

Pemodelan Sistem Monitoring dan Kontrol Kadar Gas Amonia pada Kandang Ayam sebagai Upaya Meningkatkan Kesehatan dan Kualitas

Riska Nur Wakidah^{1*}, Siti Zaenab Nurul Haq¹, Yeremia Agus Andrianto¹, Annisa Maulidia Damayanti²

¹ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri, Kediri, Indonesia

² Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia

*Corresponding Author, email : riskanurwakidah@kahuripan.ac.id

Received 2023-11-28; Revised 2023-12-19; Accepted 2024-01-09

Abstract

The success of a broiler chicken business is determined by the harvest results obtained. A good cage and chicken care system can maximize the harvest that will be obtained. The ideal chicken coop is one that has air quality, temperature and humidity that comply with the provisions. Detecting levels of ammonia gas and other gases that are harmful to chickens can be done using an air quality detector. However, what is becoming an obstacle for breeders is that the price of the detector equipment is quite expensive. So a more economical and efficient ammonia gas detection system is needed. In this research, a system for detecting temperature, humidity and ammonia gas levels was created which can be monitored remotely. This research starts from analysis, design, implementation and continues with evaluation. From the research results it was found that the control system can work well, if the ammonia gas level is high then the blower will be ON, and if the ammonia gas has reached the ideal value then the blower will be Off. And when the cage temperature is lower than specified, the incandescent lamp will be on, and vice versa. Apart from that, measured parameters can be displayed on the IoT (Internet of Things) system so that it can increase the efficiency of farmer performance.

Keywords: Broiler Chickens; Ammonia Gas Controls; Temperature control; Humidity Control; IoT (Internet of Things).

1. Introduction

The Introduction should Ayam ras pedaging atau ayam broiler merupakan salah satu sumber gizi yang populer masyarakat di Indonesia [1]. Hal ini didukung oleh data dari pusat statistik tahun 2019 jumlah populasi ayam pedaging di Indonesia mencapai 3.15 Milyar ekor dengan pusat produksi paling banyak berada di Pulau Jawa [2]. Sehingga, peternakan ayam broiler memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia [3]. Umumnya usaha peternakan ayam pedaging dilakukan oleh Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). Dalam Surat Keputusan Presiden No. 50 Tahun 1981 yang dimaksud dengan Peternak skala kecil atau UMKM menyebutkan peternak ayam petelur memiliki populasi sebanyak 5.000 ekor, dan untuk ayam pedaging panen sebanyak 750 ekor per minggu [4].

Keberhasilan usaha ayam broiler ditentukan dari hasil panen yang diperoleh. Sistem perawatan kandang dan ayam yang baik dapat memaksimalkan hasil panen yang akan diperoleh. Bagusnya kualitas kandang ayam akan membawa ayam terbebas dari berbagai penyakit. Kandang ayam yang ideal adalah yang memiliki kualitas udara, suhu, dan kelembaban yang sesuai dengan ketentuan [4]. Kualitas udara kandang ayam dipengaruhi

oleh sisa-sisa kotoran ayam. Kotoran ayam dapat memicu atau membentuk gas amonia pada kandang. Gas amonia adalah salah satu gas yang berbahaya bagi ayam. Gas amonia yang aman pada kandang ayam yaitu 5 – 25 ppm (part per million). Jika jumlah gas amonia yang ada dalam kandang ayam lebih dari 25 ppm maka dapat membahayakan kesehatan ayam broiler. Dengan kadar 30-40 ppm kesehatan ayam secara umum akan terganggu. Dan apabila gas amonia mencapai 40 – 50 ppm maka akan terjadi penurunan pertumbuhan 15% pada ayam broiler [5].

