

PENGEMBANGAN SISTEM PENGENDALIAN DAN MONITORING SUHU PADA RUANG INKUBATOR BUDIDAYA LOVEBIRD BERBASIS FUZZY LOGIC

Defri Aristiono¹⁾, Asti Riani Putri²⁾

^{1, 2)} Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi STKIP PGRI Tulungagung
e-mail: dsde194@gmail.com¹⁾, asti@stkipgritlungagung.ac.id²⁾

ABSTRAK

Lovebird merupakan salah satu burung yang banyak di gemari masyarakat, dikarenakan warna bulu yang menarik dan suara kicaunya yang merdu. Oleh sebab itu banyak masyarakat yang membudidayakan burung jenis ini. Namun cara pembudidayaan burung ini masih mengandalkan inkubator dengan teknologi konvensional yang menyita banyak waktu pembudidayaan. Maka tujuan dari di lakukannya penelitian ini adalah membuat sistem pengendali dan monitoring suhu secara otomatis menggunakan sensor DHT22 sebagai pengukur suhu dan kipas (fan), serta lampu pijar sebagai penstabil suhunya. Metode yang digunakan dalam sistem pengaturan suhu dengan menggunakan fuzzy logic. Fuzzy logic merupakan salah satu metode sistem kendali yang dapat memberikan keputusan menyerupai manusia. Dengan menentukan membership dan aturan fuzzy logic didalam mikrokontroler sebagai otaknya maka temperatur dapat diatur secara otomatis. Dalam sistem kendali fuzzy logic menghasilkan keluaran (output) berupa PWM yang digunakan untuk mengatur putaran pada kipas(fan)sehingga suhu dapat tercapai sesuai dengan set point yang telah ditentukan yaitu 35°C.

Hasil analisa yang di peroleh dari pengujian inkubator, bahwa suhu di dalam alat tercapai sesuai dengan set point pada menit ke- 25 dan pengujian di hentikan pada menit ke- 28 karena suhu pada alat telah setabil pada range 34,10° C – 35 °C. Sedangkan nilai rata-rata persentase selisih suhu tersebut sebesar 0,14 atau 0,4% jadi tingkat ketepatan pengukuran sesnsor suhu terhadap thermometer yaitu 99,6%. Sehingga inkubator aman digunakan untuk anakan lovebird.

Kata Kunci: DHT22, Inkubator, Suhu, Fuzzy Logic

ABSTRACT

Lovebird is one of many birds in the community, because the color of the fur is attractive and the sound of the melodious. Therefore, many people cultivate this type of bird. But the way the cultivation of birds is still relying on incubators with conventional technology that seized a lot of fertilizer time. Therefore, the purpose of this research is to automatically make the control and temperature monitoring system use the DHT22 sensor as the temperature gauge and fan, as well as incandescent lamps as the lightbulb. The method is used in temperature setting system by using fuzzy logic. fuzzy logic is one of the methods of control system that can give human-like decisions. By specifying memberships and fuzzy logic rules within the microcontroller as their brains, the temperature can be set automatically. In the fuzzy control system logic produces output in the form of PWM used to set the rotation on the fan (fan) so that the temperature can be reached according to the specified set point is 35 °C.

The results of the analysis obtained from the incubator test, that the temperature in the appliance is reached according to the set point in the 25th minute and the test is stop at the 28th minute because the temperature in the appliance has been spread in the range 34.10 °C – 35 °C. Meanwhile, the average percentage of the temperature difference is 0.14 or 0.4% so that the level of measurement accuracy of sesnsor temperature to thermometer is 99.6%. So the incubator is safe to use for Lovebird puppies.

Keywords: DHT22, Incubator, temperature, Fuzzy Logic

I. PENDAHULUAN

PETERNAKAN adalah kegiatan mengembangbiakkan dan membudidayakan hewan ternak untuk mendapatkan manfaat dan hasil dari kegiatan tersebut. Salah satunya adalah beternak burung yang termasuk dalam kategori *fancy* (kesenangan) untuk menyalurkan hobi, dimana mereka dapat menjernihkan pikiran dari kepenatan sehari – hari dengan meluangkan waktu dan terkadang membutuhkan dana tambahan untuk melakukannya. Hobi memelihara ataupun membudidayakan burung di wilayah kabupaten tulungagung memiliki peminat yang cukup banyak. Salah satu yang banyak di budidayakan yaitu burung *lovebird*. Berdasarkan informasi dan pengamatan pada awal bulan maret 2019 lalu ketika berada di gantangan burung desa gedangsewu serta dari komunitas *lovebird* tulungagung menyatakan bahwa penggemar burung biasanya memelihara burung *lovebird* dikarenakan tertarik dengan keindahan bulu atau suara kicaunya yang merdu. Selain itu juga sebagai salah satu jenis peluang usaha yang sangat potensial untuk dijalankan karena *lovebird* sering di perlombakan dalam kontes

