

# APLIKASI FUZZY PADA PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK MENGATUR JENIS KELAMIN REPTIL PADA PROSES PENETASAN

Gigih Mandegani, Goegoes Dwi Nusantoro, Rahmadwati.

<sup>(1)</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, <sup>(2),(3)</sup> Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: ggmandegani@gmail.com

## ABSTRAK

Suhu dan kelembaban adalah salah satu faktor utama pada proses penetasan telur reptil. Peternak reptil *leopard gecko* hanya menggunakan pemanas biasa untuk mengpenetas telur. Hal ini dirasa kurang efektif karena tidak ada perhitungan suhu dan kelembaban yang tepat dan otomatis, sehingga *gecko* yang menetas masih tidak menentu jenis kelamin dan kualitasnya. Pada tugas akhir ini pembahasan hanya berfokus pada pengendalian suhu dan kelembaban serta bagaimana cara mengimplementasikan kontrol logika fuzzy untuk mengendalikan suhu dan kelembaban tersebut sehingga sesuai dengan apa yang dibutuhkan pada proses penetasan telur.

Proses perancangan control logika fuzzy pada penelitian ini menggunakan 5 *Membership Function* (MF) dengan metode Inferensi MIN-MAX *Composition* dan metode *Defuzzifikasi Center of Gravity* (COG). Pada proses pengendalian, didapatkan *time steady* (ts) sebesar 20 menit dengan nilai *steady state* 32,5 °C, serta 5 menit untuk nilai *steady state* 26,5 °C. *Error steady state* yang dihasilkan sebesar 1%. Proses pengujian pada sistem dilakukan selama dua minggu.

**Kata kunci:** *Leopard Gecko*, Alat penetas telur, penetasan, kontrol logika fuzzy, SHT 11, Arduino uno.

## ABSTRACT

*Temperature and humidity are main factors on reptile egg incubation process. Reptile leopard gecko breeder just using regular heater to incubate the eggs. It is less effective because there is no accurate calculation of temperature and humidity, so that hatch gecko still had uncertain gender and quality. This final project only focuses on the temperature and humidity control, and how to implement fuzzy logic control to control temperature and humidity so that can be accurate with required set point in the process of hatching eggs.*

*The design process of fuzzy logic control in this project using 5 Membership Function (MF) with MIN-MAX inference method Composition and method of defuzzification Center of Gravity (COG). In the control process, obtained steady time (ts) for 20 minutes with steady state value of 32.5 °C, and 5 minutes to the steady state value of 26.5 °C. Error steady state generated by 1%. The testing process on the system is done for two weeks.***Keywords:** *Gouda cheese, egg incubation device, fuzzy logic control, SHT 11, Arduino Uno.*

## I. PENDAHULUAN

Usaha pengembangbiakan reptil sudah dilakukan sejak lama baik di Indonesia atau di negara – negara lainnya. Pada umumnya pengembangbiakan tersebut bertujuan untuk pelestarian reptil yang hampir punah. Selain itu, hal tersebut juga diperlukan untuk kepentingan bisnis. Pada masa ini telah banyak orang yang mempunyai hobi memelihara dan berternak reptil, terutama reptil hias.

Saat ini reptil yang sedang banyak dikembangkan oleh para pecinta reptil adalah *leopard gecko*, karena memiliki warna atau corak yang unik, serta mempunyai harga jual tinggi. *Leopard gecko* memiliki keunikan dalam perkembangbiakannya. Pada masa penetasan atau penetasan telur, jenis kelamin calon bayi gecko bergantung pada suhu lingkungan dimana telur tersebut berada. Selain itu kelembaban juga berpengaruh pada kualitas gecko yang menetas.

Pada proses pengembangbiakan, perbandingan ideal jumlah jantan dan betina

adalah 1:5. Oleh karena itu para peternak harus mengatur perbandingan jumlah gecko yang mereka

miliki dengan cara menentukan jenis kelamin calon bayi gecko pada saat proses penetasan. Sedangkan, apabila telur tersebut dibiarkan berada pada suhu ruangan normal di Indonesia (24 - 29 °C), bisa dipastikan gecko yang menetas akan berjenis kelamin betina, sehingga terdapat kesulitan dalam mengatur perbandingan jumlah jantan dan betina untuk proses perkawinan *gecko*.

Maka dari itu dibutuhkan alat inkubator yang dapat menjaga kestabilan suhu serta kelembaban secara otomatis, sesuai dengan yang diinginkan. Dengan adanya alat tersebut, maka para peternak tidak akan kesulitan dalam mengatur jenis kelamin *gecko* yang akan ditetaskan, sehingga bisa memperoleh perbandingan jumlah yang ideal untuk proses pengembangbiakan.

