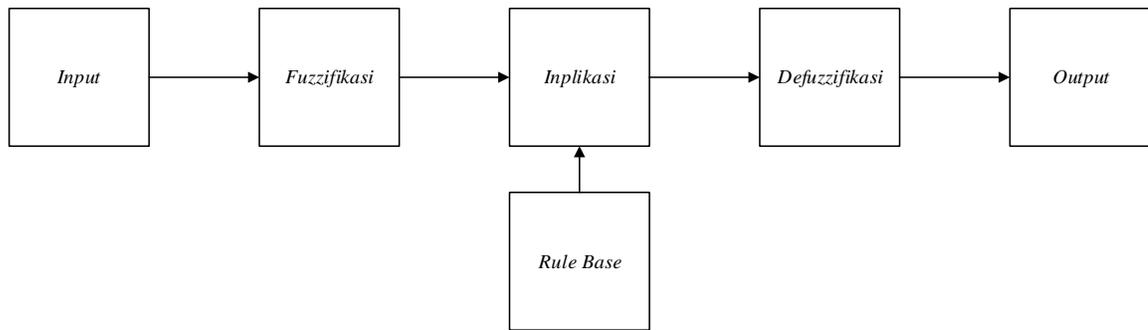
penentuan parameter memilih parameter apa yang akan digunakan seperti pada penelitian ini menggunakan 2 parameter, suhu dan kelembapan kemudian penentuan *Fuzzy Logic* memilih metode yang akan digunakan lalu pembentukan himpunan fuzzy, komposisi aturan kemudian penegasan atau *Defuzzyfikasi*. Tahap selanjutnya desain dan perancangan system. Pada penelitian ini system dibuat dengan peralatan apa saja yang digunakan untuk membangun suatu system *smart paludarium* menggunakan metode Mamdani. Tahap pengujian dilakukan dengan pengujian alat apakah dapat diimplementasikan dengan baik dan pengujian *Rule base* yang paling sesuai untuk *smart paludarium*. kemudian, yang terakhir adalah kesimpulan bagaimana implementasi metode *Fuzzy Logic* pada *smart paludarium*.

3.2.1. Penentuan Parameter.

Penelitian ini mengimplementasi metode *Fuzzy Logic* Mamdani dengan 2 *input* dan 1 *Output*. *Inputan* pada penelitian ini adalah suhu dan kelembapan tanah menggunakan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air pada aquarium dan penggunaan sensor kelembapan tanah YL-69 untuk mengukur kelembapan media tanam pada paludarium. *Output* pada penelitian ini menggunakan *Mistmaker* untuk merubah air menjadi kabut dan penerapan pada penelitian ini berupa durasi berapa lama *Mistmaker* akan menyala untuk membantu menjaga kelembapan media tanam pada paludarium.

3.2.2. Perancangan *Fuzzy Logic*

Metode *Fuzzy* membutuhkan beberapa tahap sehingga akan menghasilkan *Outputan* yang sesuai dengan perhitungan *Fuzzy*. Tahap-tahap proses tersebut meliputi Pembentukan bilangan fuzzy, fuzzifikasi, pembuatan *Rule base*, implikasi dan defuzzifikasi. Dalam metode *Fuzzy* menunjukkan bahwa proses pada control *Fuzzy* memiliki fungsi yang saling terhubung dengan proses lain sehingga dapat dihasilkan *input* dari proses sebelumnya sampai *Outputan* akhir sistem.



Gambar 3.2 Block Diagram system Fuzzy Logic

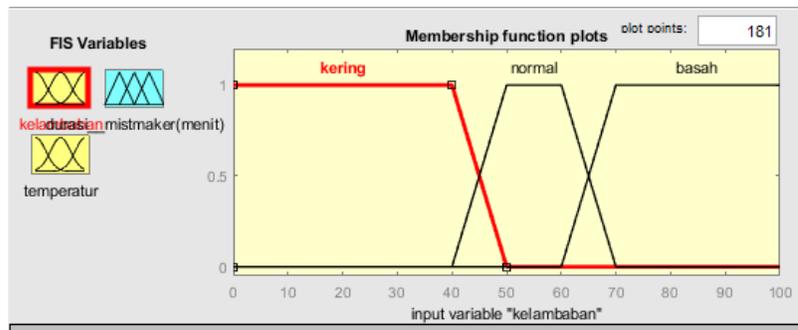
3.2.2.1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan tahap awal yang dilakukan dalam metode logika *fuzzy*. Tahap ini dilakukan dengan proses mengubah nilai crisp (numerik) menjadi himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*). Dalam perancangan sistem ini menggunakan dua *input*, yaitu kelembaban tanah (dalam %) dan suhu udara (dalam $^{\circ}\text{C}$). *Output* yang diinginkan adalah *Mistmaker* (dalam menit).

