

Rancang Bangun Penetas Telur Otomatis Dengan Metode Kontrol Berbasis Logika Fuzzy

¹Maulana Abdillah, ²Budi Darmawan, ³Syafaruddin

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

1maulanaabdillah313@gmail.com, 2budidarmawan@unram.ac.id, 3syafaruddin71@yahoo.com

Abstract - This research introduces an automated egg incubation system utilizing Fuzzy logic-based control to improve hatching in the livestock industry. It integrates temperature and humidity sensors within the incubator, employing Fuzzy logic to regulate the heating element for maintaining optimal conditions. This approach enables adaptive decisions, ensuring a stable environment for egg incubation. Testing with chicken eggs revealed significantly enhanced hatching efficiency compared to conventional methods, demonstrating a higher success rate. Moreover, the system displays superior adaptability to environmental temperature and humidity fluctuations. The research method applied is qualitative, based on the results of the conducted experiment. Implementing this Fuzzy logic-based heating control in egg incubators holds promise for boosting productivity and minimizing losses during hatching. This study's implications are vital for modern livestock practices, offering valuable contributions to automated egg incubation technology. Ultimately, it aims to elevate efficiency and productivity in livestock farming, emphasizing a more effective approach to egg incubation for improved outcomes and sustainability in the industry.

Keywords — Egg Incubator, Fuzzy Logic, Control Method, Heat Element

Abstrak— Penetas telur adalah komponen kunci dalam industri peternakan yang memerlukan pengawasan suhu dan kelembaban yang ketat untuk mencapai efisiensi dan hasil yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem penetas telur otomatis yang memanfaatkan metode kontrol berbasis logika fuzzy untuk meningkatkan proses penetasan telur. Sistem ini terdiri dari sensor suhu dan kelembaban yang mengawasi kondisi lingkungan dalam inkubator. Logika fuzzy digunakan untuk mengontrol elemen pemanas sehingga suhu dan kelembaban dapat dijaga pada tingkat yang optimal. Pendekatan logika fuzzy memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan secara adaptif berdasarkan variabel masukan, menciptakan lingkungan yang stabil dan kondusif bagi penetasan telur. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan sejumlah telur ayam sebagai sampel. Metode penelitian yang diterapkan adalah metode kualitatif dari hasil eksperimen yang sudah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode kontrol berbasis logika fuzzy secara signifikan meningkatkan efisiensi penetasan telur, dengan tingkat keberhasilan penetasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian ini memiliki implikasi penting dalam konteks industri peternakan modern. Penerapan metode kontrol pemanas berbasis logika fuzzy pada mesin penetas telur dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko kerugian dalam proses penetasan telur. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berharga

dalam pengembangan teknologi penetas telur otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan.

Kata Kunci— Penetas Telur, Logika Fuzzy, Metode Kontrol, Elemen Panas

I. Pendahuluan

Industri peternakan memainkan peran vital dalam menyediakan pasokan daging dan produk hewani yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Dalam konteks ini, penetasan telur adalah salah satu aspek kunci yang memungkinkan pengembangbiakan hewan dan produksi telur. Untuk mencapai hasil yang optimal dalam penetasan telur, pengawasan suhu dan kelembaban yang ketat adalah hal yang sangat penting [1][2].

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi telah memainkan peran signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor industri, termasuk peternakan. Salah satu inovasi penting adalah penggunaan metode kontrol berbasis logika fuzzy [3]. Metode ini memungkinkan sistem untuk membuat keputusan adaptif berdasarkan variabel masukan yang kompleks, menciptakan lingkungan yang lebih stabil dan kondusif untuk penetasan telur [4].