kicau burung sehingga jika burung menang dalam sebuah kontes maka harga jualnya akan semakin tinggi hingga jutaan [1] oleh sebab itu para penggemar burung berlomba-lomba untuk membudidayakan burung *lovebird*. Akan tetapi proses pembudidayaan juga terkendala dalam perawatan anakan *lovebird* yang masih menggunakan *inkubator* manual yang hanya mengandalkan *thermometer air raksa* sehingga memerlukan perhatian khusus oleh peternak sehingga menyita banyak waktu utk merawat anakan *lovebird*.

Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menciptakan *inkubator* anakan *lovebird* yang aman dan mampu menyesuaikan suhu sesuai yang telah di atur sebelumnya yaitu 35°C sesuai dengan yang dibutuhkan oleh anakan *lovebird* pada umur kurang lebih 1 minggu [2]. Alat ini di rancang menggunakan *mikrokontroler arduino uno* serta di lengkapi dengan sesor suhu dan layar *lcd* sehingga suhu yang terukur dapat di lihat dengan mudah. Dalam sistem kontrolnya alat ini di bantu dengan menggunakan metode *fuzzy logic control (FLC)* agar suhu yang ada dalam inkubator tidak berubah secara drastis atau tiba-tiba yang dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan anakan *lovebird*.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino UNO merupakan sebuah *board mikrokontroler* yang dikontrol penuh oleh *ATmega328* [3]. *Arduino* berfungsi sebagai otak dari setiap pergerakan yang dilakukan oleh sistem yang akan dibuat. *Arduino* akan mengolah seluruh *input* yang masuk, dan akan mengeluarkan *output* sesuai dengan program yang telah di upload ke dalamnya.

B. Fuzzy Logic

Fuzzy Logic Control merupakan logika samar atau kabur, yang digunakan untuk menjelaskan ketidakjelasan. *Fuzzy* merupakan pengembangan dari logika klasik (*logika crisp*) yang tadinya hanya mempunyai dua nilai yaitu benar atau salah, hitam atau putih. Dikembangkan menjadi logika *fuzzy* yang mempunyai nilai dengan interval (0,1) [4].

Untuk membentuk *fuzzy* terdapat 3 tahapan yaitu :

1. Fuzzification

Fuzzification adalah langkah pertama dalam metode *fuzzy* yang bertugas mengambil nilai *input* berupa nilai renyah (*crisp*), dan menentukan derajat dari *input* sehingga *input* dapat dikelompokkan pada himpunan *fuzzy* yang tepat. *Fuzzification* adalah proses membuat bilangan renyah memiliki nilai *fuzzy*. Pada tahap pertama ini, nilai *input* yang berupa nilai *crisp* akan di konversikan menjadi nilai *fuzzy*, sehingga dapat dikelompokkan pada himpunan *fuzzy* tertentu [5].

2. Inference

Merupakan tahapan untuk memetakan *input* dan *output* berdasarkan *if-then rule* yang diberikan. Ada dua metode untuk membangun *inference* yaitu *mamdani* dan *sugeno*. Metode yang dipakai ialah *mamdani*. Perbedaan kedua metode tersebut terletak pada fungsi keanggotaan *output*.

3. Defuzzification

Tahap ini kebalikan dari *fuzzifikasi* yaitu mengubah *variable fuzzy* menjadi *crisp* dan akan dikirimkan kesuatu perangkat.

C. Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) adalah suatu teknik yang memungkinkan pin digital dapat bernilai antara 0 dan 255 (untuk mencerminkan isyarat *analog*) dengan perubahan nilai dilakukan secara periodis. Hal ini bermanfaat untuk mengatur kecepatan Motor [6].

D. Sensor Suhu DHT22

DHT-22 atau *AM2302* adalah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh *MCU 8-bit* terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori *OTP* terpadu. *Sensor DHT22* memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, *DHT22* mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 2 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja,

tapi jika kabel yang panjang di atas 2 meter harus ditambahkan *buffer capacitor* $0,33\mu F$ antara pin#1 (VCC) dengan pin#4 (GND).