Tabel 3.2 Tingkat Kelembapan Tanah dan suhu

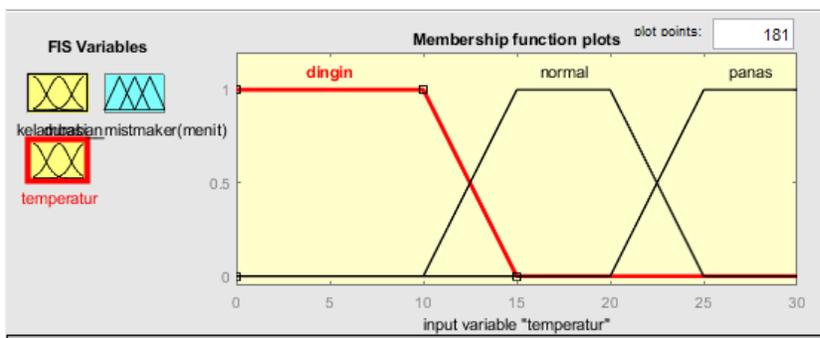
Tingkat kelembapan (%)	Status	Tingkat derajat suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Status
0-50	Kering	10-20	Dingin
40-80	Normal	15-25	Normal
70-100	Basah	20-30	Panas

Tabel 3.2 merupakan pengkategorian untuk tingkat kelembaban tanah dan suhu pada *smart paludarium*. Penerapan metode *Fuzzy Logic* dimulai dengan membagi menjadi 3 kategori kering normal dan basah dengan nilai dari 0 – 100% untuk kelembaban tanah dan pengkategorian untuk tingkat suhu pada paludarium. menjadi 3 kategori yaitu dingin, normal dan panas dengan nilai dari 10 – 30 *Celsius*.



Gambar 3.3 Fungsi keanggotaan kelembapan tanah.

Gambar 3.3 merupakan fungsi dari grafik keanggotaan kelembapan tanah dengan menggunakan kurva trapesium yang terbagi membagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu kering, normal dan basah dengan semesta pembicara bernilai 0 sampai dengan 100% .



Gambar 3.4 Fungsi keanggotaan suhu

Gambar 3.4 merupakan fungsi dari grafik keanggotaan suhu dengan menggunakan kurva trapesium yang terbagi membagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu dingin, normal dan panas dengan semesta pembicara bernilai 0 *Celsius* sampai dengan 30 *Celsius* .

Fuzzyfikasi bertujuan untuk mencari derajat keanggotaan input fuzzy dengan melanjutkan dapat dihitung menggunakan rumus:

Himpunan Naik:

$$\mu_{Naik|x} = \begin{cases} 0 & \text{if } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{if } a \leq x < b \\ 1 & \text{if } x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (3.2)$$

Himpunan Turun:

$$\mu_{Turun}|x| = \int \frac{c-x}{c-b} \dots \dots \dots (3.3)$$

Contoh kasus :

1. Suhu sebesar 23 °C terbaca pada paludarium dalam himpunan, suhu diantara normal dan panas, sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu_{Dingin}(23) &= 0 \\ \mu_{Normal}(23) &= \frac{25 - 23}{5} = 0.4 \\ \mu_{Panas}(23) &= \frac{23 - 20}{5} = 0.6 \end{aligned}$$

2. Kelembaban sebesar 65% terbaca pada paludarium, dalam himpunan suhu berada diantara normal dan basah, sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu_{Kering}(65) &= 0 \\ \mu_{Normal}(65) &= \frac{70 - 65}{10} = 0.5 \\ \mu_{basah}(65) &= \frac{65 - 60}{10} = 0.5 \end{aligned}$$