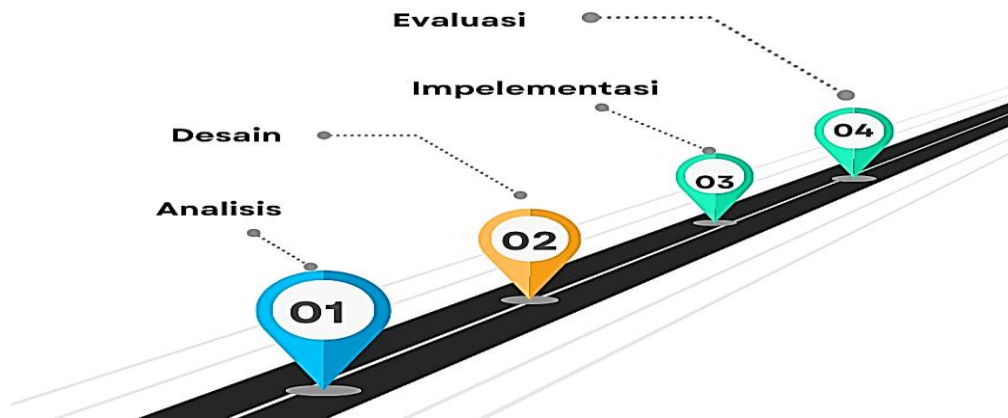
Deteksi tingkat/kadar gas amonia dapat dilakukan menggunakan indra penciuman. Namun Cara tersebut tidak bisa mengetahui dengan pasti berapa kadar gas amonia pada kandang [6]. Pendeteksian kadar gas ammonia dan gas lain yang membahayakan ayam dapat dilakukan dengan menggunakan alat detektor kualitas udara. Akan tetapi yang menjadi kendala peternak adalah harga alat detektor yang cukup mahal. Sehingga dengan ketidakjangkauan tersebut, peternak ayam untuk saat ini memasang blower pada sisi sisi kandang untuk membantu mengeluarkan gas Amonia. Kendala yang dihadapi peternak dalam penggunaan blower adalah besarnya energi listrik yang digunakan. Tingginya energi listrik yang dibutuhkan karena blower akan menyala terus menerus meskipun gas ammonia pada kandang masih dalam kadar normal atau bahkan rendah.

Suhu dan kelembaban juga menjadi faktor dalam keberhasilan hasil panen. Suhu dan kelembaban yang tidak stabil dan terlalu tinggi/rendah dapat mempengaruhi nafsu makan ayam [7]. Apabila suhu kandang terlalu panas maka ayam akan lebih banyak minum, dan jika suhu kandang terlalu dingin maka ayam akan cenderung lebih banyak makan. Keadaan tersebut tidak bagus untuk pertumbuhan ayam peternak. Pada umumnya untuk menjaga besarnya suhu dan kelembaban peternak menggunakan cara yang konvensional dengan datang langsung ke kandang [8]. Apabila faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kesehatan ayam tidak dilaksanakan, maka dapat menyebabkan banyak ayam yang mati, bobot kurang maksimal, dan ayam mudah terserang penyakit [9].

Berdasarkan analisis situasi yang telah dilaksanakan terhadap kondisi yang ada, ada beberapa permasalahan pada aspek produksi dan aspek manajemen yang akan diselesaikan. Permasalahan diantaranya adalah kontrol kadar gas amonia, tingkat suhu dan kelembaban yang harus lebih efektif dan efisien. Kontrol kadar gas ammonia, tingkat suhu, dan kelembaban secara otomatis akan diterapkan dalam penelitian ini. Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi kerja dari peternak, sistem IoT (*Internet of Things*) juga akan diterapkan agar sistem dapat dikontrol dan dimonitoring dari jarak jauh. Dengan seperti itu, peternak tidak perlu datang ke kandang untuk hanya memonitoring kualitas kandang ayam [10].

2. Material and methods

Tahapan penelitian perlu untuk dijelaskan, agar penelitian yang dilakukan berjalan secara sistematis dan terukur. sehingga apa yang direncanakan bisa terwujud dengan baik dan benar. Pada penelitian ini dimulai dari analisis, desain, Implementasi dan dilanjutkan dengan Evaluasi.

