

RANCANG BANGUN MESIN PENETAS TELUR MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY DAN KONTROL ON-OFF

Patrick Simbolon, M. Aziz Muslim, Retnowati.

⁽¹⁾Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ^{(2),(3)}Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email: simbolonpatrick99@gmail.com

Abstrak – Salah satu permasalahan yang dihadapi para peternak ayam kampung menggunakan mesin tetas yaitu suhu dan kelembaban ruangan mesin tetas yang sesuai dengan kebutuhan telur ayam kampung. Sehingga dibutuhkan pengendalian suhu dan kelembaban yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan telur ayam kampung. Pada skripsi ini dibahas bagaimana mengendalikan suhu dan kelembaban yang sesuai dengan telur ayam kampung dengan menggunakan Kontrol Logika Fuzzy dan Kontrol On-Off untuk pengendalian suhu dan kelembaban.

Proses pengendalian suhu dan kelembaban menggunakan acuan *setpoint* yaitu 37,5°C, serta rentang kelembaban pada hari ke 1-18 antara 55 – 60%RH dan pada hari ke 19-21 antara 65%RH.

Pada penelitian ini, proses perancangan KLF dilakukan menggunakan 3 *Membership Function* (MF) dengan metode Inferensi *MAX-MIN* dan metode Defuzzyfikasi *Weighted Average*.

Kata Kunci: telur tetas ayam kampung, mesin tetas, suhu dan kelembaban, kontrol Logika Fuzzy, kontrol On-Off.

I. PENDAHULUAN

Dunia peternakan khususnya bidang perunggasan dituntut untuk menghasilkan produk peternakan yang kualitas dan kuantitasnya harus tinggi, baik itu dari daing maupun telur. Untuk memenuhinya maka harus tersedia unggas dalam jumlah yang banyak pula. Jika hanya bergantung secara alami, maka jumlah unggas yang dibutuhkan tidak tercapai, oleh karena itu diperlukan teknologi yang dapat menghasilkan anakan unggas dalam jumlah yang banyak. Hal ini dapat dilakukan dengan penetasan telur menggunakan mesin tetas [1].

Pada prinsipnya penetasan telur ayam dengan mesin tetas adalah mengkondisikan telur sama

seperti telur yang dierami oleh induknya. Baik itu suhu, kelembaban dan juga posisi telur [2].

Dalam menetas telur ayam kampung dengan menggunakan mesin dibutuhkan suhu dan kelembaban yang ideal sehingga telur yang baik bisa menetas. Suhu ideal dalam proses penetasannya sebuah telur berkisar 37,5°C pada tahap. Sedangkan untuk kelembabannya berkisar 55-60%RH pada hari ke 1-18 dan 65%RH pada hari ke 19-21 [3].

Oleh sebab itu, perlu dirancang suatu sistem pengendali yang mampu mengendalikan suhu dan kelembaban pada mesin tetas yang sesuai dengan kebutuhan telur ayam kampung.

II. DASAR TEORI

A. Teori Dasar Telur Ayam Kampung Kebutuhan Suhu dan Kelembaban.

Telur ayam kampung tetas merupakan telur yang didapatkan dari induknya yang dipelihara bersama pejantan dengan perbandingan tertentu. Telur tetas dibedakan menjadi 2 yaitu, fertil dan infertil. Telur tetas fertil yaitu telur yang mengalami proses pemuahan, sedangkan infertil yaitu telur yang tidak mengalami proses pemuahan [4]. Telur fertil dan infertil dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2. Telur ayam kampung membutuhkan waktu 21 hari untuk menetas [5].

Kebutuhan temperatur pada mesin tetas dapat diberikan dengan bantuan pemanas modern atau konvensional. Pemanas konvensional biasanya hanya menggunakan lampu minyak. Kebutuhan suhu dan kelembaban yang ideal untuk menetas telur ayam kampung pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Suhu dan kelembaban mesin tetas [3]

Umur (hari)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1 - 18	37,5	55 - 60
19 - 21	37,5	65



Gambar 1. Telur ayam kampung fertil



Gambar 2. Telur ayam kampung infertil

B. Sensor Suhu dan Kelembaban

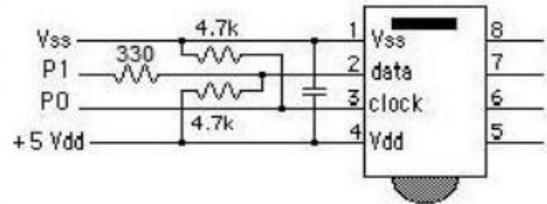
SHT11 Module merupakan modul sensor suhu dan kelembaban relatif. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan.