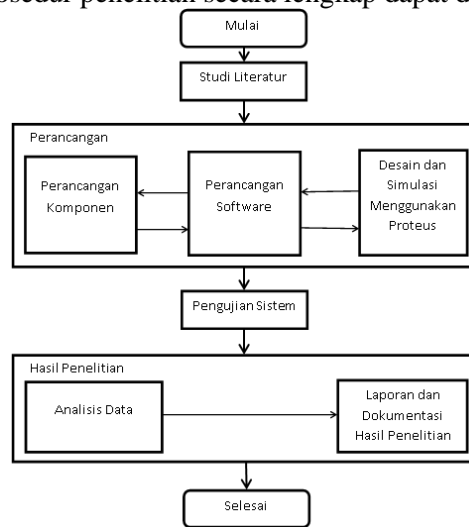
E. Modul LCD 16×2

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem *dot matriks*. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter [7].

III. METODE PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini terbagi atas empat tahapan yaitu studi literature, perancangan, pengujian sistem dan hasil penelitian. Diagram alir prosedur penelitian secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

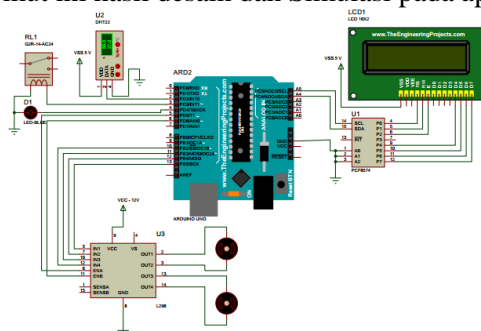
1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dan studi literatur guna untuk mendapatkan informasi yang digunakan sebagai data awal untuk dasar penentuan kebutuhan perancangan sistem dan komponen untuk melakukan simulasi dan kemudian penelitian.

2. Perancangan

a. Desain dan Simulasi

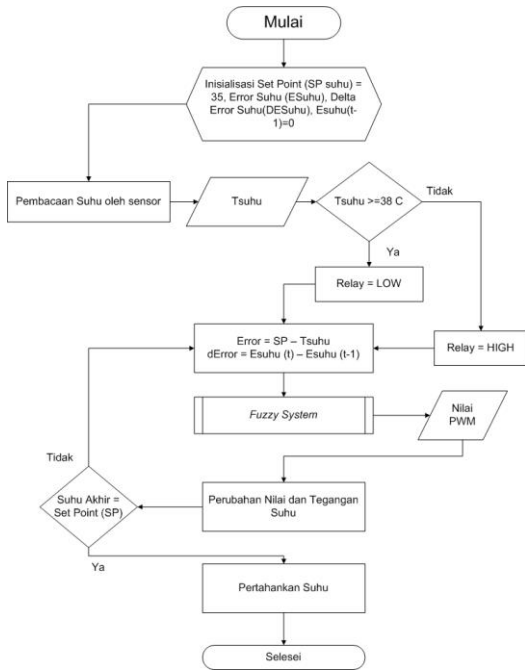
Tahap simulasi dilakukan menggunakan aplikasi proteus guna sebagai pendukung dalam pengumpulan data utama dari komponen – komponen dan penempatan kabel pin yang akan dibutuhkan dalam pengembangan sistem ini. berikut ini hasil desain dan Simulasi pada aplikasi proteus.



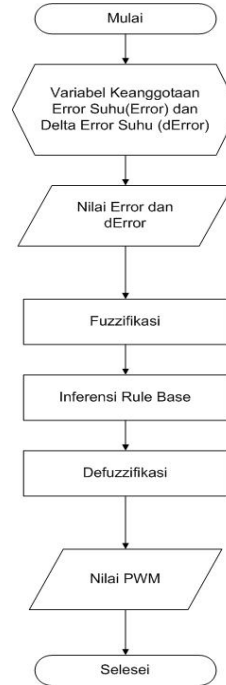
Gambar 2. Desain dan Simulasi dengan Aplikasi Proteus

b. Perancangan Software

Perancangan software pada sistem pengendalian dan monitoring suhu dalam ruang inkubator dimulai dari proses pembacaan suhu dan pengontrolan kestabilan suhu dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Berikut adalah diagram blok dan *flowchart* dalam penelitian ini.