## II. DASAR TEORI

### A. Leopard Gecko

*Leopard gecko* adalah sejenis tokek yang hidup di permukaan tanah dan aktif pada malam hari. *Leopard gecko* ditemukan di Pakistan, India,

Afghanistan dan Iran dimana terdapat dataran yang kering dan berbatu. *Leopard gecko* dianggap sebagai salah satu hewan yang umum di industri reptil saat ini. *Leopard gecko* dewasa panjangnya mencapai 8 atau 9 inci dan memiliki warna dasar kuning dengan bintik-bintik cokelat. *Leopard gecko* remaja memiliki pola bergaris yang akan memudar sesuai dengan perkembangan usia. Reptil ini adalah hewan peliharaan yang sangat baik karena mempunyai ukuran kecil, dan bisa dirawat dengan mudah. Bukan hanya mudah dipelihara, leopard gecko juga relatif mudah dibiakkan.



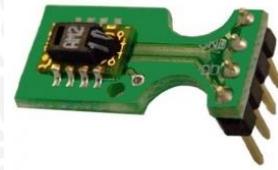
Gambar 2.1 Leopard Gecko

*Leopard gecko* adalah salah satu reptil yang memiliki karakteristik *temperature-dependent sex determination* (TSD), yaitu jenis kelaminnya dipengaruhi oleh suhu ruangan ketika masih berupa telur pada masa penetasan. Penelitian menunjukkan bahwa calon bayi *gecko* akan 100% menjadi betina apabila telur berada pada ruangan dengan suhu 26,5°C (84 °F) dan 74% jantan pada ruangan dengan suhu 32,5 °C (91 °F). Sifat *gecko* juga dipengaruhi oleh suhu. Gecko betina yang menetas pada suhu tinggi akan memiliki sifat lebih agresif dibanding lainnya. Suhu sangat berpengaruh menentukan jenis kelamin calon bayi dalam dua minggu pertama masa penetasan. Selain itu, kualitas *gecko* yang menetas akan lebih baik bila kelembaban terjaga 80%.

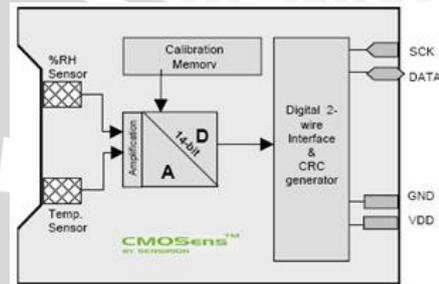
**B. Sensor Suhu dan Kelembaban SHT 11**

Sensor SHT11 merupakan sensor yang dapat mendeteksi suhu dengan range -40 sampai 123.8 derajat Celcius atau -40 sampai 254.9 derajat Fahrenheit, dan kelembaban 0 sampai 100 % RH. Ada dua pin yang digunakan pada SHT11 untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu pin SCK dan pin DATA. Pin SCK berfungsi untuk mensinkronisasikan komunikasi antara SHT11 dan mikrokontroler, sedangkan pin DATA berfungsi untuk mentransfer data in dan out pada SHT11.

Modul sensor ini sudah memiliki keluaran digital dan sudah terkalibrasi, jadi pengguna tidak perlu lagi melakukan konversi A/D ataupun kalibrasi data sensor. SHT11 telah dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan kedalam OTP memory. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.



Gambar 2.2 Sensor SHT 11 (Sumber: emartee.com)



Gambar 2.3 Diagram Sensor SHT 11 (Sumber: www.sensiron.com)

**C. Kipas DC 12 V**

Prinsip Kipas DC seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4 digerakkan oleh motor DC yang ada di dalamnya. Motor DC memiliki Prinsip kerja yang sesuai dengan hukum kemagnetan Lorentz, yaitu membangkitkan fungsi magnet pada suatu konduktor berarus dalam medan magnet sehingga timbul GGL induksi. Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet.



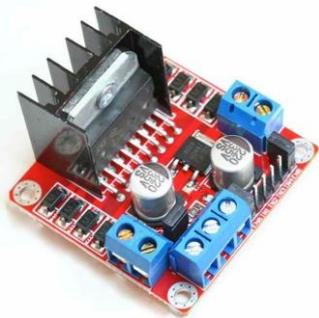
Gambar 2.4 Kipas DC

**D. Driver Motor L298N**

Pengendalian motor DC tidak bisa langsung dilakukan oleh mikrokontroler. Kebutuhan arus listrik yang besar pada motor DC sedangkan arus keluaran dari mikrokontroler sangat kecil. Untuk menyelesaikan permasalahan itu maka digunakan driver motor sebagai alternatif untuk mengendalikan kecepatan motor DC. Banyak jenis yang dapat digunakan sebagai driver untuk mengatur kecepatan motor, yaitu menggunakan rangkaian H-Bridge transistor, H-Bridge MOSFET, dan IC driver motor.