Sensor SHT11 dapat mengukur suhu dari -40°C hingga $123,8^{\circ}\text{C}$ atau dari -40f hingga $4,9\text{F}$ dan kelembaban relatif dari $0\%\text{RH}$ hingga $100\%\text{RH}$. Memiliki ketepatan (akurasi) pengukuran suhu hingga $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu $^{\circ}\text{C}$ dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga $3,5\%\text{RH}$. Memiliki antarmuka serial *synchronous 2-wire*, bukan I2C. Jalur antarmuka telah dilengkapi dengan rangkaian pencegah kondisi sensor *lock-up*. Sensor SHT11 membutuhkan catu daya $+5\text{V DC}$ dengan konsumsi daya rendah $30\mu\text{W}$ dan memiliki faktor bentuk 8 pin DIP 0,6 sehingga memudahkan pemasangannya.

Pin yang digunakan pada sensor ini ada dua pin yaitu pin SCK dan pin DATA. Pin SCK berfungsi untuk mensinkronisasikan komunikasi antara sensor dan Arduino, sedangkan pin DATA berfungsi untuk mentransfer data *in* dan *out* pada sensor. Sensor SHT 11 dan rangkaian sensor SHT 11 dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Sensor SHT11 [6]



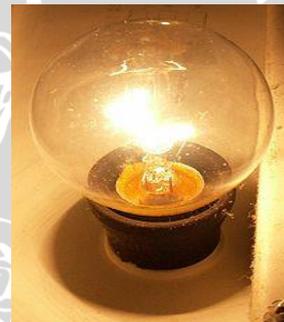
Gambar 4. Rangkaian Sensor SHT11

C. Pemanas (Heater)

Pemanas yang digunakan dalam perancangan alat ini berupa 2 buah lampu pijar AC 60W (Gambar 5). Dengan adanya rangkaian dimmer lampu pijar dapat menyesuaikan tingkat cahaya sesuai dengan suhu yang dibutuhkan telur ayam kampung.

Persyaratan elemen pemanas antara lain :

- Harus tahan lama pada suhu yang dikehendaki.
- Sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki.
- Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar.



Gambar 5. Lampu Pijar 60 Watt [7]

D. Humidifier

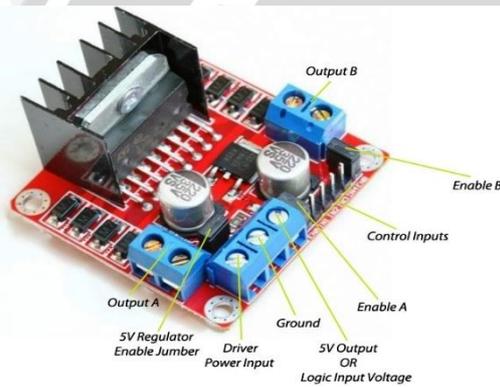
Humidifier berfungsi sebagai penambah kelembaban pada ruang mesin tetas dengan cara menyemburkan kabut dari air melalui proses kavitasi. Aktuator yang digunakan dalam perancangan alat berupa alat penambah kelembaban ruangan yang terdapat dipasaran. Driver yang digunakan untuk menjalankan *humidifier* berupa relay yang aktif ketika diberi tegangan 5V. *Humidifier* diharapkan dapat menjaga kelembaban dengan sesuai kebutuhan telur ayam kampung. (lihat Gambar 6)



Gambar 6. Humidifier USB [8]

E. Driver Motor L298N

Driver motor L298N seperti ditunjukkan Gambar 7 digunakan untuk mengendalikan putaran motor DC yang menjadi penggerak kipas DC 12V seperti Gambar 8 sebagai media untuk menurunkan suhu pada mesin tetas. Modul ini dihubungkan dengan output dari mikrokontroler Arduino Mega 2560.