Gambar 3. Flowchart Program Utama

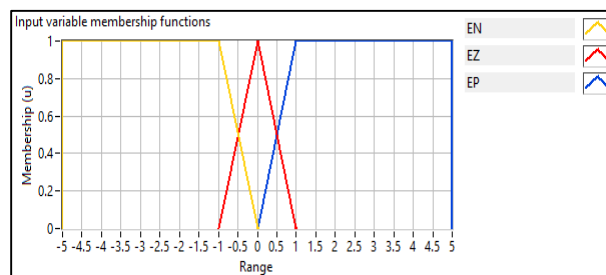


Gambar 4. Flowchart Program Fuzzy Logic

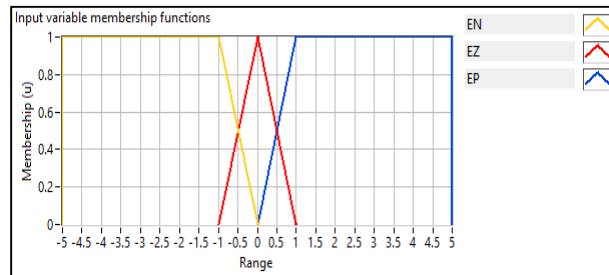
Pada tahap awal akan diinisialisasi beberapa variabel yang digunakan yaitu *set point* suhu (*SP* Suhu), *Error* suhu (*Error*) dan *Delta Error* suhu (*dError*). Setelah *variable* telah diinisialisasi pembacaan suhu oleh sensor bisa dilakukan. Suhu yang terbaca akan digunakan untuk memperoleh nilai *Error* dan *dError* Suhu. Nilai ini akan digunakan untuk pengambilan keputusan dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. *Output* yang diperoleh akan mempengaruhi tegangan pada *driver motor* sekaligus mempengaruhi suhu pada saat itu. Jika suhu yang diperoleh sama dengan *set point* maka akan dipertahankan suhu pada titik tersebut, jika tidak akan dilakukan penghitungan kembali. Berikut ini merupakan perancangan sistem kendali menggunakan *fuzzy logic*.

1) Perancangan Sistem Kendali

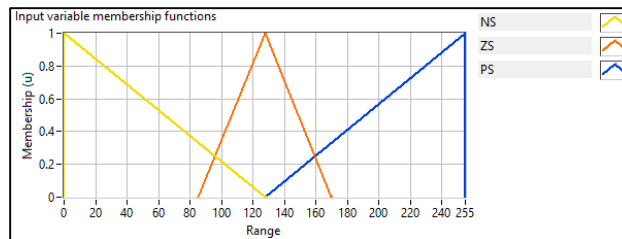
Sistem kendali yang digunakan adalah *fuzzy logic control* metode *mamdani*. *Input fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu *error* dan *delta error*, dengan *range maximum* -5 sampai 5. *Range maximum* ini diperoleh dengan mengasumsikan nilai suhu *plant* tanpa pemanas adalah 30°C dan nilai *set point* yang digunakan adalah 35°C. Himpunan *fuzzy* yang digunakan untuk *input* dibatasi hanya tiga label yaitu *Negative* (EN), *Zero* (EZ), *Positive* (EP). Dan untuk *output* juga hanya dibatasi tiga label yaitu *Pelan* (NS), *Sedang* (ZS), *Cepat* (PS), seperti pada Tabel 1. Dan menggunakan metode *Centroid* sebagai metode dalam *defuzzifikasi*. Berikut ini adalah desain *membership function* untuk *input* dan *output fuzzy*.



Gambar 5. Membership Error



Gambar 6. Membership delta Error



Gambar 7. Membership Output PWM

Tabel I.
Aturan Fuzzy

NO.	Variabel		
	Error	dError	Motor
1.	Negatif (EN)	Negatif (EN)	Cepat (PS)
2.	Negatif(EN)	Zerro (EZ)	Cepat (PS)
3.	Zerro(EZ)	Negatif (EN)	Cepat (PS)
4.	Zerro(EZ)	Zerro (EZ)	Sedang (ZS)
5.	Zerro(EZ)	Positif (EP)	Pelan (NS)
6.	Positif(EP)	Zerro (EP)	Pelan (NS)
7.	Positif(EP)	Positif (EP)	Pelan (NS)

c. Perancangan Pengujian Sistem

Pengujian sistem dibedakan menjadi dua tahap yaitu pengujian rancangan alat dan pengujian respon sistem. Dalam pengujian rancangan alat terdapat lima blok yaitu blok *sensor DHT22*, blok lampu, blok kipas, blok motor, dan blok *LCD*. Dalam pengujian respon sistem terdapat dua poin yaitu pengujian ketelitian dan ketepatan sensor suhu terhadap suhu pada ruang *inkubator* menggunakan lampu 15 W dan pengujian hasil dari perancangan *hardware* pada *inkubator lovebird*.

