

Prototipe Monitoring Level Air dan Kualitas Udara Kandang Ayam Broiler Berbasis IoT

Author:

Masdania Zurairah SR¹
Panangian Mahadi
Sihombing²
Mawardi³
Sri Indah Rezkika⁴
Muhammad Fauzi⁵
Mona Vionita⁶

Affiliation:

Universitas Al-
Azhar^{1,2,3,4,5,6}

Corresponding email

^{*1}masdaniazurairahsiregar64@gmail.com



This is an Creative Commons
License This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License

Abstrak:

Beberapa parameter yang mempengaruhi pertumbuhan ayam broiler, yaitu suhu, kelembaban, ketersediaan air, dan kadar gas amonia di dalam kandang ayam. Agar dapat tumbuh secara optimal, suhu kandang di antara 24°C – 32°C (sesuai usia ayam), kelembaban udara sekitar 60% - 70% dan ketersediaan air yang terjaga. Kadar gas amonia harus di bawah 20 ppm. Petani budidaya ayam broiler harus senantiasa memantau nilai setiap parameter tersebut, sehingga dapat melakukan tindakan yang tepat dan cepat untuk mengurangi tingkat kematian ayam. Namun, mayoritas petani kecil budidaya ayam masih menggunakan metode konvensional untuk memantau parameter-parameter tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sebuah alat yang mampu mengukur level air dan kualitas udara di kandang ayam broiler. Alat tersebut harus berbasis *internet of things* (IoT) sehingga petani dapat memonitor parameter-parameter tersebut secara *real time* dan juga dapat mengirimkan pemberitahuan otomatis kepada petani jika parameter tidak optimal. Sebuah prototipe telah dihasilkan yang tersusun dari beberapa komponen utama yaitu, prosesor Wemos D1R2, sensor gas amonia MQ-137, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DS18B20, LCD1602, dan modul relai empat kanal. Wemos D1R2 memproses luaran setiap sensor dan mengontrol empat kipas melalui relai. Wemos D1R2 juga menampilkan hasil setiap sensor pada LCD1602 dan *dashboard* pada *platform* Blynk IoT. Berdasarkan hasil penelitian telah diketahui bahwa prototipe yang dihasilkan memiliki kinerja yang baik. Hal tersebut dibuktikan dengan parameter suhu, level air, dan kadar gas amonia kandang ayam dapat diketahui secara *real-time* menggunakan *smartphone*. Prototipe juga dapat mengontrol empat kipas angin dan mengirimkan notifikasi ke pengguna secara otomatis.

Kata kunci: IoT, Kandang Ayam, Kualitas Udara, Level Air.

Pendahuluan

Petani budidaya ayam broiler telah memainkan peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat. Ayam broiler memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan jenis ayam lain. Salah satu kelebihan tersebut adalah ayam jenis broiler berkembang sangat cepat untuk menuju masa panen, yaitu sekitar 22 – 28 hari. Namun, tidak jarang peternak ayam mengalami pertumbuhan ayam broiler yang tidak maksimal bahkan sampai gagal panen (Umiarti, 2020). Hal tersebut diakibatkan oleh keadaan lingkungan kandang ayam tersebut yang dapat menyebabkan ayam menjadi stres dan/atau mudah terserang penyakit (Rizky dkk., 2024; Trinaldi, 2022).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ayam broiler, yaitu suhu (Hafidz Alfaridli dkk., 2023), kelembaban (Novita Kurnia Ningrum dkk., 2023), ketersediaan air dan kadar gas amonia di dalam kandang ayam (Nur Ariefin & Suryanto, 2023). Agar dapat tumbuh secara optimal, ayam broiler memerlukan suhu di antara 24°C – 32°C yang bergantung terhadap usia ayam tersebut (Agus Setyaningsih

dkk., 2022), kelembaban udara sekitar 60% - 70% dan ketersediaan air yang senantiasa terjaga (M Mujiono dkk., 2023). Selain itu, kadar gas amonia di dalam kandang ayam harus di bawah 20 ppm untuk mencegah penyakit berupa iritasi mata dan saluran pernafasan pada ayam serta virus yang disebabkan oleh sisa kotoran ayam tersebut (Wicaksono dkk., 2024).