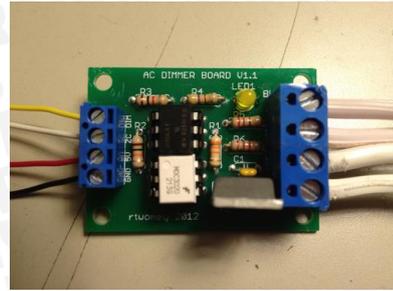
Gambar 7. Driver Motor LN298N [9]



Gambar 8. Kipas DC 12V [10]

F. Rangkaian Dimmer

Diperlukan sebuah rangkaian yang bisa digunakan untuk melakukan pengendalian AC, rangkaian tersebut rangkaian *dimmer* yang di dalamnya terdiri dari rangkaian TRIAC dan rangkaian *Zero Cross Detector*. Gambar 9 menunjukkan contoh modul rangkaian *dimmer* AC.



Gambar 9. AC Dimmer Module [11]

G. Relay 5 Volt

Relay *Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*).

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *Relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Kontak poin (*contact point*) *Relay* terdiri dari 2 jenis yaitu :

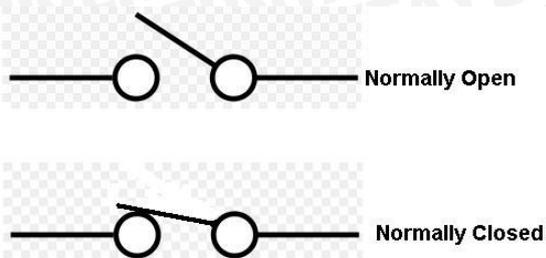
- *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Gambar 10 dan 11 adalah bentuk *Relay* dan simbol *Relay* yang sering ditemukan di rangkaian elektronika.



Gambar 10. Relay 5V [12]





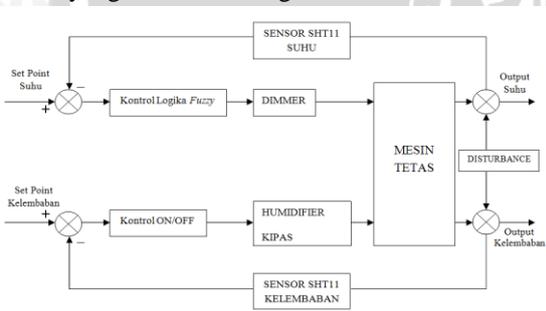
Gambar 11. Simbol Relay [13]

III. PEMBUATAN ALAT DAN PERANCANGAN ALGORITMA

Perancangan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik serta pemrogramannya, hal ini dimaksudkan agar proses pembuatan mesin tetas yang sesuai dengan kebutuhan telur ayam kampung dapat berjalan sesuai deskripsi awal yang telah direncanakan. Perancangan sistem yang dilakukan meliputi :

A. Diagram Balok

Gambar 11 adalah gambar diagram balok dari sistem yang telah dirancang.



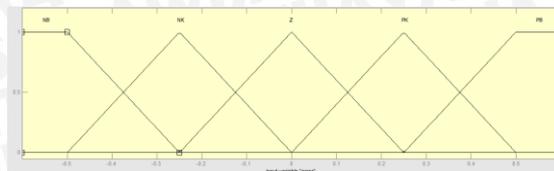
Gambar 12. Diagram Balok Sistem

B. Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

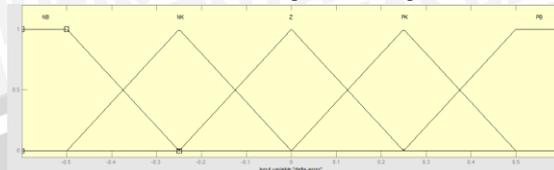
Untuk memenuhi tujuan performansi *loop* yang diinginkan, maka perlu ditambahkan kontroler pada sistem tersebut. Kontroler yang dipilih ialah Kontrol Logika Fuzzy dengan 3 Membership Function menggunakan metode Inferensi MAX-MIN dan Defuzzyfikasi *Weighted Average*. Dengan input *error* dan *delta error* yang akan menghasilkan output yaitu nilai PWM.