d. Perancangan Hasil Penelitian

1) Teknik Analisis Data

Pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif *software* dan *hardware* telah dibuat sehingga alat ini dapat bekerja sesuai dengan harapan. Untuk pengujian keberhasilan sistem yang telah dibuat apakah sesuai dengan harapan atau tidak maka dapat dilihat dari data pengujian *linieritas sensor* dengan *kalibrator* dan analisis data yang akan diambil. Data yang akan dianalisis yakni pengukuran dari *sensor DHT22* terhadap suhu dan kelembaban pada ruang *inkubator*.

Data pengamatan yang di ambil dari masing – masing pengujian digunakan untuk menentukan kelayakan dari alat yang telah di buat. Analisis data pada *inkubator* dilakukan dengan mencari kesesuaian parameter yaitu *set point (sp)* dan suhu yang terdeteksi sensor.

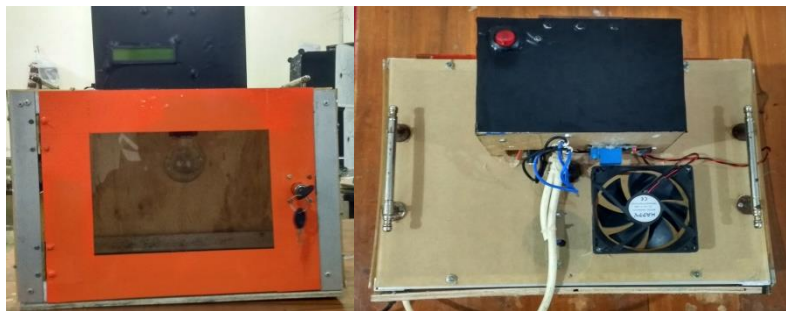
2) Laporan dan Dokumentasi Hasil Penelitian

Laporan dan dokumentasi hasil penelitian merupakan tahapan terakhir dalam alur penelitian pengembangan sistem pengendalian dan monitoring suhu pada ruang inkubator budidaya love-bird. Laporan dan dokumentasi penelitian dapat disusun jika telah melakukan serangkaian uji coba produk dan analisis data pada tahap sebelumnya

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Komponen dan Mekanik

Pada penelitian ini, yang dimaksud dengan perangkat mekanik yaitu merupakan kotak *inkubator*. Adapun bentuk kotak *inkubator* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kotak *Inkubator*

Perangkat kotak inkubator pada Gambar 8 terdiri dari 2 buah bola lampu pijar sebagai pemanas, 1 buah *sensor suhu DHT22* yang ditempatkan di dalam *inkubator*, 2 buah kipas yang sebagai penstabil suhu pada sisi kiri dan atas kotak *inkubator* serta dilengkapi dengan *LCD 16 x 2* guna untuk mengetahui hasil pengukuran suhu. Pada setiap sisi *inkubator* juga terdapat lubang yang berfungsi sebagai jalan masuk udara.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, perangkat *inkubator* keseluruhan dapat digunakan dengan baik. Bola lampu pijar, sensor suhu dan kipas berfungsi semua dengan baik dan dapat menjaga kestabilan suhu pada kotak *inkubator*.

B. Pengujian Kestabilan Sistem

1. Pengujian Data Sensor Terhadap Pembandingan (*Termometer*)

Pengujian kestabilan sistem ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang digunakan dapat menjaga kestabilan suhu sesuai dengan pilihan *set poin* yang telah ditetapkan dengan mengatur kecepatan putaran kipas *DC* menggunakan kontrol *PWM (Pulse Width Modulation)*. Berikut hasil data yang didapatkan saat sistem menjaga kestabilan suhu pada *set poin* yaitu 35°C. Data hasil pengamatan yang telah diambil dapat dilihat pada tabel II :