Pada penelitian ini driver motor menggunakan modul driver L298N, yang mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Driver ini mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban masing-masing 2 A. Bentuk fisik Driver L298N dapat dilihat dalam Gambar 2.5.





**Gambar 2.5** Driver Motor L298N

**E. Arduino uno**

Arduino UNO adalah mikrokontroler berbasis Atmega328. Arduino ini memiliki 14 digital pin input / output (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 analog input, 1 osilator kristal 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga battery. Berikut adalah gambar serta tabel spesifikasi arduino UNO. Bentuk fisik arduino uno dapat dilihat dalam Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Arduino Uno

(Sumber: <https://www.arduino.cc/>)

**F. Humidifier**

Humidifier adalah mesin pelembab atau pengabut yang berfungsi untuk menaikkan kadar air di udara. Kabut atau udara yang di hasilkan berstruktur ION H<sub>2</sub>O yang sangat kecil dan membuat udara menjadi sangat halus. Tidak hanya itu *Humidifier* juga berfungsi menurunkan suhu secara stabil dengan tingkat penurunan kurang lebih 3-4 derajat celcius, serta dapat menghasilkan RH hingga 99%. Bentuk fisik *humidifier* dapat dilihat dalam Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Humidifier

(Sumber: <https://dx.com/Humidifier>)

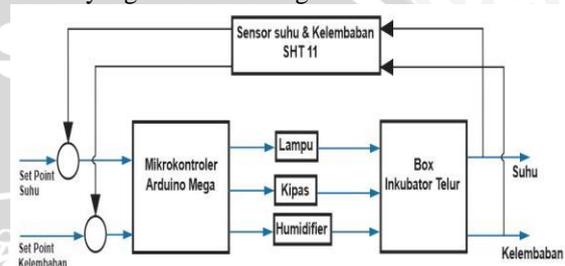
**III. PERANCANGAN ALAT DAN KONTROLER**

Perancangan alat ini dilakukan bertahap dalam bentuk diagram blok sehingga memudahkan dalam analisa perbagian dan keseluruhan. Perancangan ini terdiri dari:

1. Perancangan perangkat keras (box penetas telur, sensor SHT 11, rangkaian LCD, rangkaian *driver* motor, rangkaian mikrokontroler).
2. Perancangan perangkat lunak (perancangan algoritma Kontrol Logika Fuzzy pada *software* Arduino 1.6.11).

**A. Blok Diagram**

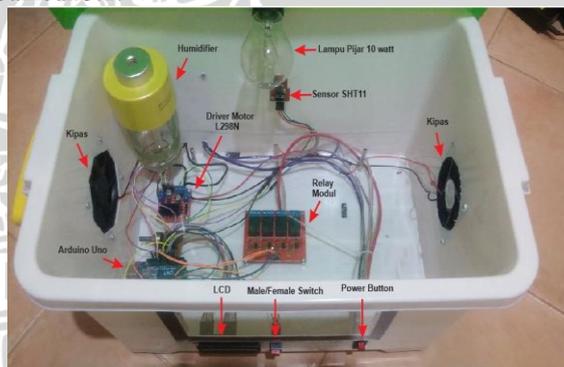
Gambar 3.1 adalah gambar diagram blok dari sistem yang telah dirancang.



**Gambar 3.1** Diagram Blok Sistem

**B. Perancangan Perangkat Keras**

Skema perancangan sistem dapat dilihat dalam Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Rancangan Sistem

Spesifikasi tempat pematangan ini memiliki ukuran panjang 45cm, lebar 33cm, dan tinggi 30cm.