Pada kontroler fuzzy ini input dan output menggunakan jenis fungsi keanggotaan yaitu segitiga sama kaki dan trapesium.

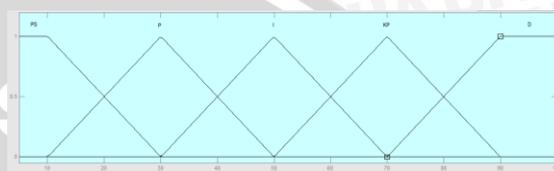
Membership Function untuk input dan output dapat dilihat pada Gambar 13, 14, 15.



Gambar 13. Membership Function Input Error



Gambar 14. Membership Function Input Delta Error



Gambar 15. Membership Function Output PWM

Rule base berfungsi untuk menghubungkan sinyal masukan dan sinyal keluaran berupa nilai PWM. Berikut aturan fuzzy pada Tabel 2.

Tabel 2. Rule Base Fuzzy

e / de	NB	NK	Z	PK	PB
NB	D	D	KP	KP	I
NK	D	KP	KP	I	I
Z	KP	KP	I	I	P
PK	I	I	P	P	P
PB	P	P	PS	PS	PS

Keterangan :

1. D = Dingin
2. KP = Kurang Panas
3. I = Ideal
4. P = Panas
5. PS = Panas Sekali

Defuzzyfikasi harus dilakukan untuk mendapatkan nilai aksi kontrol, dalam sistem ini menggunakan defuzzyfikasi metode *Weighted Average*.

C. Modul Arduino Mega 2560

Pada sistem pengendalian suhu ini digunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengolah data dalam proses pengendalian elemen pemanas. Arduino Mega adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega1280. Memiliki 54 pin *input* dan *output* digital, di mana 14 pin tersebut dapat

digunakan sebagai *output* PWM dan 16 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol reset. Untuk dapat digunakan, mikrokontroler ini dihubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan adaptor AC-DC untuk menjalankannya.

Secara fisik, ukuran Arduino Mega hampir kurang lebih 2 kali lebih besar dari Arduino Uno, ini untuk mengakomodasi lebih banyaknya pin Digital dan Analog pada *board* Arduino Mega tersebut. Tampilan Arduino Mega dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Modul Arduino Mega 2560 [5]

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

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.

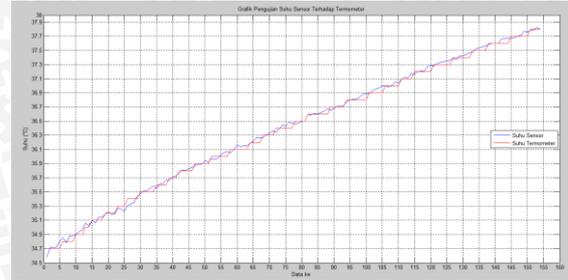
A. Pengujian Sensor SHT11 terhadap Termometer Digital

Pengujian sensor SHT11 ditujukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan suhu.



Gambar 17. Blok Pengujian Sensor SHT11 untuk suhu

Setelah semua dirangkai seperti pada blok pengujian sensor SHT11 untuk pembacaan suhu seperti pada Gambar 17. dan program telah diunggah pada Arduino Mega 2560, maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 18



Gambar 18. Perbandingan Suhu Sensor SHT11 terhadap Termometer Digital

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat membaca perubahan suhu dengan baik.

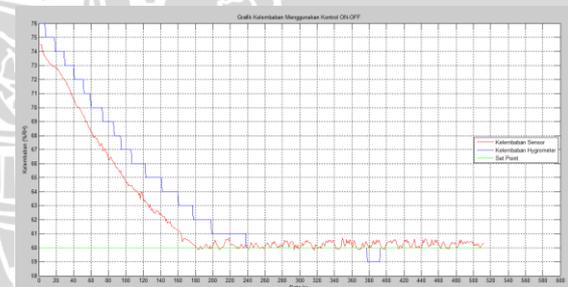
B. Pengujian Sensor SHT11 terhadap Hygrometer Digital

Pengujian sensor SHT11 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan kelembaban.