Mengambil referensi dari salah satu penelitian yang merancang dan mengembangkan mesin penetas telur otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino uno dengan kontrol suhu dan kelembaban yang diatur oleh sensor DHT11 dan RTC DS3231. Metode perancangan dan eksperimen digunakan dalam pembangunan mesin[5]. Dan dalam salah satu penelitian lain dengan memanfaatkan logika fuzzy dan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam kandang ayam, serta penggunaan lampu pijar yang diatur oleh dimmer melalui motor servo, penelitian tersebut berupa sebuah prototipe sistem pengendalian cahaya yang adaptif [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan solusi inovatif dengan merancang dan mengembangkan sistem penetas telur otomatis yang menggunakan metode kontrol berbasis logika fuzzy. Sistem ini terdiri dari sensor suhu dan kelembaban DHT 22 yang secara terus-menerus memantau kondisi dalam inkubator. Dengan pendekatan logika fuzzy, sistem ini mampu mengendalikan elemen pemanas berupa lampu bohlam yang dikontrol dengan dimmer untuk menjaga suhu dan kelembaban pada tingkat yang optimal [7] [9].

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan alat ukur temperatur sebagai representasi dari proses penetasan [10][11]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode kontrol

berbasis logika fuzzy meningkatkan efisiensi dan keberhasilan penetasan telur dibandingkan dengan metode konvensional.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk membahas peran metode kontrol berbasis logika fuzzy dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam penetasan telur, serta implikasinya dalam konteks pengembangan teknologi penetas telur otomatis.

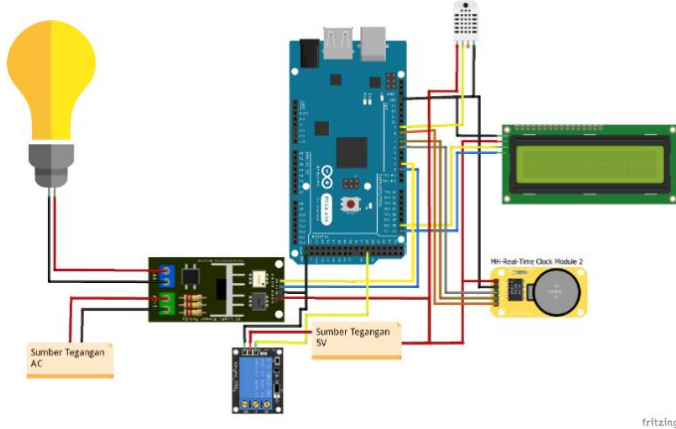
II. Metode Penelitian

A. Perancangan Perangkat Keras

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang melibatkan penyusunan sensor dengan berbagai komponen yang saling terkait [12-15].

Penelitian ini bertempat di Dusun Aremanis, Desa Sandik, Kecamatan Batulayar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini dimulai dari bulan September – November 2023. Tahapan penelitian ini dimulai dari mencari referensi dari penelitian terdahulu kemudian menentukan konsep dan memodifikasi model sistem agar sesuai dengan yang direncanakan.

Metode pengambilan data dilakukan secara observasi dengan memperhatikan temperatur dan kelembaban ruang inkubasi dari prototipe yang sudah dibuat.



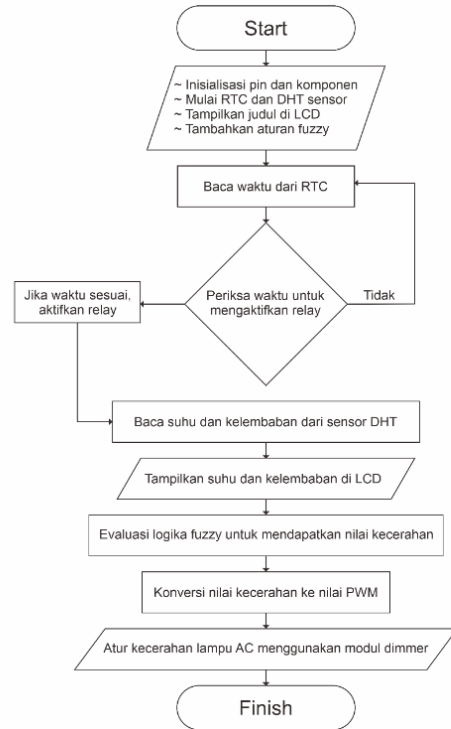
Gambar 1. Perancangan sensor dan komponen