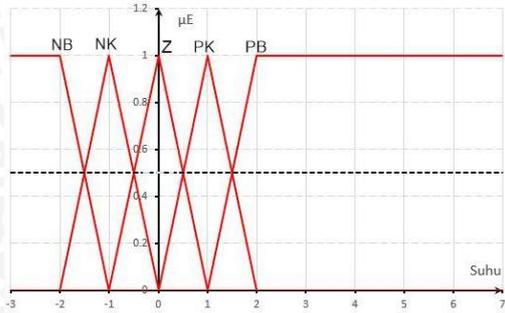
**C. Perancangan Kontrol Logika Fuzzy**

KLF yang dikembangkan dalam penelitian ini mempunyai dua crisp input yaitu Error suhu dan delta Error serta satu crisp output yaitu perubahan kecepatan (rpm). Error dan delta Error didefinisikan dalam Persamaan:

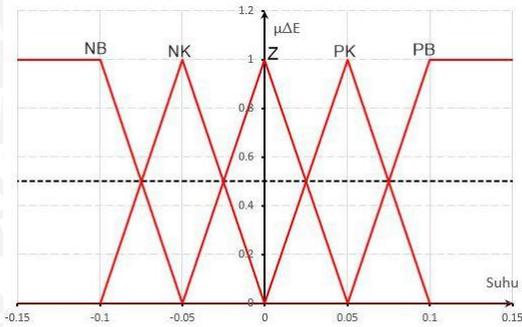
- $Error = SP - PV(t)$  (1)  
dimana:  
SP = Setpoint (nilai yang diinginkan)  
PV(t) = Present Value pada waktu t
- $\Delta Error = Error(t) - Error(t-1)$  (2)  
dimana:  
Error(t) = Error pada waktu t  
Error(t-1) = Error pada waktu (t-1)



Dari rumus diatas diperoleh nilai *Error* dan delta *Error* yang digunakan sebagai Fungsi Keanggotaan Masukan Fuzzy yang ditunjukkan dalam Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

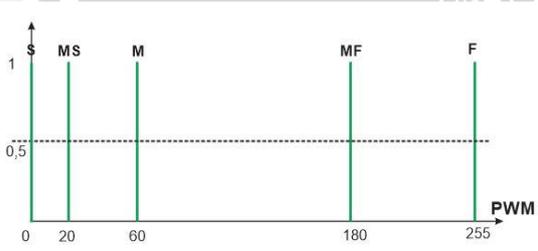


Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan nilai masukan fuzzy error



Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan nilai masukan fuzzy delta error

Fungsi keanggotaan keluaran motor DC merupakan nilai PWM yang dikeluarkan oleh Arduino Uno hasil perhitungan dengan metode defuzzifikasi weighted average yang telah dibulatkan dalam program yang ditunjukkan dalam Gambar 11.



Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan Keluaran Dan fuzzy rule yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Fuzzy rule

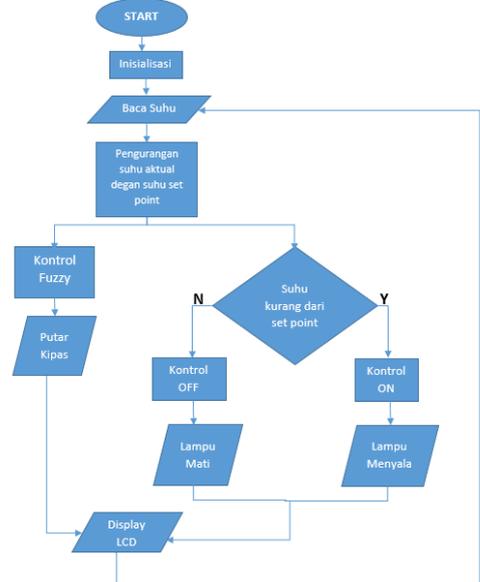
		Error				
		NB	NS	S	PS	PB
Delta Error	NB	F	MF	MS	MS	S
	NS	F	MF	MS	M	MS
	Z	MF	M	M	MS	S
	PS	MF	MF	MF	S	S
	PB	F	F	MF	MS	S

Dimana : NB = Negative Big  
Z = Zero  
PB = Positive Big

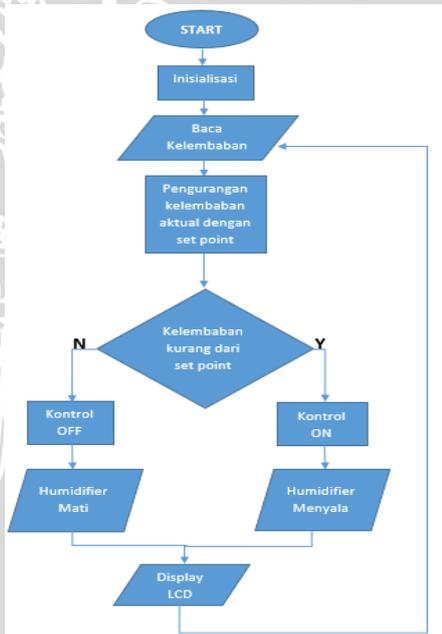
NK = Negative Kecil  
PK = Positive Kecil

#### D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman C++ dan menggunakan software arduino 1.6.11. flowchart perangkat lunak dapat dilihat dalam gambar.