Berdasarkan referensi tersebut terdapat beberapa parameter yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ayam broiler. Parameter tersebut meliputi suhu, kelembaban, ketersediaan air minum, dan kadar gas amonia yang tidak sesuai (Wakidah dkk., 2024; Yasi & Candra, 2022). Saat ini, mayoritas budidaya ayam broiler di Indonesia masih menggunakan metode konvensional untuk mengukur nilai setiap parameter tersebut. Bahkan banyak juga petani yang tidak memiliki alat ukur untuk parameter tersebut. Sehingga petani tidak mengetahui penurunan parameter kualitas kandang ayam dan menyebabkan ayam menjadi stres dan mati. Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat yang mampu mengukur parameter yang mempengaruhi pertumbuhan ayam broiler tersebut secara otomatis dan berbasis IoT (Mahadi Sihombing dkk., 2023; Mawardi dkk., 2024; Sihombing dkk., 2023). Untuk mengatasi tersebut maka peneliti telah menghasilkan sebuah prototipe monitoring level air minum dan kualitas udara kandang ayam broiler berbasis IoT. Prototipe tersebut berfungsi mengukur level air minum pada kandang ayam sehingga dapat mengetahui level air secara *real time*. Selain itu, kualitas udara pada kandang ayam yang meliputi suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia juga diukur dan dapat dimonitor secara *real-time* menggunakan *smartphone* (Bustami & Riyadi, 2023; Nalendra dkk., 2022; Yasi & Candra, 2022).

Studi Literatur

Pada Penelitian (Sudarmawan, 2021) telah dirancang sebuah alat pengawasan dan pengontrolan secara otomatis terhadap beberapa parameter kandang ayam broiler berbasis IoT. Parameter-parameter tersebut adalah suhu, kelembaban, jumlah pakan dan kadar gas amonia. Namun, pada penelitian tersebut tidak menyertakan metode dalam mengatur kelembaban udara pada kandang ayam broiler. Melainkan hanya menampilkan nilai kelembaban udara di dalam kandang ayam. Pada Penelitian (Turesna dkk., 2020) telah dirancang monitoring suhu dan kelembaban kandang ayam broiler untuk meningkatkan produktivitas berbasis IoT. Namun, pada alat tersebut belum menyertakan sistem monitoring dan pengontrolan jumlah pakan dan kadar gas amonia di dalam kandang secara otomatis dan berbasis IoT. Pada Penelitian (Lestari dkk., 2020) telah dirancang alat kontrol otomatis suhu kandang ayam broiler. Namun, alat tersebut hanya menyertakan layanan kontrol suhu otomatis. Selain itu, alat tersebut tidak berbasis IoT. Pada Penelitian (Maulana dkk., 2020) telah dirancang alat kontrol suhu dan kelembaban menggunakan arduino dan *website*. Pada alat tersebut hanya mengontrol kelembaban yang tinggi, namun untuk kelembaban udara yang terlalu rendah tidak dapat dikontrol. Dengan demikian, alat tersebut kurang sesuai diterapkan pada daerah yang memiliki kelembaban udara yang rendah. Pada Penelitian (Junior Sandro Saputra, 2020) telah dirancang prototipe sistem monitoring suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler berbasis IoT. Prototipe tersebut menggunakan kipas dan lampu untuk mengatur suhu kandang ayam secara otomatis dan berbasis IoT. Namun, prototipe tersebut belum dilengkapi dengan layanan kontrol kadar gas amonia dan jumlah pakan di dalam kandang secara otomatis. Pada Penelitian (Wibowo, 2020) telah dirancang perangkat *integrated device electronic* ternak ayam broiler dengan fuzzy berbasis IoT. Pada penelitian tersebut hanya menyediakan layanan kontrol suhu dan kadar gas amonia pada kandang ayam. Sedangkan untuk kontrol jumlah pakan dan kelembaban udara belum disertakan.

Berdasarkan uraian dari beberapa penelitian sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa keunggulan alat yang akan dihasilkan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Keunggulan alat ini adalah alat ini memiliki fitur-fitur pengawasan dan pengontrolan secara otomatis yang

lengkap dan berbasis IoT. Fitur-fitur tersebut meliputi pengawasan dan pengontrolan suhu, level air dan kadar gas amonia di dalam kandang ayam broiler.

