

Pengendalian Suhu Terhadap Proses Penetasan Telur Ayam dengan Kendali Logika *Fuzzy* Menggunakan IoT sebagai Monitoring

Sumantri K Risandriya^{1*}, Eka Mutia Lubis¹, Muhammad Syahroni¹, Illa Aryeni¹ dan Angga Setyawan¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email : sumantri@polibatam.ac.id

Abstrak— Penetasan adalah proses perkembangan embrio pada telur, dimana tujuannya ialah menghasilkan individu baru. Secara mekanisme penetasan secara buatan dinilai lebih baik karena dapat dilakukan secara terus-menerus tanpa terpengaruh kondisi cuaca, karena ditempatkan pada ruangan dan memiliki komponen pengontrol di dalamnya. Penelitian ini menggunakan kendali otomatis berupa fuzzy dan sistem iot sebagai monitoring. Sensor yang digunakan adalah DS18B20 sebagai sensor untuk mendeteksi suhu yang kemudian diolah fuzzy dengan menetapkan nilai suhu ideal 38°C dengan memanfaatkan pwm kecerahan lampu sebagai *output*nya. Penelitian yang dilakukan, sistem fuzzy memiliki keberhasilan 100% dengan perbandingan diantaranya yaitu perhitungan manual, menggunakan labview dan menggunakan arduino IDE. Kecepatan pengiriman data menggunakan IoT lebih cepat 1.5 detik dibandingkan sensor ke LCD dan database. Hal ini dipengaruhi dari koneksi internet yang digunakan.

Kata Kunci: DS18B20, Internet of things, Kendali fuzzy

Abstract— Hatching is the process of embryo development in eggs, where the goal is to produce new individuals. Artificial hatching mechanism is considered better because it can be done continuously without being affected by weather conditions, because it is placed in a room and has a control component in it. This research uses automatic control in the form of fuzzy and iot system as monitoring. The sensor used is DS18B20 as a sensor to detect temperature which is then processed by fuzzy by setting the ideal temperature value of 38° C by utilizing the lamp brightness pwm as the *output*. The research conducted, the fuzzy system has 100% success with comparisons including manual calculations, using labview and using the arduino IDE. The speed of sending data using IoT is 1.5 seconds faster than sensors to LCD and database. This is influenced by the internet connection used.

Keywords: DS18B20, Fuzzy control, Internet of things

I. PENDAHULUAN

DALAM sektor peternakan untuk memperbanyak jumlah hewan ternak ialah dengan reproduksi. Reproduksi merupakan upaya untuk memperbanyak keturunan atau dalam artian berkembang biak. Semua hewan melakukan reproduksi termasuk unggas. Mereka melakukan reproduksi dengan cara bertelur lalu mengeraminya dengan waktu tertentu hingga menetas menjadi anakan [1]. Setiap telur unggas memiliki lama waktu penetasan yang berbeda-beda. Telur ayam membutuhkan waktu 21 hari untuk menetas. Mekanisme penetasan telur secara buatan memiliki keunggulan, diantaranya tidak terpengaruh dengan kondisi cuaca dan kontrol terhadap kondisi telur lebih mudah dilakukan. Itulah sebabnya penetasan secara buatan sangat diminati.

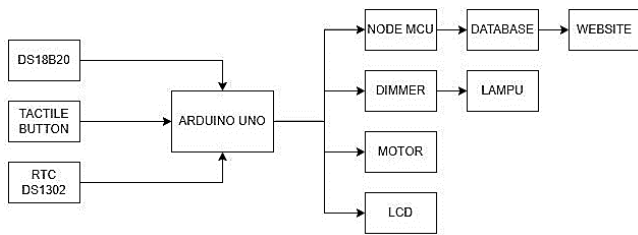
Dalam penetasan secara buatan, faktor yang mempengaruhi penetasan telur adalah suhu, kelembapan, frekuensi pemutaran telur, ventilasi, dan kebersihan telur [2]. Suhu yang ideal bagi proses penetasan telur ayam adalah kisaran 37° – 39°C [3]. Alat penetas telur otomatis dengan memanfaatkan *thermostat* sebagai pemutus arus ketika suhu 37,5°C dan menyambung kembali pada 38°C. Penelitian ini memiliki kekurangan yaitu nilai suhu tidak tetap pada 38°C, dan memiliki nilai *error* 0,5°C [4].