Gambar 1 di atas merupakan skema perancangan komponen dari penetas telur yang terdiri dari dimmer dan lcd sebagai output yang berperan untuk mengatur intensitas cahaya dalam ruang pemanas dan pemberi informasi kepada pengguna tentang keadaan temperatur dalam ruang penetas. Input pada rangkaian ini adalah dht 22 yang berperan sebagai pemberi informasi temperatur untuk mikrokontroler. Kemudian adanya relay dan RTC pada rangkain diatas berperan sebagai komponen pemutar telur yang bekerja melalui sebuah motor sinkron yang diberi daya dari sumber AC dan dikontrol menggunakan relay sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan input RTC.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak ini, Arduino IDE digunakan sebagai perangkat lunak khusus untuk mengatur mikrokontroler Arduino. Perangkat lunak ini memiliki

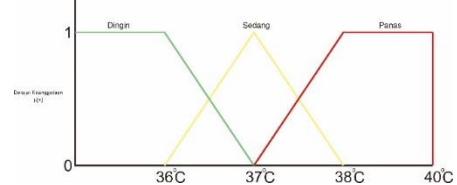
peran penting dalam menulis program, mengkompilasi program ke dalam kode biner, dan mengunggahnya ke dalam memori mikrokontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C++ dan menggunakan beberapa library tambahan. Perancangan alur program diilustrasikan sesuai dengan flowchart berikut.



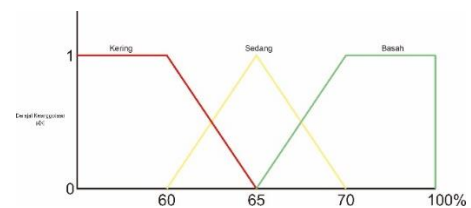
Gambar 2. Flowchart perangkat lunak

C. Fuzzifikasi

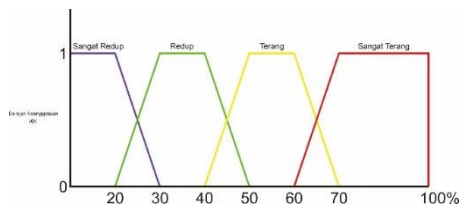
Fuzzifikasi adalah metode yang mengkonversi input dengan nilai yang pasti menjadi fuzzy (variabel linguistik) melalui fungsi keanggotaan. Variabel input yang diterapkan adalah suhu dan kelembaban udara, sementara variabel outputnya adalah intensitas cahaya lampu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-5.



Gambar 3. Fuzzifikasi input suhu



Gambar 4. Fuzzifikasi input kelembaban



Gambar 5. Fuzzifikasi output intensitas cahaya

D. Penalaran Fuzzy

Mekanisme penalaran fuzzy melibatkan pencocokan hasil fuzzifikasi (input) dengan aturan-aturan yang ada dalam basis pengetahuan dan melakukan operasi fuzzy untuk menarik kesimpulan. Berikut adalah tabel aturan fuzzy yang dapat digunakan untuk memetakan parameter kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya ke dalam nilai linguistik Basah, Lembab, Kering, Dingin, Sedang, Panas, Sangat Terang, Terang, Redup, dan Sangat Redup:

Kelembaban \ Suhu	Basah	Lembab	Kering
Dingin	Sangat Terang(1) Terang(0,5)	Sangat Terang(1)	(0) Bila kelembaban kering harus menambahkan air di ruang penetasan
Sedang	Sangat Terang(1) Terang(1) Redup(0,5)	Sangat Terang(1) Terang(1) Redup(0,5)	(0) Bila kelembaban kering harus menambahkan air di ruang penetasan
Panas	Terang(1) Redup(1) Sangat Redup(1)	Sangat Terang(1) Terang(1) Redup(1)	(0) Bila kelembaban kering harus menambahkan air di ruang penetasan

Keterangan :
 (1) = Nilai Linguistik Tinggi
 (0,5) = Nilai Linguistik Sedang
 (0) = Nilai Linguistik Rendah

Gambar 6. Basis aturan fuzzy

Gambar di atas menunjukkan nilai linguistik yang dapat digunakan untuk memetakan parameter kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya ke dalam nilai linguistik. Nilai-nilai linguistik tersebut adalah Basah, Lembab, Kering, Dingin, Sedang, Panas, Sangat Terang, Terang, Redup, dan Sangat Redup. Setiap baris pada tabel menunjukkan kombinasi dari nilai kelembaban, suhu dan intensitas cahaya yang mungkin terjadi.

E. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi ini menggunakan keluaran yang berupa variabel inisiasi dari nilai yang didapatkan dari dua masukan. Variabelnya antarlain: Sangat Terang, Terang, Redup dan Sangat Redup.

Perancangan defuzzifikasi ini menggunakan sistem penalaran dengan metode Takagi-Sugeno-Kang (Weigh of Avarage). Pada metode ini nilai crisp keluaran diperoleh dengan mencari nilai rata – rata berdasarkan persamaan:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^N Wi Zi}{\sum_{i=1}^N Wi} \quad (1)$$

Dimana,

- Z = Nilai rata – rata keluaran
- W = Nilai α -predikat pada aturan ke-i, nilai ini didapat dari hasil operasi dua masukan fuzzy yang dikombinasi dengan operator fuzzy pada tiap aturan
- W = Nilai konsekuen pada aturan ke-i, nilai ini didapat dari konstanta keluaran yang diinginkan pada tiap aturan

III. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, pengimplementasian pada prototipe merupakan hasil dari penyelesaian atau perwujudan dari rencana desain mekanik maupun pada rangkaian elektronika yang sudah dicanangkan sebelumnya. Hasil akhir pada perancangan prototipe dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Prototipe penetas telur



Gambar 8. Prototipe penetas telur

A. Pengujian Sensor DHT 22

Tabel 1. Data Pengujian DHT 22

HTC-1		DHT 22		% Error	
Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu	Kelembaban
34,5	59	34,6	70,2	0,29	15,95
36,2	52	37,1	60,5	2,42	14,05
36,3	51	36,5	60,6	0,55	15,84
36,7	52	36,5	64,6	0,55	19,51
37,2	51	37,1	63,5	0,27	19,69
37,6	51	37,5	63,6	0,27	19,81
38	51	37,8	63	0,53	19,05
38,3	50	38	62,6	0,79	20,13

Dari data di atas kita bisa melihat bahwa persentase error suhu antara HTC-1 dengan DHT22 berkisar antara 0.27% hingga 2.42%. Dan dari data di atas juga kita bisa melihat bahwa persentase error kelembaban antara HTC-1 dengan DHT22 berkisar antara 14.05% hingga 20.13%. Dari data kelembaban didapatkan persentase error yang cukup besar hal ini disebabkan oleh beberapa faktor lain yang mungkin mempengaruhi kinerja dari HTC-1 termasuk lingkungan operasional (misalnya, apakah digunakan di dalam atau di luar ruangan, kondisi cuaca, dll.) dan umur baterai.

B. Analisis Fuzzy

Analisis fuzzy, suhu dan kelembaban diukur dan dikategorikan ke dalam himpunan fuzzy. Suhu dikategorikan sebagai “Dingin”, “Sedang” dan “Panas”, sementara kelembaban dikategorikan sebagai “Kering”, “Lembab” dan “Basah”. Dalam percobaan ini, suhu “Sedang” didefinisikan sebagai suhu di kisaran 37-38°C dan kelembaban “Lembab” didefinisikan sebagai kelembaban di kisaran 60-75%.

Berdasarkan data di atas yang diukur selama 15 menit dimulai ketika alat dinyalakan, suhu berkisar antara 34,6°C hingga 38°C dan kelembaban berkisar antara 60,5% hingga 70,2%. Dengan demikian, sebagian besar pengukuran suhu dalam rentang 15 menit berada dalam kategori “Sedang” dan sebagian besar pengukuran kelembaban berada dalam kategori “Lembab”. Namun, ada beberapa pengukuran yang mungkin jatuh ke dalam kategori “Dingin” untuk suhu dan “Lembab” untuk kelembaban.

Setelah fuzzifikasi, aturan fuzzy diterapkan untuk menentukan output yang sesuai. Jika suhu adalah “Sedang” dan kelembaban adalah “Lembab”, maka intensitas cahaya ditetapkan menjadi “Terang”. Jika suhu adalah “Panas” dan kelembaban adalah “Basah”, maka intensitas cahaya ditetapkan menjadi “Sangat Terang”.