Gambar 3.6 Flowchart suhu



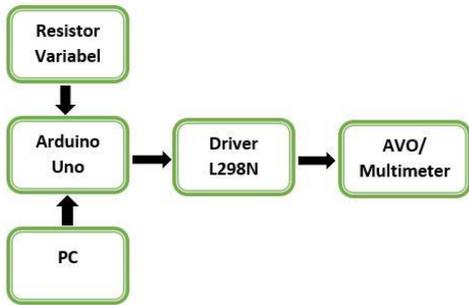
Gambar 3.7 Flowchart kelembaban

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan.

##### A. Pengujian Driver Motor DC L298N

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja *Driver Motor* untuk mengontrol keluaran tegangan yang nantinya akan digunakan sebagai sumber tegangan oleh kipas angin motor DC. Keluaran tegangan ini diukur terhadap sinyal PWM yang diberikan oleh Arduino Uno

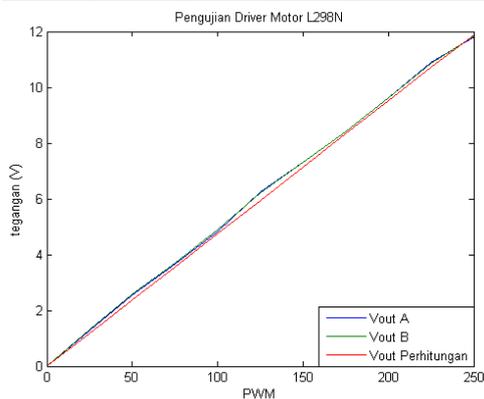


**Gambar 4.4.** Blok Pengujian *Driver Motor* L298N

Setelah semua dirangkai seperti pada blok pengujian *driver motor* L298N seperti dalam Gambar 4.4 dan program telah diunggah pada Arduino Uno, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4 dan Gambar 4.5.

**Tabel 4** Hasil Pengujian *Driver Motor* L298N

inPWMA	inPWMB	Vout A (Volt)	Vout B (Volt)	Vout perhitungan (Volt)
0	0	0	0	0
25	25	1,28	1,32	1,189
50	50	2,53	2,57	2,378
75	75	3,66	3,70	3,567
100	100	4,83	4,88	4,757
125	125	6,27	6,23	5,946
150	150	7,32	7,33	7,135
175	175	8,42	8,39	8,324
200	200	9,64	9,62	9,513
225	225	10,88	10,85	10,702
250	250	11,81	11,84	11,892



**Gambar 4.5.** Grafik Pengujian *Driver Motor* L298N

Seperti yang ditunjukkan hasil pengujian pada Tabel 4 dan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi PMW maka tegangan keluaran yang dibutuhkan semakin tinggi pula. Untuk perhitungan tegangan keluarannya di ambil satu sampel yaitu nilai PWM 200.

$$V_{out} = \frac{\text{nilai PWM}}{255} \times \text{tegangan keluaran sumber}$$

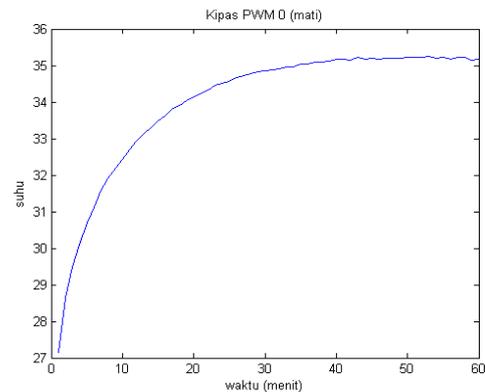
$$V_{out} = \frac{200}{255} \times 12,13 = 9,513 \text{ volt}$$

**B. Pengujian Suhu dengan Lampu dan Kipas**  
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui suhu maksimal yang dapat dicapai tanpa pengontrolan, dan mengetahui suhu konstan yang tercatat dengan lima PWM kipas yang berbeda, serta waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tersebut.

Hasil pengujian suhu dengan keadaan lampu menyala dan kipas mati dapat dilihat pada tabel 5 dan Gambar 4.6.