Pada penelitian yang dilakukan memiliki keunggulan yaitu suhu akan tetap stabil pada angka 38°C dari bagaimanapun keadaanya, selain itu kelebihan lainnya adalah dapat dimonitoring dengan jarak jauh yang didalamnya berisi parameter suhu dan pwm kecerahan lampu. Penelitian menggunakan metode fuzzy disebabkan mudah dimengerti dan diimplementasikan oleh peternak atau operator penetasan. Ini karena representasi linguistik dalam aturan-aturan fuzzy mirip dengan cara manusia berpikir dan membuat keputusan [4]-[15].

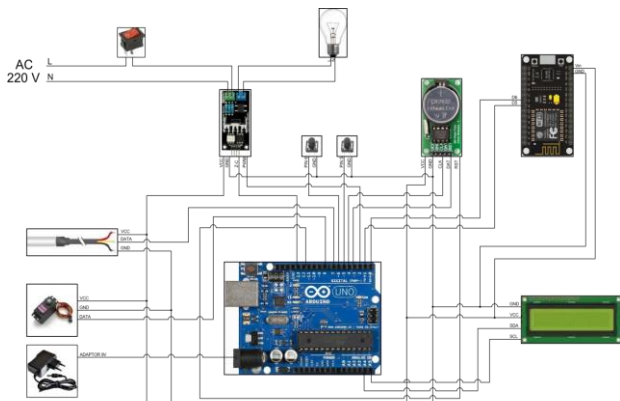
II. METODE

A. Perancangan Elektrikal

Pada perancangan elektrikal terdapat blok diagram dan rangkaian elektrikal. Pada perancangan elektrikal, mikrokontroller yang digunakan ialah Arduino Uno, fungsinya adalah sebagai pengendali atau kontroller pada rangkaian. Selain itu pada rancangan ini menggunakan Node MCU sebagai koneksi internet (*wifi*). Pada perancangan elektrikal memiliki tiga buah input berupa DS18B20 sebagai sensor suhu, tactile button sebagai tombol untuk menggerakkan *motor servo* secara manual, RTC DS1302 sebagai *realtime* dan acuan untuk menggerakkan *motor servo* setiap enam jam sekali. Selain itu pada rangkaian ini memiliki *output* berupa dimmer sebagai pengendali dari pwm kecerahan lampu, *motor servo* sebagai penggerak untuk rak geser pada ruang penetasan, LCD sebagai *interface* antara arduino uno dan pgunanya. Untuk blok diagram dapat dilihat pada Gambar. 1. Sedangkan untuk rangkaian elektrikal dapat dilihat pada Gambar. 2.



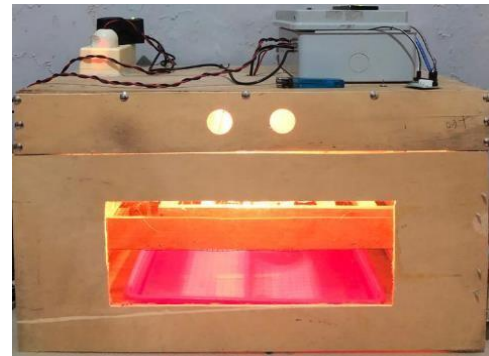
Gambar. 1. Blok Diagram Rancangan Elektrikal



Gambar. 2. Rangkaian Elektrikal

B. Perancangan Mekanikal

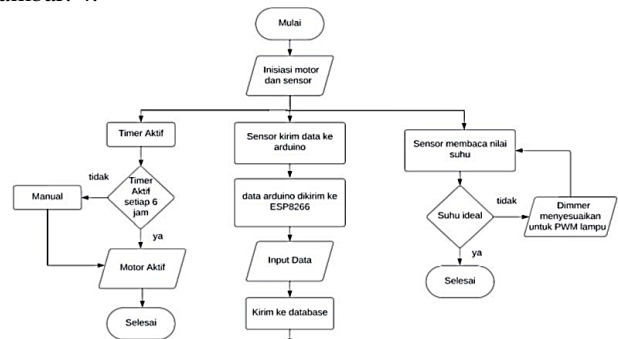
Perancangan mekanikal menggunakan bahan berupa papan kayu dan membentuk sebuah balok. Penempatan pintu dibagian depan sebagai tempat keluar masuknya telur. Lalu ada *panel box* yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan komponen yang digunakan. Untuk melihat bentuk alat dapat dilihat pada Gambar. 3.