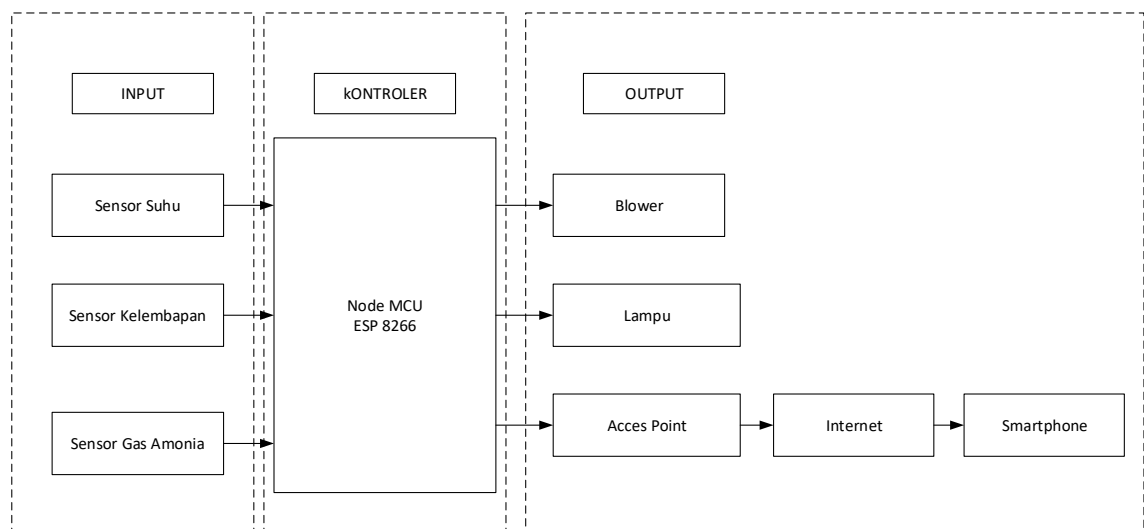


Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Analisis dimulai dengan pengumpulan data-data dan perkembangan yang ada pada objek penelitian. Selanjutnya adalah analisis pengembangan yang akan dilakukan pada penelitian. Pada tahap ini dilakukan pencairan referensi teori-teori yang diperlukan dan penerapan pada sistem. Setelah analisis dari teori-teori yang telah dilakukan maka dilanjutkan dengan analisis kebutuhan, pembatasan masalah dan rentang waktu yang diperlukan untuk penelitian.

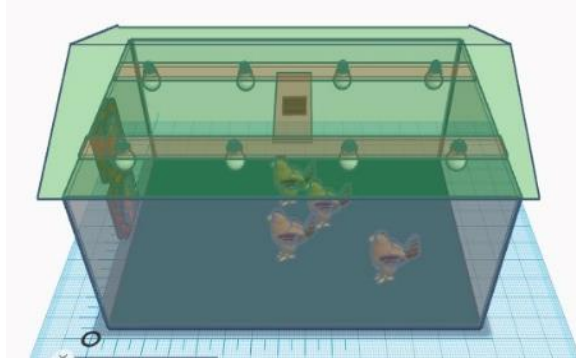
Setelah analisis dan rancangan pengembangan telah dilakukan maka dilanjutkan dengan desain sistem. Desain sistem dibagi menjadi tiga desain, yakni desain Software, rangkaian elektronik, dan mekanik.

Bahasa yang digunakan pada sistem adalah Bahasa C yang diimplementasikan pada NodeMcu ESP 8266. Desain software disesuaikan dengan kebutuhan pada rangkaian elektronik. Desain blok rangkaian elektronik dapat dilihat pada Gambar 2. Input rangkaian diantaranya adalah Sensor Gas, Sensor suhu, sensor kelembapan yang kemudian diproses oleh node MCU ESP 8266 dan output berupa kecepatan putar blower dan terang/redupnya lampu.



Gambar 2 Diagram Blok Rangkaian Elektronik

Desain Mekanik adalah sebuah prototipe kandang yang didesain sedemikian rupa sehingga sistem yang ada menyerupai kandang ayam tipe *closed house*. Kandang tipe *closed house* merupakan suatu sistem yang menempatkan ayam-ayam dalam lingkungan terkendali dan tertutup [11]. Prototipe dibuat dengan dimensi 60x40x40 cm. Pada prototipe dipasang 2 blower dan 2 lampu sebagai aktuator untuk mengendalikan tingkat suhu, kelembapan dan kadar gas pada sistem. Desain mekanik pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Desain Protipe Mekanik

3. Results and discussion

Hasil penelitian berupa sebuah perancangan sistem kontrol otomatisasi untuk menjaga tingkat suhu dan kelembapan pada kandang juga kadar udara. Prototipe pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Prototipe Alat