3.2.2.2. Pembentukan basis aturan fuzzy (rule dalam “jika-maka”).

Aturan fuzzy dibuat berdasarkan keadaan yang diinginkan. Perancangan aturan pada logika fuzzy dengan Input kelembapan tanah dibagi menjadi 3 nilai linguistik yaitu kering, normal, dan basah. Sedangkan input suhu ada 3 nilai linguistik, yaitu dingin, normal, dan panas. Pengelompokan linguistik menjadi 3 kategori di tiap tiap nilai inputan sehingga memunculkan 9 aturan fuzzy yang akan diperoleh. Aturan fuzzy dibuat dengan fungsi IF – THEN. Contohnya: IF Kelembapan tanah Kering AND Suhu

Dingin THEN *Mistmaker* lama AND kirim notifikasi sms. Pada penelitian ini menggunakan 2 skenario *Rule base* yang akan diimplementasikan pada *smart paludarium* untuk mencari rule yang paling bagus dilihat dengan pertumbuhan tanaman yang ada pada *smart paludarium*.

Rule base pada sistem *smart paludarium* :

1. If (kelambaban is kering) and (temperatur is dingin) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is lama) (1)
2. If (kelambaban is normal) and (temperatur is dingin) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is cepat) (1)
3. If (kelambaban is basah) and (temperatur is dingin) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)
4. If (kelambaban is kering) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is lama) (1)
5. If (kelambaban is normal) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)
6. If (kelambaban is basah) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is cepat) (1)
7. If (kelambaban is kering) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is lama) (1)
8. If (kelambaban is normal) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)
9. If (kelambaban is basah) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

Sesuai dengan *Rule base* diatas dan contoh kasus dengan nilai suhu 23 *Celsius* dan kelembaban 65% maka didapatkan IF- AND-THEN rule sebagai berikut :

- [5] If (kelambaban is normal) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

[6] If (kelambaban is basah) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is cepat) (1)

[8] If (kelambaban is normal) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

[9] If (kelambaban is basah) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

Melanjutkan contoh kasus diatas peneliti menerapkan nilai yang sudah diketahui pada *Rule base* yang sudah dirancang pada sistem *smart paludarium* sehingga menghasilkan *Rule base* sebagai berikut:

[5] If (kelambaban is normal) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

[6] If (kelambaban is basah) and (temperatur is normal) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is cepat) (1)

[8] If (kelambaban is normal) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

[9] If (kelambaban is basah) and (temperatur is panas) then (durasi__*Mistmaker*(menit) is sedang) (1)

Nilai pada proses fuzzyfikasi dengan inputan suhu sebesar 23 *Celsius* dan kelembaban 65% berada pada 4 *Rule base* yaitu *Rule base* ke 5,6,8, dan 9.

3.2.2.3. Implikasi

Setelah dihitung pada proses fuzzifikasi input didapatkan hasil berikut: suhu normal (0,4), dan suhu panas (0,6) kemudian pada kelembaban normal (0,0.5) dan kelembaban basah (0,0.5). dikarenakan penggunaan operator AND pada fuzzy rule sehingga menggunakan nilai minimum persamaanya dapat dilihat sebagai berikut :

$$[1] = \text{MIN} [\text{Suhu Dingin, Kelembaban kering}] = \text{MIN} [0 ; 0] = 0$$

$$[2] = \text{MIN} [\text{Suhu Dingin, Kelembaban normal}] = \text{MIN} [0 ; 0] = 0$$

$$[3] = \text{MIN} [\text{Suhu Dingin, Kelembaban basah}] = \text{MIN} [0 ; 0] = 0$$

$$[4] = \text{MIN} [\text{Suhu Normal, Kelembaban kering}] = \text{MIN} [0 ; 0] = 0$$

$$[5] = \text{MIN} [\text{Suhu Normal, Kelembaban normal}] = \text{MIN} [0.4 ; 0.5] = 0.4$$

$$[6] = \text{MIN} [\text{Suhu Normal, Kelembaban basah}] = \text{MIN} [0.4 ; 0.5] = 0.4$$

$$[7] = \text{MIN} [\text{Suhu Panas, Kelembaban kering}] = \text{MIN} [0; 0] = 0$$

$$[8] = \text{MIN} [\text{Suhu Panas, Kelembaban normal}] = \text{MIN} [0.6; 0.5] = 0,5$$

$$[9] = \text{MIN} [\text{Suhu Panas, Kelembaban basah}] = \text{MIN} [0.6 ; 0,5] = 0.5$$

Untuk mencari nilai keanggotaan *Output* fuzzy dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\mu_{\text{Naik}}|x| = \int_{1,}^{\frac{x-a}{b-a}} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$\mu_{\text{Turun}}|x| = \int_{0,}^{\frac{c-x}{c-b}} \dots \dots \dots (3.5)$$

Maka berdasarkan rules yang ada ditemukan empat rules, karena menggunakan AND maka dipakai angka minimal.