**Tabel 5** Hasil Pengujian Tanpa Kipas

Kipas PWM 0					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	27,14	21	34,23	41	35,18
2	28,64	22	34,32	42	35,15
3	29,49	23	34,45	43	35,23
4	30,08	24	34,51	44	35,16
5	30,70	25	34,57	45	35,20
6	31,12	26	34,66	46	35,18
7	31,58	27	34,72	47	35,21
8	31,91	28	34,77	48	35,21
9	32,20	29	34,82	49	35,19
10	32,44	30	34,86	50	35,22
11	32,69	31	34,89	51	35,22
12	32,93	32	34,91	52	35,23
13	33,15	33	34,95	53	35,25
14	33,31	34	34,97	54	35,21
15	33,50	35	35,03	55	35,22
16	33,63	36	35,05	56	35,18
17	33,80	37	35,08	57	35,22
18	33,92	38	35,10	58	35,23
19	34,04	39	35,11	59	35,15
20	34,14	40	35,16	60	35,18



**Gambar 4.6.** Grafik Pengujian Tanpa Kipas  
Hasil pengujian suhu dengan keadaan lampu menyala dan kipas PWM 20, 60, 100, 140, 180, 220, 235, 255 dapat dilihat pada table dan gambar berikut.

**Tabel 6** Hasil Pengujian Kipas PWM 20

Kipas PWM 20					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	34,71	11	32,31	21	32,20
2	34,07	12	32,33	22	32,18
3	33,63	13	32,26	23	32,21
4	33,29	14	32,24	24	32,17
5	33,04	15	32,19	25	32,21
6	32,85	16	32,14	26	32,16
7	32,68	17	32,17	27	32,19
8	32,55	18	32,21	28	32,18
9	32,51	19	32,15	29	32,14
10	32,38	20	32,14	30	32,16

**Tabel 7 Hasil Pengujian Kipas PWM 60**

Kipas PWM 60					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	33,24	11	30,72	21	30,72
2	32,16	12	30,70	22	30,69
3	31,10	13	30,70	23	30,69
4	31,53	14	30,69	24	30,71
5	30,33	15	30,71	25	30,73
6	30,06	16	30,74	26	30,70
7	30,93	17	30,69	27	30,74
8	30,80	18	30,71	28	30,72
9	30,69	19	30,69	29	30,69
10	30,71	20	30,71	30	30,72

**Tabel 8 Hasil Pengujian Kipas PWM 100**

Kipas PWM 100					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	32,67	11	30,07	21	30,05
2	32,15	12	30,04	22	30,04
3	31,80	13	30,11	23	30,04
4	31,02	14	30,08	24	30,07
5	30,27	15	30,07	25	30,02
6	30,15	16	30,04	26	29,97
7	30,19	17	30,06	27	30,05
8	30,21	18	30,10	28	30,04
9	30,17	19	30,04	29	30,07
10	30,14	20	30,01	30	30,03

**Tabel 9 Hasil Pengujian Kipas PWM 140**

Kipas PWM 140					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	31,97	11	29,91	21	29,87
2	31,44	12	29,93	22	29,86
3	31,12	13	29,89	23	29,88
4	30,76	14	29,86	24	29,86
5	30,50	15	29,88	25	29,89
6	30,18	16	29,86	26	29,86
7	30,01	17	29,90	27	29,84
8	29,86	18	29,87	28	29,86
9	29,93	19	29,90	29	29,89
10	29,90	20	29,91	30	29,86

**Tabel 10 Hasil Pengujian Kipas PWM 180**

Kipas PWM 180					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	31,24	11	29,22	21	29,20
2	30,63	12	29,20	22	29,22
3	30,36	13	29,27	23	29,23
4	29,65	14	29,24	24	29,20
5	29,83	15	29,21	25	29,21
6	29,68	16	29,25	26	29,24
7	29,56	17	29,20	27	29,25
8	29,45	18	29,21	28	29,24
9	29,42	19	29,25	29	29,20
10	29,36	20	29,25	30	29,22

**Tabel 11 Hasil Pengujian Kipas PWM 220**

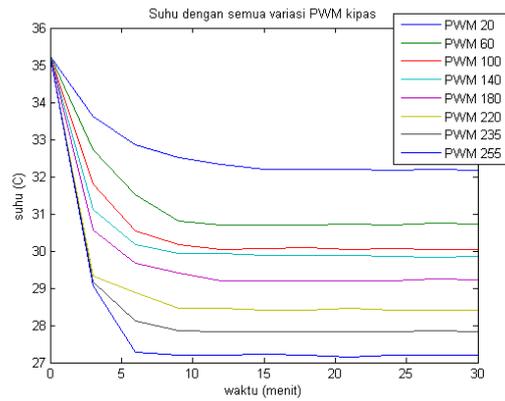
Kipas PWM 220					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	31,15	11	28,44	21	28,46
2	30,07	12	28,47	22	28,41
3	29,34	13	28,41	23	28,43
4	29,17	14	28,46	24	28,41
5	29,03	15	28,42	25	28,45
6	28,88	16	28,44	26	28,45
7	28,63	17	28,41	27	28,41
8	28,45	18	28,41	28	28,42
9	28,47	19	28,45	29	28,44
10	28,41	20	28,42	30	28,42