Pelaksanaan sistem dimulai dari pengecekan/ kalibrasi sensor yang akan digunakan, hal ini bertujuan untuk memastikan sensor dapat digunakan dengan baik. Kalibrasi dilakukan pada masing-masing sensor dengan hasil sebagai berikut:

Sensor Suhu dan kelembapan

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT 11, dimana sensor tersebut dapat melakukan pembacaan tingkat suhu dan kelembapan sekaligus. Salah satu pertimbangan menggunakan sensor tersebut adalah efisiensi sensor dan kemudahan dalam penggunaannya [12]. Sumber tegangan sensor DHT11 merupakan tegangan DC dengan besar 5V. selanjutnya, perubahan tegangan yang diakibatkan adanya

peningkatan/penurunan suhu/kelembapan yang dibaca oleh mikrokontroler dan kemudian diketahui nilai suhu dan tegangannya.

Pengecekan sensor suhu dan kelembapan dilakukan setelah program diterapkan dan dibandingkan dengan alat ukur suhu dan kelembapan. Pengujian pertama dilakukan dengan membandingkan besar suhu yang terbaca oleh sensor dengan thermometer analog. Hasil kalibrasi sensor suhu ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian/Kalibrasi Sensor Suhu

No	Suhu berdasarkan termometer	Suhu terukur pada sistem	Error
1	24 °C	24.5 °C	2.08 %
2	26 °C	26.1 °C	0.3 %
3	28 °C	28.7 °C	2.5 %
4	30 °C	31.1 °C	3.6 %
5	32 °C	32.8 °C	2.1 %
6	34 °C	34 °C	0 %
Rata- rata Error			1.76%

Berdasarkan data yang dipaparkan pada Tabel 1, diketahui bahwa nilai error rata-rata sebesar 1.76 %. Error tersebut masih dalam batas toleransi. Sehingga, sensor suhu dikatakan sudah bekerja sesuai fungsinya dan dapat digunakan dalam sistem ini.

Selanjutnya, pengujian dilakukan pada tingkat kelembapan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil kelembapan yang terukur pada sensor dengan hygrometer. Tujuan dari pengujian/kalibrasi ini juga sama dengan pengujian pada sensor suhu, yaitu untuk mengetahui keandalan dari sensor yang akan digunakan pada sistem. Hasil pengujian sensor kelembapan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian/Kalibrasi Sensor Kelembapan

No	Kelembapan berdasarkan Hygrometer	Kelembapan terukur pada sistem	Error
1	63 %	64 %	1.58 %
2	65 %	65 %	0 %
3	67 %	69 %	2.9 %
4	69 %	70 %	1.4 %
5	71 %	73 %	2.8 %
6	73 %	74 %	1.3 %
Rata- rata			1.66 %

Berdasarkan data yang dipaparkan pada Tabel 2, diketahui bahwa nilai error rata-rata sebesar 1.66 %. Error tersebut masih dalam batas toleransi. Sehingga, sensor kelembapan dikatakan sudah bekerja sesuai fungsinya dan dapat digunakan dalam sistem ini.

Sensor Gas

Sensor gas yang digunakan pada penelitian ini adalah MQ135. Sensor MQ 135 mendeteksi besarnya kadar gas yang ada pada ruang tertentu dengan *feedback* berupa perubahan nilai resistansi. Nilai resistansi menjadi *input* mikrokontroler yang akan diprogram sehingga *output* berupa nilai kadar gas.

Berbeda dengan sensor lain, pada sensor MQ 135 kalibrasi dilakukan dengan melakukan pengukuran resistansi pada udara bersih (nilai R_0). Setelah diketahui nilai R_0 , dilanjutkan dengan perhitungan rasio resistansi (R_s). Nilai R_s didapatkan melalui pengukuran nilai resistansi terhadap kadar gas pada saat itu [13]. Selanjutnya, hasil nilai R_0 dan R_s diolah untuk dilakukan perhitungan dan pengkonversian kedalam satuan PPM. Persamaan untuk mendapatkan nilai PPM ditunjukkan pada persamaan 1.

$$PPM = 10^{(-2.074 \times R_s/R_0 + 5.069)} \quad (1)$$

Dari penjelasan yang telah dipaparkan, maka dalam penelitian ini dilakukan pengukuran nilai R_s terhadap nilai waktu dan perubahan kadar Gas. Hasil pengukuran nilai R_s dipaparkan pada Tabel 3.