Metode Penelitian

Metode pembuatan rancangan alat pengawasan dan pengontrolan kandang ayam pada program ini diperlihatkan pada Gambar 1. Tahapan perancangan alat ini dimulai dengan menginstal aplikasi Blynk IoT ke dalam *smartphone* yang dapat diunduh pada aplikasi *Google Play Store* secara gratis. Dari aplikasi Blynk IoT tersebut akan dikirimkan kode token ke alamat email pengguna.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Pembuatan Alat Rancangan

Kode token tersebut digunakan untuk menghubungkan prosesor yang digunakan dengan *smartphone* (untuk sistem pengamanan). Tahap kedua, pembuatan program di *software Arduino IDE*. Program-program tersebut terdiri dari program untuk memproses keluaran setiap sensor yang digunakan dan program untuk menjalankan aktuator berdasarkan masukan sinyal dari setiap sensor. Seluruh program tersebut diinstal di dalam prosesor Wemos D1R2. Tahap ketiga adalah pengujian program pada *software Arduino IDE* tersebut. Setelah program selesai dibuat, maka tahapan keempat adalah merangkai sensor dan aktuator sesuai dengan

pin-pin prosesor yang telah ditentukan pada program yang telah dibuat. Setelah seluruh komponen telah terangkai dengan benar pada setiap pin-pin prosesor, maka tahapan selanjutnya adalah pengujian alat secara keseluruhan.

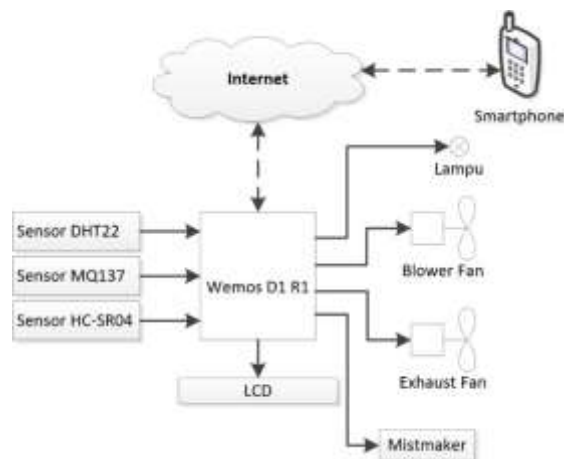
Terdapat beberapa kebutuhan fungsional dalam merancang alat pengawasan dan pengontrolan suhu, kelembaban, level air minum dan kadar gas amonia di dalam kandang ayam broiler. Kebutuhan-kebutuhan fungsional tersebut diperlihatkan seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional

Perangkat	Jumlah (Unit)
Wemos D1 R2	1
Sensor DS18B20	1
Sensor HC-SR04	1
Sensor MQ-137	1
<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	1
Module Relay 4 channel	1
Bola Lampu Pijar	1
Blower Fan	1
Exhaust Fan	1
Humidifier/ Mist Maker	1
<i>Real Time Clock (RTC)</i>	1

Wemos D1R2 berfungsi sebagai prosesor untuk memproses sinyal yang masuk dari setiap sensor dan menjalankan aktuator sesuai dengan *input* sinyal dari setiap sensor. Sensor DS18B20 berfungsi mengonversi nilai suhu di dalam kandang menjadi sinyal listrik yaitu dalam bentuk sinyal digital. Sensor HC-SR04 adalah sensor berbasis ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi level air minum di dalam kandang ayam. Sensor MQ-137 berfungsi mengukur kadar gas amonia di dalam kandang ayam dalam satuan ppm dan mengonversinya ke dalam bentuk sinyal digital. LCD berfungsi menampilkan nilai hasil pengukuran keadaan kandang ayam dari setiap sensor. Masukan LCD berasal dari prosesor. Modul relai 4 kanal berfungsi menjalankan keempat aktuator berdasarkan perintah prosesor. Bola lampu pijar merupakan aktuator yang berfungsi untuk menaikkan suhu pada kandang ayam. *Blower fan* adalah aktuator yang bertugas menurunkan suhu kandang ayam. *Exhaust fan* bertugas mengurangi kadar gas amonia dan kelembaban udara di dalam kandang ayam. *Mist maker* berfungsi meningkatkan kelembaban udara di dalam kandang ayam. RTC berfungsi sebagai penunjuk waktu secara *real*.