Gambar. 3. Tampak Depan Alat

C. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak, ada beberapa tahapan yang harus dilalui. Pertama, alur pemrograman diawali dengan inisialisasi awal pada sensor dan motor. Lalu sensor berfungsi mengambil data input lalu dilanjutkan pada proses *fuzzy* untuk mengaktifkan lampu menyesuaikan *output* dari evaluasi aturan yang ada. Lalu untuk bagian motor, diaktivasi menggunakan timer untuk bergerak setiap enam jam sekali jika terjadi kesalahan timer tidak aktif maka akan digerakkan secara manual. Pada bagian *IoT* data yang ada diinputkan ke server, lalu ditampilkan pada web. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar. 4.

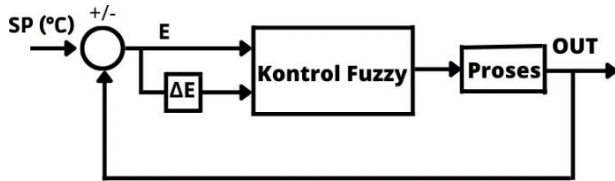


Gambar. 4. Diagram Blok Pemrograman

D. Perancangan Sistem Fuzzy

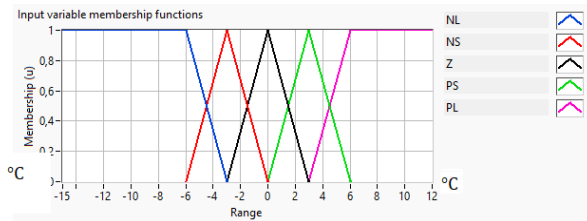
Dalam perancangan sistem dengan kendali logika *fuzzy*, disebabkan fleksibilitas dan skalabilitas yang disesuaikan dengan berbagai kondisi lingkungan dan skala operasi. Ini memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan model *fuzzy* sesuai dengan kebutuhan spesifik dari peternakan atau lingkungan penetasan tertentu [4]. Variabel utama yang digunakan adalah suhu. Suhu yang ada dibaca oleh sensor DS18B20 yang kemudian dilakukan perulangan ke sistem kendali. Pada bagian ini, mikrokontroller mendapatkan data dari sensor, lalu menghitung nilai *error* yang didasarkan pada nilai set poin yang diberikan. Pada perancangan ini, set poin yang diberikan adalah 38°C. Pemilihan nilai tersebut merupakan nilai tengah antara 37°- 39°C [3].

Selain nilai error, hal yang tak kalah penting ialah selisih error. Selisih error didapat dari membandingkan nilai error saat ini dengan error sebelumnya. Nilai error dan selisih error yang sudah didapat kemudian dijadikan input fuzzy selanjutnya akan diproses dengan kendali fuzzy untuk mencari nilai yang kemudian digunakan untuk mengatur pwm kecerahan lampu. Perubahan pencahayaan akan berpengaruh terhadap suhu ruangan di sekitar telur. Untuk desain sistem kendali fuzzy dapat dilihat pada Gambar. 5.

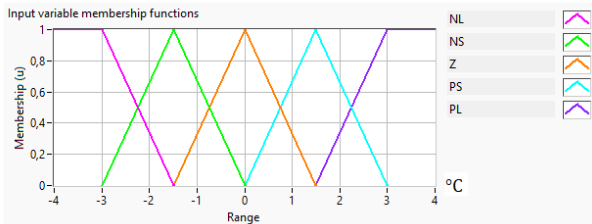


Gambar. 5. Sistem Kendali Fuzzy

Pada input error dan selisih error, memiliki lima buah himpunan untuk setiap inputnya, yaitu terdiri dari *negative large* (NL), *negative small* (NS), *zero* (Z), *positive small* (PS), dan *positive large* (PL). Fungsi keanggotaan dari kedua input dapat dilihat pada Gambar. 6 dan Gambar. 7.