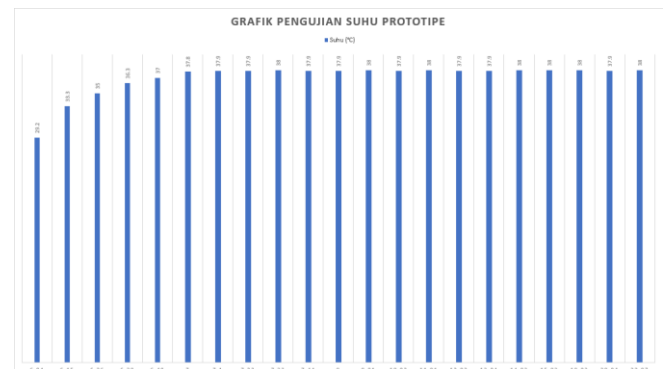
Akhirnya, defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah output fuzzy menjadi nilai tegas yang bisa digunakan oleh sistem kontrol. Metode defuzzifikasi yang umum digunakan adalah metode pusat gravitasi atau metode rata-rata tertimbang. Dengan demikian, berdasarkan analisis fuzzy,

kita bisa menentukan intensitas cahaya yang sesuai berdasarkan pengukuran suhu dan kelembaban.

C. Pengujian Prototipe

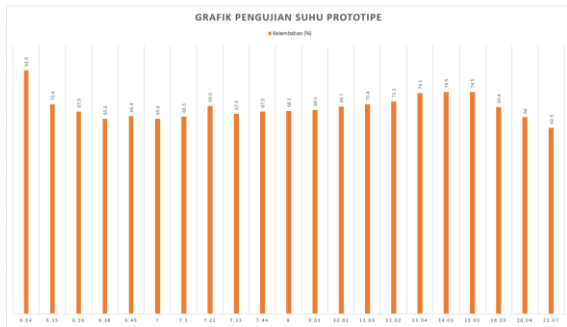
Tabel 2. Data Pengujian Prototipe

Waktu		DHT 22	
Tanggal	Pukul (WITA)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
24-11-2023	06.04	29,2	81,9
24-11-2023	06.15	33,3	70,4
24-11-2023	06.26	35	67,9
24-11-2023	06.38	36,3	65,6
24-11-2023	06.49	37	66,4
24-11-2023	07.00	37,8	65,6
24-11-2023	07.10	37,9	66,3
24-11-2023	07.22	37,9	69,9
24-11-2023	07.33	38	67,3
24-11-2023	07.44	37,9	67,9
24-11-2023	08.00	37,9	68,1
24-11-2023	09.01	38	68,5
24-11-2023	10.02	37,9	69,7
24-11-2023	11.01	38	70,4
24-11-2023	12.02	37,9	71,3
24-11-2023	13.04	37,9	74,1
24-11-2023	14.03	38	74,5
24-11-2023	15.03	38	74,5
24-11-2023	18.03	38	69,4
24-11-2023	20.04	37,9	66
24-11-2023	22.07	38	62,5



Gambar 9. Grafik pengujian suhu prototipe

Setelah melihat data di atas, terlihat kestabilan suhu yang berada dalam rentang sekitar 36-38 °C. Ketika suhu ruang sekitar penetasan 28 °C diwaktu pagi, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ideal adalah 40 menit. Rentang suhu ini tampaknya merupakan level yang ideal untuk proses penetasan telur. Mesin penetas telur ini terlihat handal dalam menjaga suhu tetap stabil di temperatur yang tepat bagi perkembangan embrio. Stabilitas suhu yang seperti ini merupakan tanda positif, yang dapat berkontribusi pada peningkatan tingkat keberhasilan dalam proses penetasan telur. Meskipun variasi suhu terlihat terbatas, namun hal ini menunjukkan bahwa mesin penetas telur memiliki kemampuan yang baik dalam mengatur suhu, sebuah faktor yang krusial dalam proses penetasan telur.