**Tabel 12 Hasil Pengujian Kipas PWM 235**

Kipas PWM 235					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	30,90	11	27,83	21	27,83
2	30,12	12	27,83	22	27,84
3	29,16	13	27,81	23	27,82
4	28,78	14	27,85	24	27,83
5	28,38	15	27,84	25	27,81
6	28,12	16	27,83	26	27,84
7	28,04	17	27,84	27	27,85
8	27,97	18	27,82	28	27,83
9	27,85	19	27,81	29	27,81
10	27,82	20	27,81	30	27,82

**Tabel 13 Hasil Pengujian Kipas PWM 255**

Kipas PWM 255					
Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)	Menit	Suhu(°C)
1	31,29	11	27,20	21	27,15
2	30,04	12	27,21	22	27,19
3	29,07	13	27,18	23	27,17
4	28,64	14	27,16	24	27,20
5	27,42	15	27,22	25	27,22
6	27,28	16	27,19	26	27,16
7	27,15	17	27,19	27	27,20
8	27,19	18	27,21	28	27,15
9	27,21	19	27,15	29	27,17
10	27,17	20	27,17	30	27,19

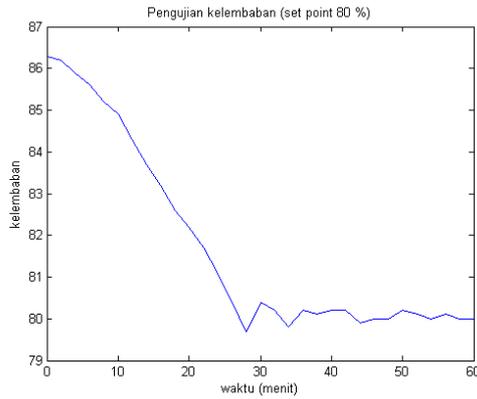


**Gambar 4.7. Grafik Pengujian Kipas PWM 20, 60, 100, 140, 180, 220, 235, 255**

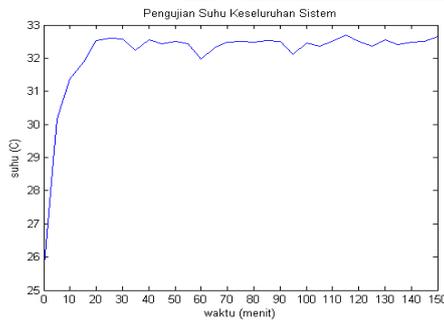
Kecepatan putaran kipas yang dipilih adalah PWM 0 (mati), 20, 60, 180, dan 255 karena memiliki pengaruh perubahan suhu yang relatif signifikan.

### C. Pengujian Keseluruhan Sistem

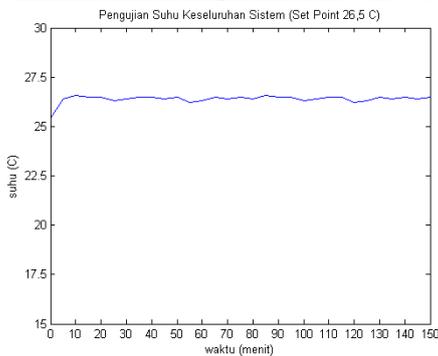
Pengujian keseluruhan sistem perlu dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang ditentukan dapat diaplikasikan pada alat dan sesuai atau tidaknya dengan setpoint yang diinginkan. Pada pengujian ini semua blok rangkaian dihubungkan, dan memasukan program yang telah dibuat ke dalam perangkat keras tersebut. Langkah selanjutnya adalah memasukan nilai setpoint yang diinginkan, serta mengamati dan menganalisa hasil kinerja alat. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut.