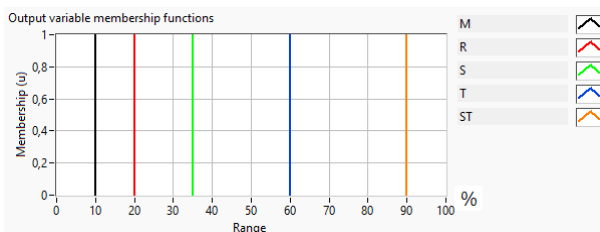


Gambar. 6. Fungsi Keanggotaan input error



Gambar. 7. Fungsi Keanggotaan input Δerror

Himpunan yang digunakan pada fungsi keanggotaan output terdiri dari 5 yaitu: Mati(M), redup(R), sedang(S), terang(T) dan sangat terang (ST). Fungsi keanggotaan output dapat dilihat pada Gambar. 8.



Gambar. 8. Fungsi Keanggotaan Output

Untuk mendapatkan nilai output, hal ini didasari pada evaluasi aturan. Untuk evaluasi aturan pada kendali fuzzy ini dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
EVALUASI ATURAN

Kondisi	Error				
	NL	NS	Z	PS	PL
NL	ST	ST	M	M	M
NS	ST	ST	S	M	R
ΔError Z	ST	ST	S	M	M
PS	ST	T	S	R	M
PL	T	S	S	R	M

Pada pengaplikasiannya, operator yang digunakan ialah operator AND, dimana hasilnya diperoleh dari mengambil nilai keanggotaan terkecil dari gabungan antara kedua himpunan. Pernyataan dapat ditulis seperti (1).

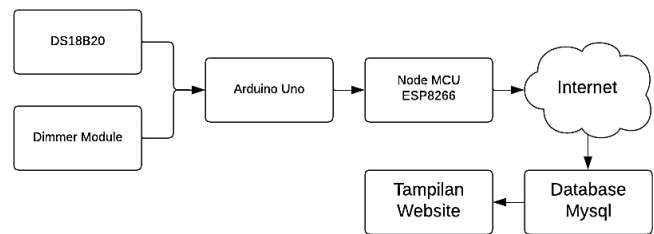
$$\mu_{error} \cap \Delta error[x] = \min\{(\mu_{error}[x], \mu_{\Delta error}[x])\} \quad (1)$$

Selanjutnya adalah defuzzifikasi. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan nilai PWM. Defuzzifikasi yang digunakan metode *centre of gravity*, dapat dilihat pada (2)

$$Defuzzifikasi = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (2)$$

E. Perancangan Sistem Monitoring Menggunakan IoT

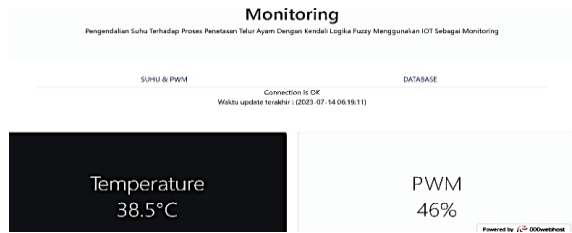
Sistem monitoring menggunakan IoT ini digunakan untuk monitoring parameter suhu dan PWM, sistem monitoring ini memanfaatkan modul sensor DS18B20 dan Dimmer Module untuk mengukur nilai suhu dan PWM secara realtime. Blok diagram untuk sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar. 9.



Gambar. 9. Blok Diagram sistem Monitoring

Monitoring ini memiliki sistem pengiriman data suhu dan PWM, yang diawali dari pembacaan data suhu dan PWM, kemudian mengirimkan data tersebut melalui Serial Monitor, kemudian data tersebut akan diparsing sehingga menghasilkan dan dikirim ke database mysql, pengiriman data tersebut menggunakan http sebagai protokol komunikasi, kemudian data yang akan ditampilkan pada halaman website secara

realtime. Tampilan halaman website dapat dilihat pada Gambar. 10.