Gambar 10. Grafik pengujian kelembaban prototipe

Setelah memeriksa data di atas, terlihat bahwa tingkat kelembaban pada rentang sekitar 62,5% hingga 81,9% menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Meskipun demikian, mesin penetas telur tetap mampu mempertahankan tingkat kelembaban dalam kisaran tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa alat memiliki kemampuan untuk menyesuaikan dan menjaga tingkat kelembaban yang diperlukan untuk proses penetasan telur. Meskipun terdapat variasi yang cukup, alat tetap berhasil dalam menjaga kondisi yang relatif cocok untuk perkembangan embrio dalam telur. Konsistensi alat dalam menjaga tingkat kelembaban ini merupakan aspek positif yang dapat mendukung kesuksesan proses penetasan telur dengan baik. Meski variasi kelembaban terlihat cukup besar, kemampuan mesin dalam menjaga kondisi lingkungan yang tepat untuk embrio menunjukkan performa yang baik dalam mengatur kelembaban pada tingkat yang dibutuhkan.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem penetas telur otomatis dengan pengendalian berbasis logika fuzzy, yang terdiri dari sensor suhu dan kelembaban DHT22 untuk memantau kondisi dalam ruang penetasan. Dengan pendekatan logika fuzzy, sistem ini efektif mengendalikan pemanas untuk menjaga suhu dan kelembaban pada tingkat optimal, meningkatkan efisiensi dan keberhasilan penetasan telur dibandingkan dengan metode konvensional.

V. Daftar Pustaka

[1] M. Wirapartha and G. A. M. K. Dewi, *Bahan Ajar Manajemen Penetasan*. 2017.

[2] M. Dr. Ruhyat Kartasudjana, Ir., *PENETASAN TELUR*. 2001.

[3] E. I. S. Agus Rakhmadi Mido, "Rancang Bangun Mesin Otomatis Penetas Telur Berbasis Nodemcu dan Android," *Jurnal Tekno Sains Seri Teknik Komputer*, vol. 01, no. 1, pp. 1–12, 2018.

[4] F. Ariani, R. Y. Endra, E. Erlangga, Y. Aprilinda, and A. R. Bahan, "Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet of Thing (IoT) untuk Penetasan Telur Ayam," *EXPERT: Jurnal Manajemen*

Sistem Informasi dan Teknologi, vol. 10, no. 2, p. 36, 2020, doi: 10.36448/jmsit.v10i2.1602.

[5] 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, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i1.4579.

[6] E. Bale, H. Djahi, and D. E. D. G. Pollo, "Rancang Bangun Sistem Pengontrolan Intensitas Cahaya Pada Ayam Broiler Dalam Masa Brooding Menggunakan Logika Fuzzy," *Jurnal Media Elektro*, pp. 123–129, Oct. 2022, doi: 10.35508/jme.v0i0.8048.

[7] Hendry, "Perancangan Prototype Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis Teknologi IoT," vol. 8, no. 5, pp. 25–27, 2020.

[8] D. Jufril and B. Rahmadya, "Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metoda Fuzzy Logic Control."

[9] D. Novianto, I. Setiyowati, and W. T. Nugraha, "Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan DHT 11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembaban," *Pengelolaan Sumber Daya Alam Berkesinambungan Di Kawasan Gunung Berapi*, pp. 3–6, 2019.

[10] I. Nurhadi, E. Puspita, M. Jurusan, T. Elektronika, P. Elektronika, and N. Surabaya, "Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8 Menggunakan Sensor Sht 11".

[11] F. Nurpandi and A. P. Sanjaya, "Inkubator Penetasan Telur Ayam Berbasis Arduino," *Media Jurnal Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 66–77, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.unsur.ac.id/mjinformatika/article/view/449>

[12] K. Y. Triastuti, M. P. Indrayati, A. Said, and B. S. Permana, "Aplikasi Pemantau Suhu Mesin Penetas Telur," *Teknik Elektro*, vol. 03, no. 2, pp. 686–692, 2018.

[13] V. A. Ruslina, "Perancangan Dan Pembuatan Mesin Penetas Telur Yang Dilengkapi Dengan Sistem Deteksi Penetasan Berbasis Arduino Mega 2560," 2017, [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/4198/>

[14] Rafiuddin Syam, *Seri Buku Ajar Dasar Dasar Teknik Sensor*. 2013.

[15] O. Elisabeth, P. Dadan, and R. H. Kuswanto, *Penggunaan Arduino Uno dan Common-Coding pada Percobaan Fisika Materi Kelistrikan*. 2021. [Online]. Available: www.ciptapublishing.com