Pengujian sistem pengawasan dan pengontrolan suhu dan kelembaban pada Sensor DS18B20 dilakukan dengan memanfaatkan panas pada air dengan suhu yang divariasikan. Jika LCD menampilkan perubahan suhu dan kelembaban serta *blower fan* dan *mist maker* bekerja setelah suhu dan kelembaban udara melewati batas *set point* maka sistem tersebut bekerja dengan baik. Pengujian sistem pengawasan dan pengontrolan kadar gas amonia di dalam kandang dilakukan dengan mendekati gas ammonia (kotoran ayam) pada Sensor MQ-137. Jika LCD menampilkan peningkatan kadar gas amonia serta *exhaust fan* bekerja setelah kadar gas amonia melewati batas *set point* maka sistem tersebut bekerja dengan baik. Pengujian sistem pengawasan level air minum dilakukan dengan mengukur jarak antara pakan dan sensor yang direpresentasikan dalam bentuk tinggi level air dalam satuan cm. Jika LCD menampilkan perubahan level air minum saat air dikurangi dan prosesor mengirimkan notifikasi berupa pesan ke *smartphone* pengguna saat level air minum akan habis. Maka alat tersebut bekerja dengan baik. Blok diagram rancangan alat pengawasan dan pengontrolan pada program ini diperlihatkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Blok Alat Pengawasan dan Pengontrolan Kandang Ayam

Blok diagram tersebut memiliki prinsip kerja sebagai berikut. Sensor DS18B20, Sensor MQ-137 dan Sensor HC-SR04 masing-masing mengirimkan nilai suhu, kelembaban udara, kadar gas amonia dan jumlah pakan pada kandang ayam secara kontinu ke prosesor Wemos D1 R2. Selanjutnya, Wemos D1 R2 mengirimkan sinyal ke LCD untuk menampilkan nilai tersebut sebagai interpretasi keadaan kandang ayam. Selain itu, Wemos D1 R2 juga mengirimkan sinyal ke internet berupa sinyal hasil pembacaan setiap sensor tersebut terhadap parameter yang diukur. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui kondisi kandang ayam dari jarak yang jauh. Wemos D1 R2 juga memproses sinyal-sinyal dari sensor untuk menjalankan secara otomatis aktuator lampu, *blower fan*, *exhaust fan* dan *mistmaker* (*machine to machine communication*).

Hasil

Tampilan prototipe secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 3 berikut. Berdasarkan gambar tersebut seluruh komponen prototipe ditempatkan di atas selembar akrilik.



Gambar 4.1. Tampilan Prototipe

Prototipe menyediakan dua buah sumber daya 220VAC untuk Wemos D1R2 dan empat buah aktuator yang direpresentasikan dengan lampu. Pengujian sensor gas amonia dilakukan dengan menggunakan objek kotoran ayam yang divariasikan berdasarkan jarak. Hasil pengujian sensor amonia MQ-137 diperlihatkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Amonia MQ-137

Jarak (cm)	MQ-137 (PPM)	Detektor Amonia AR8500 (PPM)	Selisih (Kesalahan)
3	52,76	50,33	-0,05
6	39,62	43,29	0,08
9	30,17	32,18	0,06
12	20,12	18,89	-0,07
15	11,03	12,32	0,10

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan pada air dengan suhu yang bervariasi dan dibandingkan dengan hasil pengukuran pada thermometer. Tabel 3 adalah data hasil pengujian sensor DS18B20.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor DS18B20

DS18B20 (°C)	Termometer Digital (°C)	Selisih (Kesalahan °C)
28,64	28,50	-0,14
30,54	30,50	-0,04
36,75	36,50	-0,25
40,30	40,50	0,2
55,86	55,50	-0,36