Rules 5

IF Suhu Normal AND Kelembaban Normal THEN Sedang

$$a1 = \frac{a1-3}{2} = 0.4 \quad a2 = \frac{8-2a}{2} = 0.4$$

$$a1 = 3.8 \quad a2 = 7.2$$

Rules 6

IF Suhu Normal AND Kelembaban Basah THEN Cepat

$$a3 = \frac{5-a3}{2} = 0.4 \quad a4 = \frac{a4-3}{2} = 0.4$$

$$a3 = 4.8 \quad a4 = 3.8$$

Rules 8

IF Suhu Panas AND Kelembaban Normal THEN Sedang

$$a4 = \frac{a4-3}{2} = 0.5 \quad a4 = \frac{8-a5}{2} = 0.5$$

$$a4 = 4 \quad a4 = 7$$

Rules 9

IF Suhu Panas AND Kelembaban Basah THEN Sedang

$$a5 = \frac{a4-3}{2} = 0.5 \quad a5 = \frac{8-a5}{2} = 0.5$$

$$a5 = 4 \quad a5 = 7$$

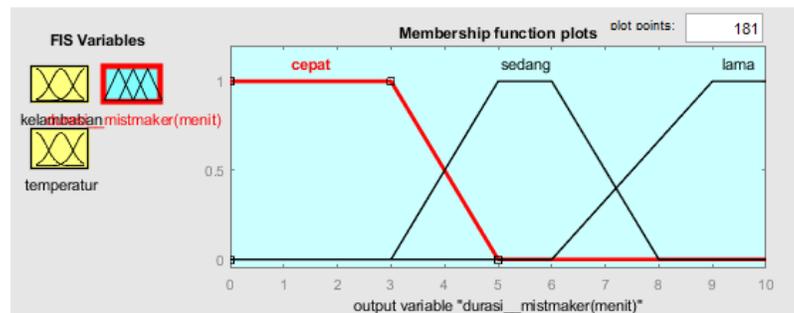
3.2.2.4. Defuzzyfikasi.

Input dari proses *defuzzy* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan aturan *fuzzy*, sedangkan *Output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Pada tahapan ini dilakukan penarikan himpunan tegas (*crisp*) yang berfungsi sebagai keluaran (*Output*) dari sistem, dengan menggunakan *metode centroid (composite moment)*, penulisan rumus *defuzzy* seperti yang tertera pada rumus ke 8.

Tabel 3.3 Tingkat Durasi *Mistmaker*

Durasi <i>Mistmaker</i> (menit)	Status
0-5	Cepat
3-8	Sedang
6-10	Lama

Tabel 3.3 merupakan pengkategorian *Output Fuzzy Logic* dengan membagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu cepat, sedang lama dengan semesta pembicara bernilai 0-10. Nilai pada tabel 3.4 akan dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban yang terbaca pada sensor.

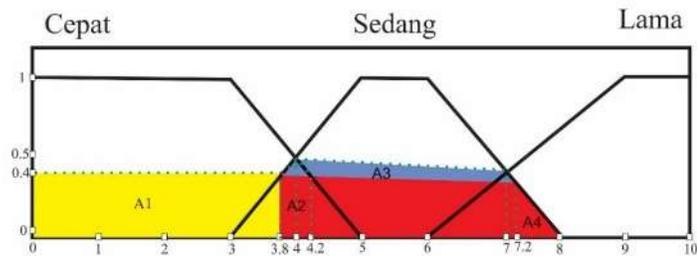


Gambar 3.5 Fungsi keanggotaan pada *Output*.

Gambar 3.5 merupakan nilai fungsi keanggotaan pada *Output* yang disajikan dengan kurva trapesium dan nilai diambil dari range pada tabel 3.4.