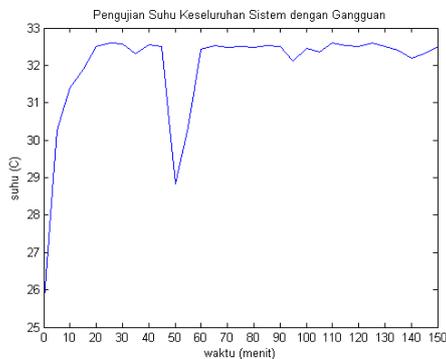
**Gambar 4.8.** Grafik Pengujian Kelembaban Keseluruhan Sistem



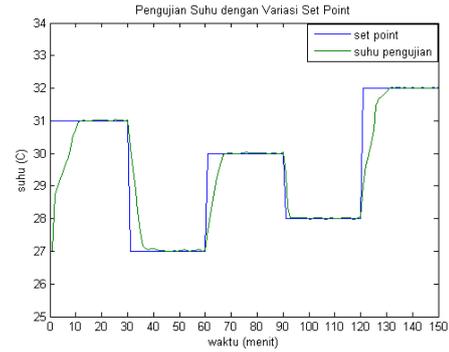
**Gambar 4.9.** Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem (set point 32,5°C)



**Gambar 4.10.** Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem (set point 26,5°C)



**Gambar 4.11.** Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem dengan Gangguan



**Gambar 4.12.** Grafik Pengujian Keseluruhan Sistem dengan Variasi Set Point

Pada pengujian box penetas telur yang telah terdapat telur di dalamnya seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu 20 menit. Saat diberi gangguan dengan membuka tutup box penetas selama satu menit dibutuhkan recovery time sebesar 10 menit. Dari hasil pengujian diketahui respon keluaran memiliki error sebagai berikut:

$$T \text{ rata - rata} = \frac{T \text{ total}}{n}$$

$$T \text{ rata - rata} = \frac{968,81}{30} = 32,2936$$

$$\text{range Ess} = 32,2936 \pm (5\% \times 32,2936) = 32,2936 \pm 1,6146$$

$$\text{range Ess} = 30,679 \text{ sampai } 33,9083$$

$$\text{Error tertinggi} = \frac{|32,73 - 32,5|}{32,5} \times 100\% = 0,707\%$$

$$\text{Error terendah} = \frac{|31,98 - 32,5|}{32,5} \times 100\% = 1,6\%$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa hasil pengujian memiliki error steady state tertinggi sebesar 0,707% dan terendah 1,6%. Error tersebut masih di bawah 5% yang artinya masih masuk ke dalam toleransi nilai error steady state (Ess).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A Kesimpulan

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada alat penetas telur maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat penetas telur memiliki ukuran panjang 45cm, lebar 35cm, tinggi 30cm dan tertutup oleh bahan yang mengisolasi panas dilengkapi dengan mikrokontroler Arduino uno dan sensor SHT 11. Aktuator menggunakan lampu pijar, humidifier, dan kipas DC

2. Kontroler Logika Fuzzy (KLF) yang dirancang memiliki 2 masukan, yaitu error dan delta error yang masing-masing memiliki 5 nilai masukan keaggotaan dengan hasil respon sebagai berikut:

- Terjadi perubahan suhu di dalam alat penetas telur saat di kontrol dan tidak dikontrol.

- Hasil respon memiliki nilai Error steady state (Ess) sebesar 1,6% dengan set point suhu 26,5 dan 32,5°C, serta kelembaban 80%

- *Settling time* 20 menit untuk suhu 32,5°C dan 5 menit untuk 26,5°C .

## 5.2 Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih memungkinkan untuk dikembangkan dan di sempurnakan.

1. Untuk mempercepat settling time, bisa dilakukan dengan mengganti lampu pijar dengan watt yang lebih besar, serta menggunakan humidifier dan kipas DC yang lebih baik.
2. Disarankan menggunakan ukuran yang lebih akurat dengan alat penetas telur yang sebenarnya serta dibuat dengan ukuran yang lebih besar, agar dapat digunakan untuk menetaskan telur dengan jumlah yang lebih banyak sekaligus

### DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. 2016 . Arduino Uno.  
<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.  
(diakses 28 Mei 2016).
- Davied Hendra. 2011. *Mengapa Bisa 2 Miliar? Buku Pintar Bisnis dan Budi Daya Tokek*. Jakarta : Lily Publisher
- Ross, Timothy J. 2010. *Fuzzy Logic With Engineering Application, Third Edition*. John Wiley & Sons Ltd: West Sussex, United Kingdom.
- Janes, Daniel E. 2006. *Sex-Determining Response of Leopard Gecko*. The Herpetologists' League : Florida
- Sensirion AG Switzerland. 2016. SensirionSHT11.  
<https://www.sensirion.com/products/humidity-sensors/digital-humidity-sensors-for-accurate-measurements/> (diakses 1 Juni 2016).