Gambar 19. Blok Pengujian Sensor SHT11 untuk kelembaban

Setelah semua dirangkai seperti pada blok pengujian sensor SHT11 untuk pembacaan kelembaban seperti pada Gambar 19. dan program telah diunggah pada Arduino Mega 2560, maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 20.



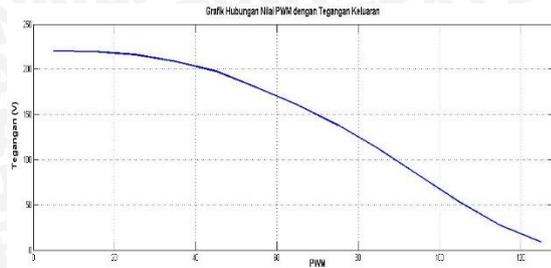
Gambar 20. Perbandingan Kelembaban Sensor SHT11 terhadap Hygrometer Digital

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat membaca perubahan kelembaban dengan baik.

C. Pengujian Rangkaian Dimmer

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian *dimmer* dapat digunakan sebagai *driver* untuk lampu pijar.

Dari hasil pengujian rangkaian *dimmer* didapatkan hasil berupa nilai tegangan yang berbeda-beda sesuai dengan nilai PWM yang diberikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Hubungan Nilai PWM dengan Tegangan

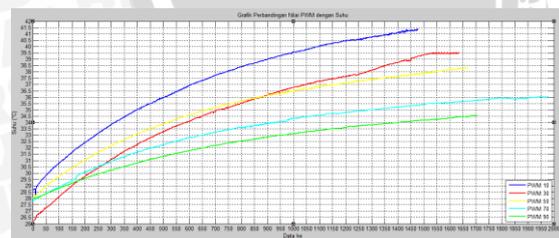
Dari Gambar 21 dapat disimpulkan bahwa rangkaian *dimmer* dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sebagai *driver* aktuator (lampu pijar), ditandai dengan adanya perubahan tegangan akibat perubahan nilai PWM yang diberikan.

D. Perbandingan Nilai PWM terhadap Suhu

Pengujian nilai PWM terhadap Suhu dilakukan untuk mengetahui apakah nilai PWM yang telah ditentukan dapat memenuhi kebutuhan sistem. Perbandingan nilai PWM dengan suhu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Nilai PWM dengan Suhu

No.	PWM	Suhu Steadystate (°C)
1	10	41,3
2	30	39,54
3	50	38,31
4	70	36,02
5	90	34,53



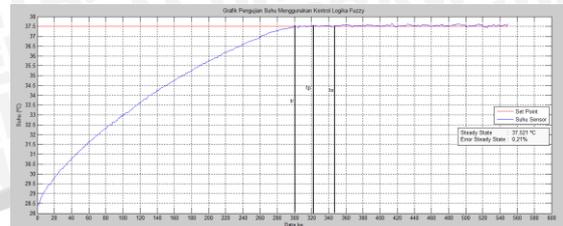
Gambar 22. Grafik Perbandingan Nilai PWM dengan Suhu

Dari Gambar 22 dapat disimpulkan bahwa nilai PWM yang telah ditentukan dapat memenuhi kebutuhan sistem dengan *set point* 37,5°C.

E. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui kinerja *hardware* dan *software* serta untuk mengetahui respon sistem secara keseluruhan dengan menggunakan Kontrol Logika Fuzzy.