Proses *Defuzzyfikasi* pada metode Mamdani menggunakan metode Centroid (*Composite Moment*) pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil

titik pusat (z^*), dimulai dengan menggabungkan nilai-nilai yang ada pada *Rule base* kedalam grafik *Output* fuzzy untuk menyelesaikan contoh kasus dengan nilai suhu sebesar 23 *Celsius* dan kelembaban 65% menghasilkan grafik *Output* seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Grafik Defuzzyfikasi

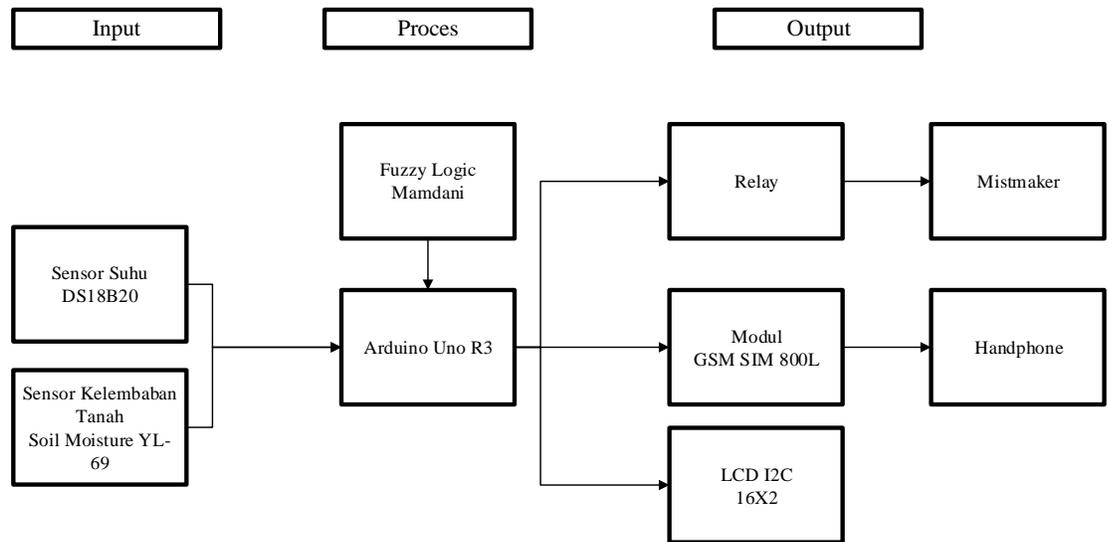
Gambar 3.6 merupakan hasil dari perhitungan menggunakan metode fuzzy logi mamdani untuk contoh kasus diatas dengan membagi menjadi 4 bagian daerah yang berpotongan yang dihasilkan dari proses implikasi. Penghitungan defuzzyfikasi dengan memasukan nilai yang sudah diketahui diatas menjadi :

$$z^* = \frac{13.774}{3.45} = 3.99$$

Dalam contoh kasus ini dengan masukan suhu dan kelembaban sebesar 23 *Celsius* dan 65% menghasilkan nyalanya *Mistmaker* selama 3.99 menit.