Tabel II
Pengujian Kestabilan Sistem dalam Menjaga Set Point

NO.	Waktu (menit Ke -)	Suhu Sensor (°C)	Suhu Termostat (°C)	Selisih	Kesalahan (%)
1.	1	30,6	31	0,4	1,3%
2.	2	31	31,5	0,5	1,6%
3.	3	31,7	31,5	-0,2	-0,6%
4.	4	32	32	0	0,0%
5.	5	32,6	33	0,4	1,2%
6.	6	33,2	33,5	0,3	0,9%
7.	7	33,7	33,5	-0,2	-0,6%
8.	8	34,3	34	-0,3	-0,9%
9.	9	34,5	34,5	0	0,0%
10.	10	34,6	34,5	-0,1	-0,3%
11.	11	34,6	35	0,4	1,1%
12.	12	34,6	35	0,4	1,1%
13.	13	34,6	34,5	-0,1	-0,3%
14.	14	34,6	34,5	-0,1	-0,3%

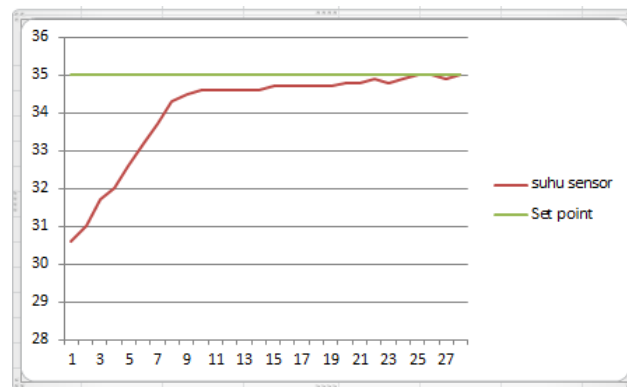
NO.	Waktu (menit Ke -)	Suhu Sensor (°C)	Suhu Termostat (°C)	Selisih	Kesalahan (%)
15.	15	34,7	35	0,3	0,9%
16.	16	34,7	35	0,3	0,9%
17.	17	34,7	35	0,3	0,9%
18.	18	34,7	35	0,3	0,9%
19.	19	34,7	35	0,3	0,9%
20.	20	34,8	35	0,2	0,6%
21.	21	34,8	35	0,2	0,6%
22.	22	34,9	35	0,1	0,3%
23.	23	34,8	35	0,2	0,6%
24.	24	34,9	35	0,1	0,3%
25.	25	35	35	0	0,0%
26.	26	35	35	0	0,0%
27.	27	34,9	35	0,1	0,3%
28.	28	35	35	0	0,0%
Rata – Rata Kesalahan				0,14	0,4%

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa pada menit ke- 25 suhu pada sensor telah mencapai *set point* yang telah di tentukan yaitu 35°C dan penelitian di hentikan pada menit ke – 28 karena dirasa perubahan suhu telah setabil yaitu dikisaran range 34,90°C – 35°C.

Sesuai pada tabel 2 diketahui nilai rata-rata persentase selisih suhu tersebut sebesar 0,14 atau 0,4% dan tingkat ketepatan pada rangkaian sensor suhu dihitung melalui rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Ketepatan} &= 100\% - \text{rata-rata persentase kesalahan} \\
 &= 100\% - 0,4\% \\
 &= 99,6\%
 \end{aligned}$$

Jadi, tingkat ketepatan pengukuran sensor suhu terhadap *thermometer* yang ada di pasaran adalah 99,6%. Untuk grafik respon perubahan suhu terhadap set point dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 9. Grafik Suhu Inkubator Pada SP= 35C

Gambar 9 adalah grafik respon sistem kendali temperature udara yang di rancang yaitu nilai *Tsuhu* (nilai yang dibaca sensor) terhadap waktu. Garis lurus berwarna hijau menunjukkan nilai *SP* (*set point*) dari sistem, sedangkan garis merah merupakan perubahan suhu yang di lihat setiap menitnya.

2. Sistem Pengamanan

Data table 3, lampu akan mati ketika suhu lebih dari = 38°C. Pengujian data menggunakan pemanas (korek api / solder) yang bisa memanaskan hingga lebih dari = 38°C sehingga dari data yang dilihat maka sistem akan mematikan sumber panas dan fan akan bekerja secara maksimal hingga suhu kembali normal sesuai dengan rule dari fuzzy logic. Tabel hasil pegujian dapat diihat sebagai berikut ini :

Tabel III.
Data Pengujian sistem diatas 38°C.