1. Hasil Pengujian Pengendalian Suhu dan Kelembaban.



Gambar 23. Grafik Respon Suhu

Pada Gambar 23 saat keadaan *steady state* terjadi osilasi dengan nilai suhu tengah *steady state* ($T_{\text{tengah steady state}}$) 37,521°C dengan suhu mula-mula ($T_{\text{mula-mula}}$) adalah 28,39°C, serta suhu *setpoint* (T_{setpoint}) adalah 37,5°C, sehingga *error steady state* nya adalah:

$$e_{ss}(\%) = \left| \frac{(T_{\text{tengah steady state}}) - (T_{\text{setpoint}})}{(T_{\text{setpoint}}) - (T_{\text{mula-mula}})} \right| \times 100\%$$

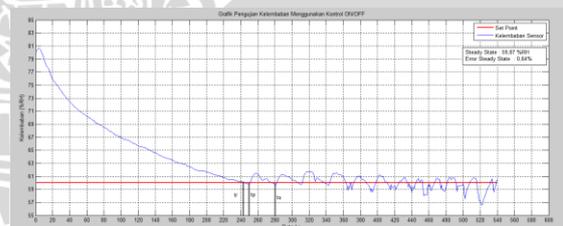
$$= \left| \frac{37,521 - 37,5}{37,5 - 28,39} \right| \times 100\%$$

$$= 0,21\%$$

Maka diperoleh data pada Tabel 4.

Tabel 4. tr, tp, ts, Error Steady State

Waktu naik (tr)	600 detik
Waktu Puncak (tp)	644 detik
Waktu Keadaan Mantap (ts)	690 detik
Error Steady State (Ess)	0,21%



Gambar 24. Grafik Respon Kelembaban

Pada Gambar 24 saat keadaan *steady state* terjadi osilasi dengan nilai kelembaban tengah *steady state* ($H_{\text{tengah steady state}}$) 59,87%RH dengan kelembaban mula-mula ($H_{\text{mula-mula}}$) adalah 80,14%RH, serta kelembaban *setpoint* (H_{setpoint}) adalah 60%RH, sehingga *error steady state* nya adalah:

$$e_{ss}(\%) = \left| \frac{(H_{\text{tengah steady state}}) - (H_{\text{setpoint}})}{(H_{\text{setpoint}}) - (H_{\text{mula-mula}})} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{59,87 - 60}{60 - 80,14} \right| \times 100\%$$

$$= 0,64\%$$

Maka diperoleh data pada Tabel 5.

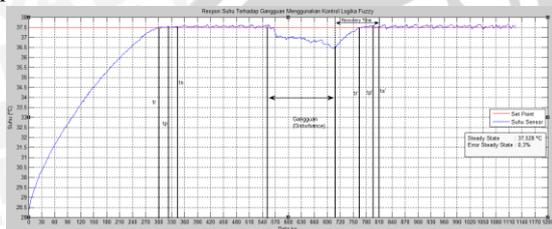


Tabel 5. tr, tp, ts, Error Steady State

Waktu naik (tr)	484 detik
Waktu Puncak (tp)	500 detik
Waktu Keadaan Mantap (ts)	560 detik
Error Steady State (Ess)	0,64%

2. Hasil Pengujian Pengendalian Suhu dan Kelembaban dengan Gangguan.

Pada Gambar 25 pengujian sistem pengendalian suhu dengan gangguan berupa penutup atas pada mesin tetas dibuka selama 5 menit. Pemberian gangguan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat memulihkan suhu dan kelembaban pada ruang mesin tetas. Pengujian sistem suhu menggunakan Kontrol Logika Fuzzy dengan set point 37,5°C.



Gambar 25. Grafik Respon Sistem Suhu dengan Gangguan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy.

$$e_{ss} (\%) = \left| \frac{(T \text{ tengah steady state}) - (T \text{ setpoint})}{(T \text{ setpoint}) - (T \text{ mula-mula})} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{37,528 - 37,5}{37,5 - 28,39} \right| \times 100\%$$

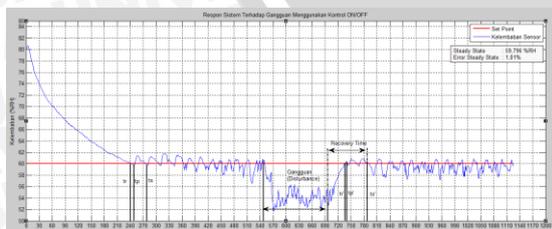
$$= 0,3\%$$

Maka diperoleh data pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Respon Suhu dengan Gangguan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy.