Gambar. 10. Tampilan halaman website Suhu dan PWM

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian dan pembahasan Fuzzy

TABEL II
DATA PENGUJIAN FUZZY

No	Suhu	Error	ΔError	Evaluasi Aturan	Output PWM
1	38	0	0	Sedang	35
2	37,50	-0,5	-0,5	Sedang	48
3	37	-1	-0,5	Terang	57
4	36,5	-1,5	-0,5	Terang	62
5	36,5	-1,5	0	Terang	62
6	36	-2	-0,5	Terang	67
7	36	-2	0	Terang	71
8	35,5	-2,5	-0,5	Terang	76
9	35,5	-2,5	0	Terang	80
10	35	-3	-0,5	Sangat Terang	90

TABEL III
PERHITUNGAN KEANGGOTAN FUZZY

NO	HIMPUNAN ERROR					HIMPUNAN ΔERROR				
	NL	NS	Z	PS	PL	NL	NS	Z	PS	PL
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0,17	0,83	0	0	0	0,5	0,5	0	0
3	0	0,33	0,67	0	0	0	0,5	0,5	0	0
4	0	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0	0
5	0	0,5	0,5	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0,67	0,33	0	0	0	0,5	0,5	0	0
7	0	0,67	0,33	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0,83	0,17	0	0	0	0,5	0,5	0	0
9	0	0,83	0,17	0	0	0	0	1	0	0
10	0	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0

Pengujian kedua ialah pengujian fuzzy. Untuk melihat hasil data dari pengujian fuzzy dapat dilihat pada Tabel II, sedangkan untuk perhitungan keanggotaan fuzzy dapat dilihat pada Tabel III. Kedua tabel ini digunakan untuk melihat apakah perhitungan nilai fuzzy secara otomatis akan sama dengan perhitungan nilai fuzzy secara manual, menggunakan labview, dan menggunakan arduino IDE. Berikut pembuktiannya:

Contoh 1:

Pembuktian menggunakan perhitungan manual:
Data yang akan dihitung adalah data pertama.

- Suhu : 38
- Error : 0
- Δerror : 0
- Evaluasi : Sedang
- PWM : 35

Dari suhu yang terukur dapat dihitung bahwasannya nilai error.

$$Error = suhu - set\ point$$

$$Error = 38 - 38$$

$$Error = 0$$

Kemudian nilai Δerror.

$$\Delta error = Error\ saat\ ini - error\ sebelumnya$$

$$\Delta error = 0 - 0$$

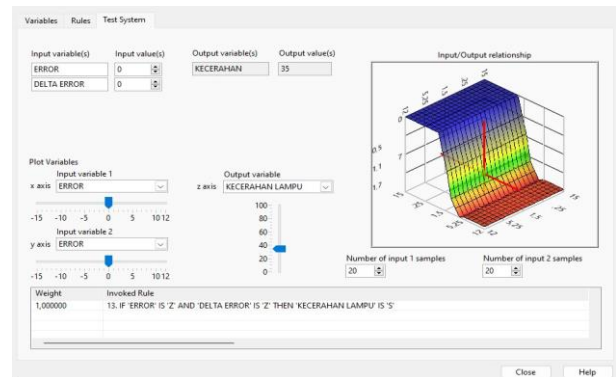
$$\Delta error = 0$$

Untuk evaluasi dan nilai PWM dilakukan dengan defuzzifikasi.

$$Defuzzifikasi = \frac{(1 \times 35)}{1}$$

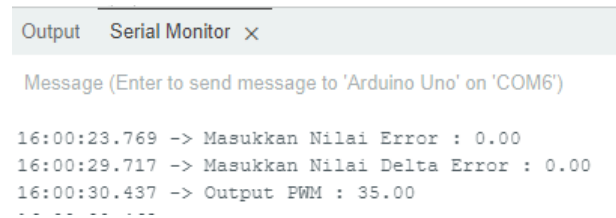
$$Defuzzifikasi = 35$$

Pembuktian menggunakan labview 1 dapat dilihat pada Gambar. 11.



Gambar. 11. Pembuktian Fuzzy dengan labview 1

Pembuktian menggunakan Arduino IDE 1 dengan memasukkan nilai secara manual, dapat dilihat pada Gambar. 12.



Gambar. 12. Pembuktian menggunakan Arduino IDE 1

Contoh 2:

Pembuktian menggunakan perhitungan manual:

Data yang akan dihitung adalah data kedua.