Hasil pengujian sistem untuk mengontrol aktuator akibat perubahan parameter kualitas udara dan level air minum diperlihatkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengujian Prototipe pada Umur Ayam Broiler 15 – 21 Hari

Parameter	Kipas Suhu	Kipas Amonia	Lampu	Pompa Air
Suhu < 24°C	Tidak Bekerja	-	Bekerja	-
Suhu > 27°C	Bekerja	-	Tidak Bekerja	-
Amonia > 20 ppm	-	Bekerja	-	-
Amonia < 5 ppm	-	Tidak Bekerja	-	-
Level Air < 20%	-	-	-	Bekerja
Level Air >90%	-	-	-	Tidak Bekerja

Pembahasan

Berdasarkan data pada Tabel 2 telah diketahui bahwa kesalahan hasil pembacaan sensor deteksi gas amonia terhadap alat ukur deteksi gas amonia tidak lebih dari 0,1. Dengan menggunakan persamaan rata-rata absolut persentasi kesalahan (*mean absolute percentage error* – MAPE) pada Penelitian (Pinem dkk., 2018) telah diperoleh nilai MPE sebesar 7,31%. Hasil uji sensor MQ-137 memiliki akurasi yang tinggi karena memiliki nilai MAPE kurang dari 10%. Berdasarkan data pada Tabel 3 telah diketahui bahwa selisih (kesalahan) pembacaan sensor DS18B20 tidak lebih dari 0,36°C terhadap alat ukur termometer digital. Selain itu, dengan menggunakan persamaan yang sama untuk menghitung MAPE maka diperoleh nilai MAPE untuk sensor DS18B20 sebesar 0,49%. Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa relai bekerja dengan baik untuk mengontrol seluruh aktuator berdasarkan nilai parameter (*set point*) yang telah ditetapkan. Kipas suhu bekerja jika suhu lebih dari 27°C dan tidak bekerja jika suhu kurang dari 24°C Kipas amonia bekerja jika kadar amonia lebih dari 20ppm dan berhenti bekerja jika telah kurang dari 5ppm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut prototipe mampu mengukur suhu udara, kelembaban udara, kadar gas amonia, dan level air dengan hasil yang akurat. Prototipe juga mampu mengontrol relai untuk mengontrol seluruh aktuator sesuai dengan *set point* dari setiap parameter yang telah ditentukan. Prototipe juga mampu menampilkan nilai setiap parameter pada LCD maupun pada *smartphone* melalui platform Blynk IoT.

Referensi

- Agus Setyaningsih, F., Rekayasa Sistem Komputer, J., & MIPA Universitas Tanjungpura Jalan Hadari Nawawi Pontianak Telp, F. H. (2022). Sistem Pengontrolan dan Monitoring pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, 3(1), 117–128. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- Bustami, Mi., & Riyadi, W. (2023). Perancangan Smart System Ternak Ayam berbasis IoT menggunakan Arduino UNO. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, 3(1), 2808–5469. <http://ejournal.unama.ac.id/index.php/jakakom>
- Hafidz Alfaridli, Styawati, & Izudin Ismail. (2023). Teknologi Pemantau Suhu Kandang Ayam Berbasis IoT. *Jurnal Pepadun Ilmu Komputer Unila Publishing Network all rights reserved*, 4(3), 245–260.
- Junior Sandro Saputra, S. (2020). Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things. *Jurnal PROSISKO*, 7(1), 72–83.
- Lestari, N., Abimanyu, K., Setyo, I. H., & Hadian, D. (2020). Rancang bangun pengatur suhu kandang ayam untuk perternakan ayam skala kecil. *Techno-Socio Ekonomika*, 13(1), 1–14.
- Mahadi Sihombing, P., Adelisa, S., Amril Siregar, M., Aditia Dwi Putra, M., Tiara Lubis, D., & Zurairah Siregar, M. (2023). Prototipe Pengawasan dan Pengontrolan Aerator untuk Budidaya Udang Berbasis IoT. *Jurnal Vorteks*, 04(01), 264–271. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v4i1.265>
- Maulana, B. D., Petra, U. K., Siwalankerto, J., Petra, U. K., Siwalankerto, J., Petra, U. K., & Siwalankerto, J. (2020). *Sistem Pengaturan Suhu Dan Kelembaban Kandang Ayam Menggunakan Arduino Dan Website*.
- Mawardi, M., Sihombing, P. M., & Yudisha, N. (2024). An internet of things-based pump and aerator control system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 34(2), 848. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v34.i2.pp848-860>
- M Mujiono, Adimas Ketut Nalendra, Dimas Hafidh Fauzi, & Niswatul Karromah. (2023). Implementasi IoT dalam Monitoring Suhu dan Gas Amonia pada Kandang Ayam Berbasis Website dengan Framework Laravel. *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 17(1), 41–51. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v17i1.2808>
- Nalendra, A. K., Mujiono, M., & Widigdyo, A. (2022). PIM Sistem Kontrol Suhu dan Gas Amonia pada Kandang Ayam berbasis Internet of Things di Mitra CV. Bintang Timur Farm. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 6(3), 850–858. <https://doi.org/10.29407/ja.v6i3.18484>
- Novita Kurnia Ningrum, Tiara Widya Kusuma, Ibnu Utomo Wahyu Mulyono, Ajib Susanto, & Yupie Kusumawati. (2023). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 16(2), 278–285. <https://doi.org/10.51903/elkom.v16i2.1153>
- Nur Ariefin, R., & Suryanto. (2023). Sistem Monitoring Kualitas Udara, Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things. Dalam *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology* (Vol. 4, Nomor 2). <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno>