Waktu naik (tr)	116 detik
Waktu Puncak (tp)	180 detik
Waktu Keadaan Mantap (ts)	206 detik
Error Steady State (Ess)	0,3%
Recovery Time	206 detik

Pada Gambar 26 pengujian sistem kelembaban menggunakan On-Off dengan set point 60%RH.



Gambar 26. Grafik Respon Sistem Kelembaban dengan Gangguan menggunakan Kontrol On-Off.

$$e_{ss}(\%) = \left| \frac{(H \text{ tengah steady state}) - (H \text{ setpoint})}{(H \text{ setpoint}) - (H \text{ mula-mula})} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{59,817 - 60}{60 - 80,14} \right| \times 100\%$$

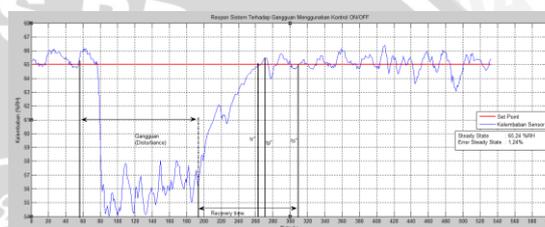
$$= 0,908\%$$

Maka diperoleh data pada Tabel 7.

Tabel 7.Data Respon Kelembaban dengan Gangguan Menggunakan Kontrol On-Off.

Waktu naik (tr)	80 detik
Waktu Puncak (tp)	90 detik
Waktu Keadaan Mantap (ts)	190 detik
Error Steady State (Ess)	0,908%
Recovery Time	190 detik

Pada Gambar 27 pengujian sistem kelembaban menggunakan On-Off dengan set point 65%RH.



Gambar 27. Grafik Respon Sistem Kelembaban dengan Gangguan menggunakan Kontrol On-Off.

$$e_{ss} (\%) = \left| \frac{(H \text{ tengah steady state}) - (H \text{ setpoint})}{(H \text{ setpoint}) - (H \text{ mula-mula})} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{60,21 - 60}{60 - 83,4} \right| \times 100\%$$

$$= 1,08\%$$

Maka diperoleh data pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Respon Kelembaban dengan Gangguan Menggunakan Kontrol On-Off.

Waktu naik (tr)	136 detik
Waktu Puncak (tp)	152 detik
Waktu Keadaan Mantap (ts)	212 detik
Error Steady State (Ess)	1,08%
Recovery Time	212 detik

F. Hasil Penetasan

Dari hasil pengujian keseluruhan maka sistem sudah memenuhi kebutuhan suhu dan kelembaban yang dibutuhkan selama proses penetasan yaitu, suhu 37,5°C dan kelembaban 60%RH pada hari ke 1-18 serta 65%RH pada hari ke 19-21.

Setelah telur mengalami proses penetasan selama 21 hari pada percobaan penetasan ini diperoleh hasil pada Tabel 9 dan Gambar 28, 29, 30, 31.

Tabel 9. Hasil Penetasan

Menetas	Tidak Menetas	Menetas Cacat
16 Telur	2 Telur	1 Telur



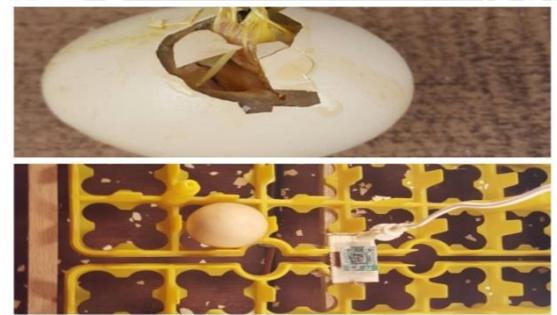
Gambar 28. 18 telur ditetaskan.



Gambar 29. Hasil Penetasan



Gambar 30. Anak ayam mengalami cacat ketika menetas.



Gambar 31. 2 telur gagal menetas.