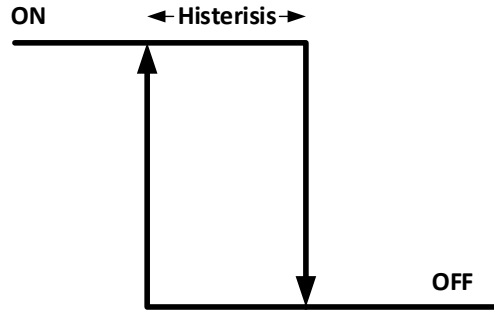
Tabel 3 Hasil Pengukuran Nilai R_s Sensor MQ 135

Waktu (ms)	R_s (Ohm)	R_s/R_0 (Ohm)
100	27801,3	1,1213
200	27701,2	1,1196
300	27683,2	1,1175
400	27634,1	1,1065
500	27531,0	1,1055
600	27487,3	1,1022

Dari hasil yang dipaparkan Tabel 3 dapat diketahui sensor MQ 135 memiliki respon nilai R_s terhadap perubahan waktu, sehingga sensor dikatakan handal dan dapat digunakan dalam penelitian ini.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen dan rangkaian telah selesai dilaksanakan dan dipastikan dapat bekerja secara baik. Pengujian pertama dilakukan pada respon kontrol. Kontrol bekerja dengan tujuan untuk menjaga kualitas kadar udara, suhu, dan kelembabapan pada kandang. Ketika kadar gas amonia pada kandang tinggi, maka blower akan menyala. Dan ketika suhu dan kelembabapan pada kandang terlalu rendah maka lampu pijar akan menyala, dan begitu sebaliknya. Sistem kontrol yang digunakan adalah kontrol histerisis, dimana akan diberikan jeda antara batas atas dan bawah parameter kontrol. Kontrol histerisis diimplementasikan guna menjaga sistem dari perubahan keadaan On/Off yang terlalu sering. Keadaan On/Off yang terlalu sering dapat mengganggu kinerja atau bahkan merusak alat. Prinsip kerja kontrol histerisis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Kontrol Histerisis

Hasil pengujian sistem yang dilakukan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Sistem

Suhu Ideal (°C)	Suhu Ruang (°C)	Lampu Pijar	Kadar Gas	Blower
30- 34	29.2	Off	30	On
30- 34	31.0	On	30	On
30- 34	33.5	On	40	On
30- 34	34.5	On	40	On
30- 34	34.7	Off	40	On
30- 34	33.8	On	30	On
30- 34	33.0	On	30	On
30- 34	32.5	On	20	On
30- 34	30.1	On	10	Off
30- 34	29.0	Off	10	Off

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa lampu pijar merespon terhadap perubahan yang terjadi pada parameter kontrol. Ketika suhu lebih dari suhu ideal, maka lampu pijar akan Off untuk menurunkan suhu pada nilai ideal kembali. Dan apabila suhu lebih rendah dari nilai ideal maka lampu pijar akan On untuk menaikkan suhu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Dengan dilakukannya kontrol seperti yang dilakukan maka diharapkan kondisi suhu pada kandang tetap terjaga pada kondisi ideal tanpa harus ada campur tangan peternak secara langsung. Dan hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja peternak.

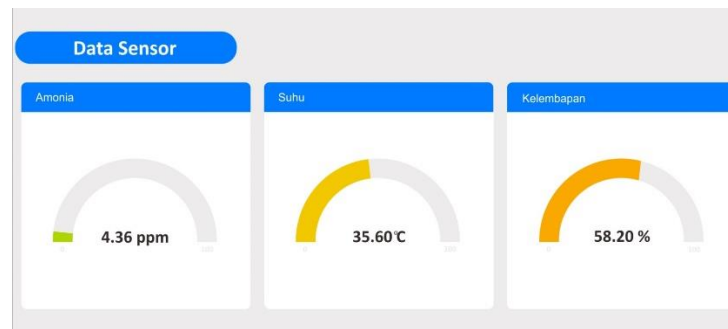


Gambar 6 Pengujian Lampu

Selain itu, pada Tabel 4 juga ditunjukkan bahwa blower akan menyala apabila kadar amonia pada kandang lebih dari 10 PPM. Hal tersebut bertujuan untuk menurunkan kadar gas amonia yang ada. Dan begitu pula ketika kadar amonia sudah mencapai nilai ideal, maka

blower akan mati. Selain untuk menjaga kadar gas amonia pada kandang, hal tersebut bertujuan untuk menghemat energi listrik. Blower hanya akan menyala ketika dibutuhkan saja.