- Suhu : 37,5
- Error : -0,5
- Δerror : -0,5
- Evaluasi : Sedang
- PWM : 48

Dari suhu yang terukur dapat dihitung bahwasannya nilai error.

$$Error = suhu - set\ point$$

$$Error = 37.5 - 38$$

$$Error = -0.5$$

Kemudian nilai Δerror.

$$\Delta error = Error\ saat\ ini - error\ sebelumnya$$

$$\Delta error = -0.5 - 0$$

$$\Delta error = -0.5$$

Untuk evaluasi dan nilai PWM dilakukan dengan defuzzifikasi.

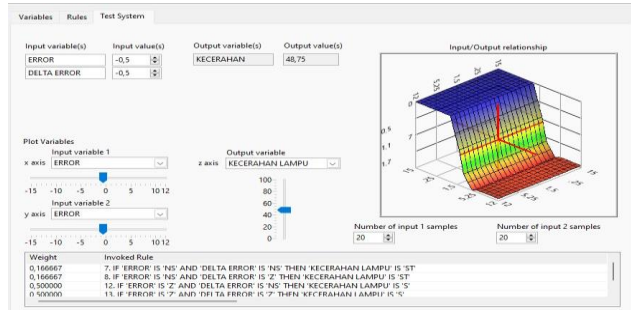
$$Defuzzifikasi = \frac{(0,17 \times 90) + (0,17 \times 90) + (0,5 \times 35) + (0,5 \times 35)}{0,17 + 0,17 + 0,5 + 0,5}$$

$$Defuzzifikasi = \frac{15,3 + 15,3 + 17,5 + 17,5}{1,34}$$

$$Defuzzifikasi = 48,95 \approx 48$$

Pembuktian menggunakan labview 2 dapat dilihat Gambar. 13.

Gambar. 13.



Gambar. 13. Pembuktian Fuzzy dengan labview 2

Pembuktian menggunakan Arduino IDE 2 dengan memasukkan nilai secara manual, dapat dilihat pada

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM6')

16:03:34.131 -> Masukkan Nilai Error : -0.50
16:03:39.116 -> Masukkan Nilai Delta Error : -0.50
16:03:39.148 -> Output PWM : 48.75
    
```

Gambar. 14. Pembuktian menggunakan Arduino IDE 2

Contoh 3:

Data yang akan dihitung adalah data kedelapan.

- Suhu : 35,5
- Error : -2,5
- Δerror : -0,5
- Evaluasi : Terang
- PWM : 76

Dari suhu yang terukur dapat dihitung bahwasannya nilai error.

$$Error = suhu - set\ point$$

$$Error = 35,5 - 38$$

$$Error = -2,5$$

Kemudian nilai Δerror.

$$\Delta error = Error\ saat\ ini - error\ sebelumnya$$

$$\Delta error = -2,5 - (-2)$$

$$\Delta error = -0,5$$

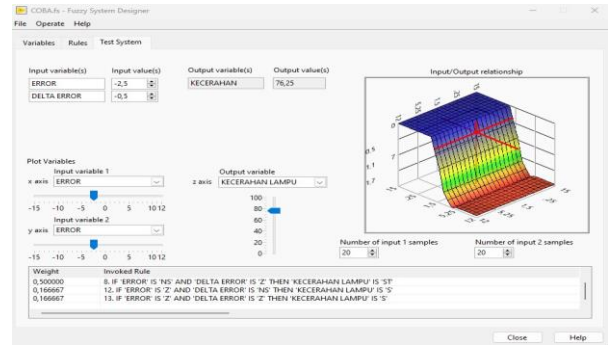
Untuk evaluasi dan nilai PWM dilakukan dengan defuzzifikasi.

$$Defuzzifikasi = \frac{(0,5 \times 90) + (0,5 \times 90) + (0,17 \times 90) + (0,17 \times 90)}{(0,5 + 0,5 + 0,17 + 0,17)}$$

$$Defuzzifikasi = \frac{45 + 45 + 5,95 + 5,95}{1,34}$$

$$Defuzzifikasi = 76,04 \approx 76$$

Pembuktian menggunakan labview 3 dapat dilihat pada Gambar. 15.



Gambar. 15. Pembuktian Fuzzy dengan labview 3

Pembuktian menggunakan Arduino IDE 3 dengan memasukkan nilai secara manual, dapat dilihat pada Gambar. 16.

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM6')

16:03:45.169 -> Masukkan Nilai Error : -2.50
16:24:46.123 -> Masukkan Nilai Delta Error : -0.50
16:24:46.188 -> Output PWM : 76.25
    
```

Gambar. 16. Pembuktian menggunakan Arduino IDE 3

Dari pembuktian diatas perhitungan manual, menggunakan labview, dan menggunakan arduino IDE tidak memiliki perbedaan. Sudah dipastikan untuk pengujian fuzzy memiliki keberhasilan 100%.