- Pinem, M., Zulfin, M., Suherman, S., Sihombing, P. M., & Rezkika, S. I. (2018). Characterization of Outdoor to Indoor Propagation in Urban Area by Using A Combination of COST231 Walfisch-Ikegami and COST231 Multiwall Models in 1800 Mhz and 2100 Mhz. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, 698–702. website: www.sciencepubco.com/index.php/IJET
- Rizky, M., Noviandi, H., & Herwandi, S. T. (2024). Implementasi Metode PID Pada Sistem Kontrol Gas Amonia Dalam Prototype Kandang Ayam Berbasis IoT. Dalam *Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi* (Vol. 2, Nomor 1).
- Sihombing, P. M., Samosir, H. A., Cahyadi, C. I., Engineering, A. E., Medan, P. P., & Al-azhar, U. (2023). An IoT Prototype for Temperature Monitoring and Automatic Control of Electric Motor. *Jurteksis*, IX(4), 559–566. <https://doi.org/10.33330/jurteksis.v9i4.2255>
- Sudarmawan, P. adi. (2021). Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Dan Kontrol Kandang Ayam Otomatis Berbasis IoT. Dalam *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* (Vol. 5, Nomor 1). <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3265>
- Trinaldi, A. F. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Kelembaban Kandang pada Peternakan Ayam Broiler dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani Berbasis Internet of Things. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 12(1), 349. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7046>
- Turesna, G., Andriana, A., Abdul Rahman, S., & Syarif, M. R. N. (2020). Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring Suhu Ayam, Suhu dan Kelembaban Kandang untuk Meningkatkan Produktifitas Ayam Broiler. *Jurnal TIARSIE*, 17(1), 33. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v17i1.67>
- Umiarti, A. T. (2020). *Manajemen Pemeliharaan Broiler*.
- Wakidah, R. N., Zaenab, S., Haq, N., Andrianto, Y. A., & Damayanti, A. M. (2024). Pemodelan Sistem Monitoring dan Kontrol Kadar Gas Amonia pada Kandang Ayam sebagai Upaya Meningkatkan Kesehatan dan Kualitas. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 5(1), 22–31.
- Wibowo, T. H. (2020). Membangun Integrated Device Electronic Ternak Ayam Broiler Dengan Fuzzy Berbasis Internet of Things (IoT). *Skripsi*.
- Wicaksono, M., Fatkhurrozi, B., & Teguh Setiawan, H. (2024). Sistem Monitoring Jarak Jauh Pada Peternakan Kandang Ayam Petelur Terintegrasi Telegram. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(2).
- Yasi, R. M., & Candra, A. T. (2022). Analisis Sistem Otomatisasi Kandang Ayam Boiler Berbasis IoT. *Journal of Science and Technology Naskah*, 2(2), 183–195.