Suhu (C)	Kondisi	Output PWM
38,00	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
38,50	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
39,00	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
39,40	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
39,80	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
40,00	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
40,20	FAN = ON, LAMPU = OFF	255
40,70	FAN = ON, LAMPU = OFF	255

Tabel diatas menunjukkan sistem pengamanan pada *inkubator*. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa keadaan suhu lebih dari = 38°C. Dimana ketika suhu melebihi 38°C maka keadaan pada inkubator mematikan lampu pijar yang ada di dalamnya serta memberikan nilai *output* maksimal yaitu 255 agar kipas yang terpasang dapat bekerja dengan cepat. Sistem ini ditujukan untuk mencegah panas yang berlebihan pada *inkubator* yang bisa menyebabkan anakan *lovebird* dalam kondisi kurang baik.

V. PENUTUP

A. kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan, pengaplikasian inkubator lovebird ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat inkubator lovebird otomatis berbasis *Fuzzy Logic Control* telah berhasil didesain menggunakan *sensor DHT22* sebagai pendeteksi *temperatur* di dalam *inkubator*, *arduino uno* sebagai *mikrokontroler*, lampu sebagai *heater*, dan kipas *DC 12 V* yang digunakan sebagai sistem sirkulasi udara dalam *inkubator*.
2. Hasil analisa yang di peroleh dari pengujian inkubator, bahwa suhu di dalam alat tercapai sesuai dengan *set point* pada menit ke- 25 dan pengujian di hentikan pada menit ke- 28 karena suhu pada alat telah setabil pada range 34,10°C – 35°C. Sedangkan nilai rata-rata persentase selisih suhu tersebut sebesar 0,14 atau 0,4% jadi tingkat ketepatan pengukuran sesnsor suhu terhadap *thermometer* yaitu 99,6%. Sehingga inkubator aman digunakan untuk anakan lovebird.
3. Sistem pengamanan dibuat ketika suhu $\geq 38^{\circ}\text{C}$ maka kipas akan hidup secara maksimal untuk mendinginkan keadaan suhu ruangan dan lampu padam sehingga ukuran suhu akan sesuai dengan kondisi pada *set point*.

B. Saran

Berdasarkan simpulan diatas ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem agar hasil yang dihasilkan lebih maksimal yaitu sebagai berikut:

Menerapkan sistem pengendalian kelembapan pada plant, sehingga menghasilkan nilai kelembapan yang sesuai dengan *set point*. Metode pengendalian *temperatur* pada *inkubator* dapat dikembangkan dengan metode *kontroller* yang lain seperti kontrol *adaptif* dan jaringan saraf tiruan untuk menentukan nilai *erros steady state*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sholikhawan, "Omsetnya Jutaan, Berawal dari Bisnis Ternak "Love Bird" - Tribun Video," *Tribun-video.com*, 2019. [Online]. Available: <https://video.tribunnews.com/view/35146/omsetnya-jutaan-berawal-dari-bisnis-ternak-love-bird>. [Accessed: 02-Mar-2019].
- [2] Aries Munandi, "Suhu inkubator anakan lovebird, Pahami Sistem dan Caranya! | Universitas Burung," *Universitas Burung*, 2019. [Online]. Available: <https://universitasburung.com/2017/04/suhu-inkubator-anakan-lovebird-pahami-sistem-dan-caranya/>. [Accessed: 10-Feb-2019].
- [3] A. Suryowinoto, A. Hamid, and J. Lelono, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGONTROL TEMPERATUR DAN KELEMBABAN UNTUK BUDIDAYA JAMUR TIRAM DENGAN SISTEM KONTROL PID BERBASIS ARDUINO UNO," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 4, pp. 273–278, 2016.
- [4] D. S. Purba, P. Pangaribuan, and A. Surya, "PENGENDALIAN SUHU AIR DENGAN METODE FUZZY LOGIC DAN PI KONTROLER," *e-*



Proceeding Eng., vol. 5, no. 3, pp. 4011–4018, 2018.

- [5] W. Budiharto and D. Suhartono, *Artificial Intellegence*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET (Penerbit ANDI), 2014.
- [6] A. Kadir, *From Zero to A Pro Arduino*. CV. ANDI OFFSET (Penerbit ANDI), 2015.
- [7] I. Rizki, K. Kustanto, and S. Siswanti, “Sistem Monitoring Pengontrol Suhu Dan Intensitas Cahaya Pada Penetas Telur Puyuh,” *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 6, no. 1, pp. 46–50, 2018.