B. Pengambilan data harian dan pembahasan

Data harian diambil dengan melihat nilai suhu yang terukur dan output PWM yang ditampilkan pada LCD. Tujuan dari pengambilan data ini untuk memonitoring parameter pada ruang penetasan di setiap harinya. Untuk tabel data harian dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV
DATA HARIAN

No	Tanggal	Suhu	Output PWM
1	15-Jul-2023	38	35
2	16-Jul-2023	38	35
3	17-Jul-2023	38	35
4	18-Jul-2023	38	35
5	19-Jul-2023	38	35
6	20-Jul-2023	38	35

Dalam pengambilan data harian, pengambilan cukup sampai pada hari ke-6 dimana pada hari ke-6 kita dapat melihat bentuk akar ketika dilakukan penerawangan. Jika dihari ke-6 ketika dilakukan penerawangan tidak ada bentuk akar, besar kemungkinan telur itu tidak akan menetas. Hal yang harus dilakukan adalah mengeliminasi telur itu dari ruang penetasan. Jadi disini, parameter yang digunakan disini cukup sampai tahapan pertama yaitu ada bentuk akar ketika dilakukan penerawangan. untuk melihat bentuk telur ketika dilakukan penerawangan dapat dilihat pada Gambar. 6.



Gambar. 16. Bentuk akar pada telur

C. Pengujian dan pembahasan IoT

Pengujian IoT yang dilakukan bertujuan untuk melihat kecepatan mengirim data oleh sensor ke database serta melihat selisih waktu ketika pengiriman data antara sensor ke web dan sensor ke LCD. Kedua pengujian ini dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V
KECEPATAN MENGIRIM KE DATABASE

No	Waktu data sensor terkirim ke database	Selisih waktu (Detik)
1	10.36.26 - 10.36.30	4.00
2	10.36.30 - 10.36.33	3.00
3	10.36.33 - 10.36.39	6.00
4	10.36.39 - 10.36.41	2.00
5	10.36.44 - 10.36.47	3.00
6	10.36.47 - 10.36.53	6.00
7	10.36.53 - 10.36.57	4.00
8	10.36.57 - 10.36.59	2.00
Rata-rata selisih waktu data sensor terkirim ke database		3.75

Dari pengujian diatas dapat dilihat bahwasannya nilai yang diinputkan ke database beragam, berada pada range 1-6 detik dan memiliki kecepatan rata-rata mengirim 3.75 detik. Hal ini terjadi dipengaruhi dari koneksi internet yang digunakan. Semakin cepat koneksi yang digunakan maka semakin cepat pula pengiriman data yang dikirim ke database MySQL.

TABEL VI
DATA SELISIH WAKTU KETIKA MENAMPILKAN DI WEB

Pengujian ke-	Waktu pengambilan data sensor	Waktu ditampilkan pada website	Selisih waktu (Detik)
1	10:34:02	10:34:06	4.00
2	10:34:03	10:34:09	6.00
3	10:34:22	10:34:27	5.00
4	10:34:45	10:34:49	4.00
5	10:35:03	10:35:06	3.00
6	10:35:18	10:35:25	7.00
7	10:35:42	10:35:48	6.00
8	10:35:37	10:36:44	7.00
Rata-rata selisih waktu			5.25

Pengujian ini dilakukan untuk mencari rata-rata selisih waktu menampilkan data di web dan di LCD, Dibawah ini merupakan rumus untuk mencari rata-rata.

$$Rata - rata = \frac{Jumlah\ Nilai}{Banyak\ Data}$$

$$Rata - rata = \frac{4 + 6 + 5 + 3 + 3 + 7 + 6 + 7}{8}$$

$$Rata - rata = 5.25 S$$

Dari rumus diatas didapat rata-rata selisih waktu dari pengujian tersebut adalah 5.25 seconds. Yang dapat disimpulkan bahwa kendali fuzzy menggunakan data ke database lebih cepat dan data keakuratan yang didapatkan adalah 100%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwasannya kendali fuzzy berjalan sesuai rancangan dan memiliki keberhasilan sebesar 100% dengan mengacu pada perbandingan antara perhitungan manual, menggunakan labview dan menggunakan Arduino IDE. Sedangkan untuk IoT, memiliki nilai rata-rata 3.75 seconds untuk mengirim data sensor ke database lebih cepat dibandingkan dengan rata-rata perbedaan waktu untuk menampilkan nilai sensor ke LCD dan ke database adalah 5.25 seconds. Dari data tersebut bahwasannya nilai rata-rata pengiriman data dipengaruhi dari koneksi yang digunakan.