3.2.3. Diagram Blok Sistem *Smart paludarium*

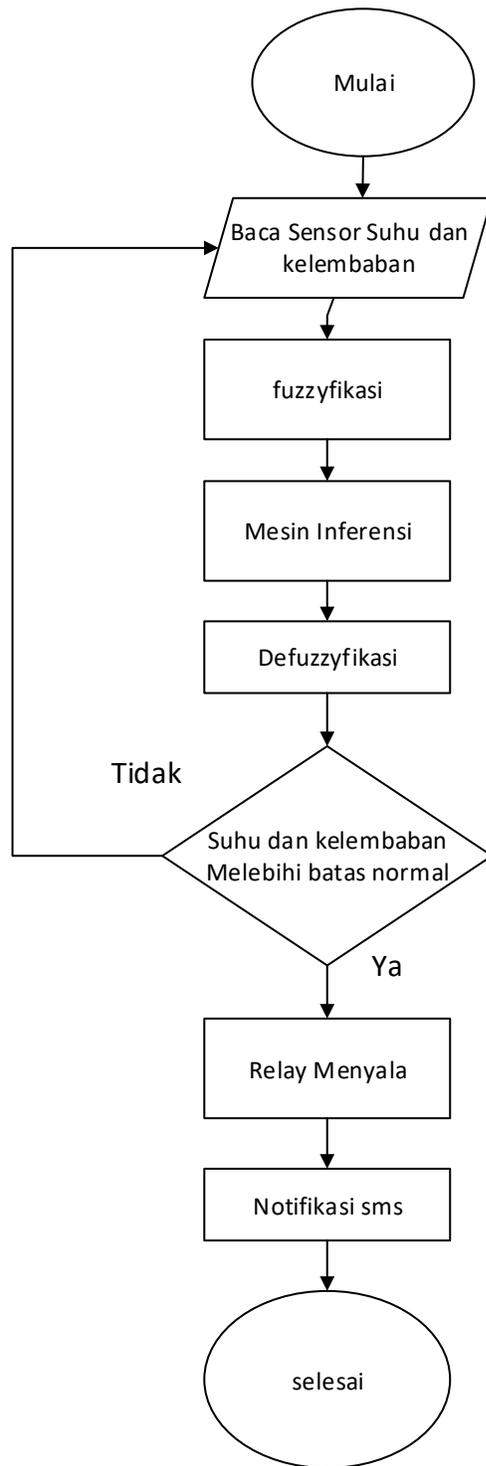
Berdasarkan diagram blok alat pengendali seperti pada gambar 3.5. terdapat 3 bagian pada bagian pertama yaitu masukan, proses dan keluaran, Pada bagian masukan terdapat sensor suhu, sensor kelembapan berguna untuk mengukur suhu kelembapan tanah pada paludarium. Pada bagian pemrosesan terdapat Arduino ATMEGA R3, sebagai pengendali seluruh *system* di dalamnya berisi tentang program yang dijalankan dan ditanamkan logika *fuzzy*. Selanjutnya yaitu pada keluaran ada *modul* GSM jadi data yang terbaca pada sensor akan di kirim melalui sms yang akan diteruskan ke handphone pengguna agar memudahkan penggunaa untuk memantau paludariumnya. *Relay* yang digunakan pada penelitian ini bertujuan mengatur *Mistmaker* agar dapat menjaga kelembapan media tanam pada paludarium.



Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem *Smart paludarium*

3.2.3.1. Flowchart Alur Sistem *Smart paludarium*

Diagram alur penelitian menjelaskan mengenai alur pada *system* keseluruhan pada alat kontroling suhu dan kelembapan paludarium menggunakan *Fuzzy Logic Mamdani*. Perancangan pada tugas akhir ini yaitu perancangan keseluruhan alat yang akan dibuat dengan menggunakan sensor *soil moisture*, sensor Suhu DS18B20, board *Arduino ATMEGA R3*, *Relay*, Modul GSM 800L, *Mistmaker* dan beberapa kabel.



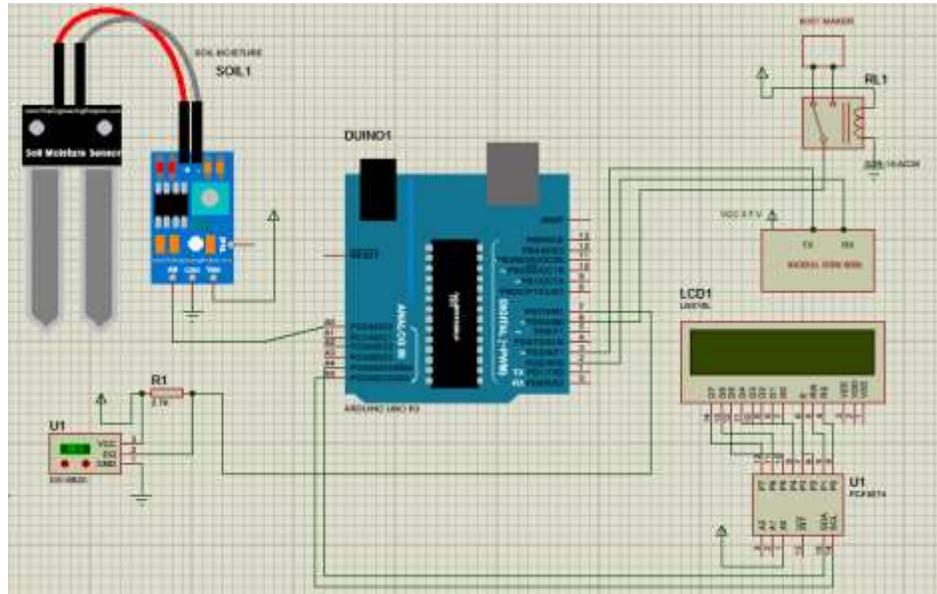
Gambar 3.8 *Flowchart Sistem Smart paludarium*