Dari Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa dari 18 telur yang ditetaskan yaitu, 16 telur menetas dan 2 telur tidak menetas. Dari 16 telur yang menetas terdapat 1 anak ayam yang cacat. Maka persentase penetasannya sebesar :

$$\begin{aligned} \% \text{Penetasan} &= \frac{16}{18} \times 100\% \\ &= 88,89\% \end{aligned}$$

Berdasarkan dari tujuan skripsi ini yaitu persentase penetasan diharapkan lebih dari 80%.

Maka hasil persentase penetasan diatas sudah memenuhi dari tujuan skripsi ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pada perancangan alat dan hasil pengujian serta pengamatan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

- 1) Penggunaan Kontrol Logika *Fuzzy* sebagai pengendali suhu menggunakan 3 *Membership Function* untuk masukan *error*, *delta error* dan keluaran berupa PWM dengan metode inferensi *Max-Min*, serta metode defuzzifikasi *Weighted Average*. Suhu dapat mencapai nilai setpoint 37,5°C dengan *Error steady state* kurang dari 2%.
- 2) Penggunaan Kontrol On-Off sebagai pengendali kelembaban. Kelembaban dapat mencapai nilai setpoint 60%RH dan 65%RH dengan *Error steady state* kurang dari 2%.
- 3) Telur yang ditetaskan sebanyak 18 butir. Diperoleh hasil 16 telur menetas dan 2 telur gagal menetas. Dari 16 telur yang menetas terdapat 1 anak ayam yang cacat.
- 4) Tujuan skripsi ini yaitu pengujian respon sistem suhu dan kelembaban harus lebih baik dari skripsi sebelumnya dan persentase penetasan lebih dari 80%. Dari hasil pengujian respon sistem dan penetasan diperoleh sistem dengan respon yang lebih baik ketika mendapatkan gangguan maupun tidak dan persentase penetasan sebesar 88,89% dimana persentase penetasan tersebut sudah memenuhi tujuan dari skripsi ini.

B. Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kelemahan. Agar tercapainya penyempurnaan kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut disarankan :

- Untuk penelitian lebih lanjut disarankan agar pengendalian kelembaban dapat menggunakan controller lain sehingga menghasilkan *error steady state* yang lebih kecil.

- Untuk memaksimalkan hasil dari penetasan sebaiknya jumlah telur dapat ditingkatkan sesuai dengan kapasitas mesin tetas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asyrofi, *Perancangan dan Pembuatan Pengontrol Suhu Pada Penetas Telur*. Surakarta: Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2002.
- [2] Tri-Yuwanta, *Beberapa Metode Praktis Penetasan Telur*. Yogyakarta : Fakultas Peternakan UGM, 1983.
- [3] Anonim, <http://id.wikihow.com/Menetaskan-Telur-Ayam>, diakses pada 1 Februari 2016.
- [4] Edhy, Sudjarwo, *Komoditi Jenis Unggas Dari Tugas Akhir Penulis Selama Studi S-1(Skripsi) di FAPET UB (Ayam Ras), S-2 (Thesis) di FPS Ilmu Ternak Institut Pertanian Bogor (Puyuh) dan S-3 (Disertasi) di FPS Ilmu Ternak FAPET UB (Itik)*. Malang : Fakultas Peternakan UB, 2012.
<http://edhysudjarwounggas.lecture.ub.ac.id> / diakses pada 12 Maret 2016.
- [5] Faridah, nopriadi, *“Aplikasi Mesin Visi Dalam Pendeteksi Fertilitas Telur”*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Fisika- UGM, 2008.
- [6] Anonim, www.innovativeelectronics.com, diakses pada 6 Januari 2016.
- [7] Anonim, www.wikipedia.org diakses pada 7 Januari 2016.
- [8] Anonim, www.tokopedia.com, diakses pada 7 Januari 2016.
- [9] Anonim, www.electrosome.com, diakses pada 8 Januari 2016.
- [10] Anonim, www.globalindustries.com, diakses pada 8 Januari 2016.
- [11] Anonim, www.seedstudio.com, diakses pada 22 Januari 2016.
- [12] Anonim, www.ghielectronics.com, diakses pada 16 Februari 2016.
- [13] Anonim, www.ghielectronics.com, diakses pada 16 Februari 2016.