REFERENSI

- [1] M. R. Wirajaya, S. Abdussamad, and I. Z. Nasibu, "Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 24–29, Feb. 2020, doi: 10.37905/JJEEE.V2I1.4579.
- [2] S. G. Tullett, "Science and the art of incubation," *Poult Sci*, vol. 69, no. 1, pp. 1–15, 1990, doi: 10.3382/PS.0690001.
- [3] Hartono T and Isman, "Kiat sukses menetas telur ayam / Tirto Hartono, Isman; penyunting, Nina | OPAC Perpustakaan Nasional RI," PT Agromedia Pustaka. Accessed: Jun. 12, 2024. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=188413>
- [4] M. A. Roihan and R. C. Dewi, "Rancangan bangun mesin penetas telur otomatis," *Jurnal Teknik Mesin dan Otomotif*, vol. 1, Aug. 2020.
- [5] L. O. (La) Nafiu, M. (Muh) Rusdin, and A. S. (Achmad) Aku, "Daya Tetas Dan Lama Menetas Telur Ayam Tolaki Pada Mesin Tetas Dengan Sumber Panas Yang Berbeda," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, vol. 1, no. 1, pp. 32–44, Aug. 2014, doi: 10.33772/JITRO.V1I1.359.
- [6] F. Wahab et al., "Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, Jul. 2017, doi: 10.31544/JTERA.V2.11.2017.1-8.
- [7] R. I. Pambudi, "Manajemen Penetasan Ayam Broiler Di PT. Super Unggas Jaya, Pasuruan," 2012, Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/26104/Manajemen-Penetasan-Ayam-Broiler-Di-PT-Super-Unggas-Jaya-Pasuruan>
- [8] J. Lie, "Pemanfaatan Mikrokontroler Atmega163 Pada Prototipe Mesin Penetasan Telur Ayam | Jurnal Harian Regional." Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.harianregional.com/jte/id-222>
- [9] sutikno Sutikno and I. Waspada, "Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani Pada Motor Dc," *Jurnal Masyarakat Informatika*, vol. 2, no. 3, pp. 27–38, Mar. 2012, doi: 10.14710/JMASIF.2.3.2645.
- [10] S. Bandong, H. S. Kolibu, and V. A. Suoth, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Dan Ketinggian Air Untuk Pemijahan Ikan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy," *d'Cartesian*, vol. 4, no. 2, pp. 144–152, Jun. 2015, doi: 10.35799/DC.4.2.2015.9053.

- [11] E. Nurazizah, M. Ramdhani, and A. Rizal, "Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor Ds18b20 Untuk Penyandang Tunanetra," *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 3, Dec. 2017, Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/4858>
- [12] S. K. Wardani, "Sistem Informasi Pengolahan Data Nilai Siswa Berbasis Web Pada Sekolah Menengah Atas (SMA) Muhammadiyah Pacitan," *Indonesian Journal of Networking and Security (IJNS)*, vol. 2, no. 2, pp. 2302–5700, Jan. 2013, doi: 10.55181/IJNS.V2I2.188.
- [13] Y. W. Utama and C. Bella, "Sistem Otomatis Pemberian Air Minum Pada Ayam Broiler Memakai Mikrokontroler Arduino dan RTC DS1302," *Jurnal Portal Data*, vol. 1, no. 3, pp. 2021–2022, Nov. 2021, Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/45>
- [14] S. Arafat, M. Kom, and Kom, "Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Technologia : Jurnal Ilmiah*, vol. 7, no. 4, Dec. 2016, doi: 10.31602/TJL.V7I4.661.
- [15] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, Aug. 2020, doi: 10.33365/JTST.V1I1.719.