Pada perancangan implementasi *Fuzzy Logic* pada *smart paludarium*. *Flowchart* pada gambar 3.8 menjelaskan bahwa sensor suhu dan kelembapan mendeteksi seberapa besar tingkat kelembapan tanah dan suhu yang dapat di terima. Data kelembapan tanah dan suhu dapat di deteksi dan di olah menurut logika *fuzzy Mamdani*. Algoritma logika *fuzzy*, dilakukan perancangan fungsi keanggotaan dan perancangan *rule* atau aturan yang akan diimplementasikan pada sistem, sehingga sistem dapat melakukan pengambilan keputusan sesuai dengan kondisi pada saat itu. Langkah-langkah untuk mengolah data dengan menggunakan metode Mamdani adalah :

1. Fuzzifikasi, yaitu dengan mengubah variabel *nonfuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam “jika-maka”), operasi yang digunakan pada penelitian ini untuk menghubungkan antar variabel adalah operator *and*.
3. Analisa logika *fuzzy* untuk mendapatkan α -predikat dari tiap-tiap aturan. Fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi min. Kemudian α -predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas.
4. Defuzzifikasi menggunakan metode *Centroid* (*composite moment*).

Kemudian jika diperoleh data kelembapan dan suhu melebihi batas parameter maka *relay* akan menyala dan mengaktifkan *Mistmaker* yang akan mengubah air menjadi uap air dan akan menyala dalam durasi tertentu sesuai dengan logika *fuzzy*. Perangkat ini juga akan mengirimkan notifikasi untuk kondisi suhu dan kelembapan tanah yang ada di paludarium. Hasil deteksi dikirimkan melalui SMS ke telepon genggam pengguna menggunakan modul GSM SIM800L.

3.2.4. Skematik Perancangan Alat *Smart paludarium*



Gambar 3.9 Skematik Perancangan Alat *Smart paludarium*

Pada gambar 3.9 yaitu skematik perancangan alat *smart paludarium* dibagi menjadi 3 bagian yaitu input, process dan *Output*. Bagian input terdapat sensor soil moisture YL-69 dan sensor DS18B20. Mikrokontroler Arduino Uno R3 yang sudah terintegrasi dengan *Fuzzy Logic* masuk pada bagian proses, pada bagian *Output* terdapat *Relay* yang dihubungkan ke *Mistmaker*, modul GSM SIM 800l sebagai pengirim notifikasi berupa sms dan lcd i2c yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor dan durasi lamanya *Mistmaker* menyala dalam satuan menit. Susunan port pada Arduino Uno R3 dijelaskan lebih lanjut seperti pada tabel 3.4 sampai tabel 3.8.

Tabel 3.4 Susunan *Relay* , *Adaptor 24 volt* dan *Mistmaker*.

Adaptor	<i>Mistmaker</i>	<i>Relay</i>
Negativ	Negativ	NO
Negativ	Negativ	COM
Positiv	Positiv	-

Pada kabel negatif adaptor 24 volt akan masuk pada port normaly close, kondisi normaly open pada *relay* adalah keadaan saat normal otomatis terbuka dan akan terhubung dengan lama durasi tertentu sesuai dari keluaran *defuzzyfikasi* , kemudian kabel negatif pada *Mistmaker* masuk ke port com yaitu bagian untuk mengendalikan kapan tersambung atau terputus, kemudian dari kabel positif *Mistmaker* akan disambungkan dengan kabel positif pada adaptor 24 volt. Penggunaan sensor soil moisture digunakan sebagai inputan nilai kelembaban tanah dikarenakan paludarium adalah perpaduan antara aquascape dan terrarium sehingga dalam perawatannya kelembaban tanah(media tanaman) sangat diperhatikan kelembabannya. Susunan port pada sensor soil moisture yang terhubung dengan papan Arduino sebagai berikut:

Tabel 3.5 Susunan sensor *Soilmoisture* ke papan Arduino Uno R3.

Papan Arduino	Sensor Soil Moisture YL-69
5 volt	VCC
Ground	Ground
Analog A0	A0

Pada table 3.5 susunan port pada sensor soil moisture dengan port analog A0 dihubungkan ke pin analog A0 dikarenakan sensor soilmoiture YL-69 merupakan sensor analog, kemudian untuk VCC pada sensor masuk ke 5 volt pada papan Arduino dan untuk ground dihubunhkan ke pin ground pada Arduino. Nilai dari sensor soil moisture merupakan nilai analog dari 0 sampai dengan 1023 sehingga nilai hasil nilai pembacaan sensor harus dikurangi 1023 untuk mendapatkan nilai kelembabannya.

Parameter lainnya yang tidak kalah penting untuk diperhatikan pada sistem *smart paludarium* adalah suhu karena tanaman dapat tumbuh dengan baik jika suhu ideal seperti yang tertera pada tabel 3.3 tingkat derajat suhu.Sensor DS18B20 digunakan untuk pembacaan suhu pada paludarium salah satu kelembaban pada sensor ini yaitu dapat dimasukan didalam air untuk susunan port sensor DS18B20 ke papan Arduino Uno R3 sebagai berikut:

Tabel 3.6 Susunan Sensor DS18B20 ke papan Arduino Uno R3.

Papan Arduino	Sensor DS18B20
5 volt	VCC
Ground	Ground
D7	Digital input

Sensor DS18B20 memiliki 3 port yaitu VCC, GND, data pin VCC dan ground di hubungkan ke resistor 4.7k kemudian masuk ke pin 5 volt pada papan Arduino untuk pin VCC kemudian pada pin ground sensor masuk ke port ground pada Arduino, pin data masuk pada port digital D7 pada Arduino dikarenakan sensor DS18B20 merupakan sensor digital dan nilai pada hasil ini tidak perlu dikonversi seperti sensor *Soilmoisture*. Pada penelitian ini menggunakan modul GSM SIM 800L yang bertujuan sebagai notifikasi jika kondisi paludarium buruk, jika durasi lamanya *Mistmaker* menyala lebih dari atau samadengan 8 menit maka modul GSM SIM 800L akan mengirimkan pesan ke handphone untuk susunan port pada modul GSM SIM 800L sebagai berikut :

Tabel 3.7 Susunan Modul GSM SIM 800L ke Papan Arduino Uno R3

No	Papan Arduino	Modul GSM SIM 800L
1	3.3 volt	VCC
2	PIN 2	RX
3	PIN 3	TX
4	Ground	Ground

Susunan port dari modul GSM SIM 800L untuk port rx atau *receiver* dihubungkan pada pin 2 pada Arduino dan pin 3 arduino dihubungkan ke TX (*receiver*), kemudian pada port GND di modul GSM SIM 800L dihubungkan ke GND pada Arduino dalam pemasangan ini menggunakan kapasitor untuk membantu modul GSM bisa bekerja di board Arduino dikarenakan modul GSM memiliki rentang tegangan yang bekerja di 3.3 volt sampai 4.4 volt dan saat tegangan VCC melebihi atau tidak sesuai akan menyebabkan modul GSM rusak. Pada penelitian ini juga menambahkan *liquid crystal display* yang bertujuan untuk membantu dalam

pengamatan suhu kelembaban dan durasi dari *Mistmaker* menyala susunan port *liquid crystal display* dengan I2C sebagai berikut:

Tabel 3.8 Susunan Port *Liquid crystal display* I2C 16x2 Ke Papan Arduino Uno R3

No	Papan Arduino	<i>Liquid crystal display</i> I2C
1	5 volt	VCC
2	SDA	5
3	SCL	4
4	Ground	Ground

Susunan *port liquid crystal display* I2C 16X2 seperti pada tabel diatas. Port VCC dihubungkan dengan port 5 volt pada board Arduino kemudia port SDA ke pin 5 , sedangkan port SCL dihubungkan ke port 5 pada Arduino dan port ground ke ground Arduino.

3.2.5. Pengujian *Fuzzy Logic*

Pengujian, *Fuzzy Logic* menjelaskan bagaimana proses pengujian pada implementasi *Fuzzy Logic* Mamdani pada *smart paludarium*. Proses yang dilakukan pada penelitian ini yaitu merancang alat untuk komponen yang digunakan seperti yang tertera pada tabel 3.1 alat dan bahan, kemudian penerapan *Rule base Fuzzy Logic* metode Mamdani. *Rule base* yang diterapkan pada sistem ini seperti yang tertera pada sub bab 3.2.2. Indikator keberhasilan sistem *smart paludarium* didasari dengan nilai suhu dan kelembaban sesudah diterapkannya metode *Fuzzy Logic* berada pada kategori normal yaitu bernilai 10 – 25 *Celsius* dan nilai kelembaban pada kategori normal yaitu 40 – 70%.