Selanjutnya untuk menambahkan efisiensi dari sistem, maka ditanamkan IoT (Internet of Things). IoT bertujuan agar parameter-parameter penentu kualitas kandang dapat dimonitoring dari jarak jauh. Tampilan IoT sistem monitoring kadar gas, suhu dan kelembapan kandang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Tampilan IoT sistem monitoring kadar gas, suhu dan kelembapan kandang

4. Conclusion

Dari hasil penelitian yang dilakukan, sistem kontrol gas amonia ; suhu; dan kelembapan pada kandang ayam telah berhasil dilaksanakan. Sistem kerja blower pada alat dipengaruhi oleh perubahan nilai gas amonia yang terbaca. Apabila kadar gas amonia tinggi maka blower akan ON, dan apabila gas amonia Sudah mencapai nilai ideal maka blower akan Off. Dan ketika suhu kandang lebih rendah dari yang ditentukan maka lampu pijar akan On, begitupula sebaliknya. Parameter- parameter terukur dapat ditampilkan pada sistem IoT (Internet of Things) sehingga dapat menambah efisiensi kinerja petani.

Author contribution

Riska Nur Wakidah dan Siti Zaenab Nurul Haq melakukan analisis terkait dengan teori dan membuat system. Riska Nur Wakidah, Siti Zaenab Nurul Haq, Yeremia Agus Andrianto, dan Annisa Maulidia Damayanti membangun alat, analisis sistem dan sampai dengan pembuatan artikel

Funding statement

Penelitian ini telah terlaksana dengan baik dan mendapatkan data yang menjadi tujuan akhir dengan mendapat pendaan dari Hibah Internal Penelitian dan Pengabdian kepada masyarakat Universitas Kahuripan Kediri

Acknowledgements

Penulis terima kasih kepada Universitas Kahuripan Kediri dan tim peneliti yang telah memberikan dukungan baik materil maupun non materil sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Competing interest

We have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

- [1] J. S. Saputra and S. Siswanto, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2132.
- [2] V. Armelia, N. D. Arkan, I. Ismoyowati, and N. A. Setianto, "Dampak sosial ekonomi covid-19 terhadap usaha peternakan broiler di Indonesia," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Agribisnis Peternak*, vol. 7, pp. 161–167, 2020, [Online]. Available: <http://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/474>
- [3] B. Tiesnamurti, "Prospek peternakan di era normal baru pasca pandemi covid-19: pemanfaatan berkelanjutan sumberdaya genetik ternak sebagai penyedia pangan hewani," *Pros. Semin. Teknol. Agribisnis Peternak. Fak. Peternak. Univ. Jenderal Soedirman*, vol. 7, pp. 1–14, 2020, [Online]. Available: <http://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/452>
- [4] A. K. Nalendra, M. Mujiono, and A. Widigdyo, "PIM Sistem Kontrol Suhu dan Gas Amonia pada Kandang Ayam berbasis Internet of Things di Mitra CV. Bintang Timur Farm," *J. ABDINUS J. Pengabd. Nusant.*, vol. 6, no. 3, pp. 850–858, 2022, doi: 10.29407/ja.v6i3.18484.
- [5] T. Saili, R. Aka, F. A. Auza, W. L. Salido, A. M. Sari, and A. Napirah, "Production Performance of Local Village Chicken Fed by Agriculture by-product Supplemented with Herbal Probiotics and Mud Clams Extract (Polymesoda erosa) in Kendari-South-East Sulawesi," *J. Peternak. Indones. (Indonesian J. Anim. Sci.)*, vol. 21, no. 3, p. 327, 2019, doi: 10.25077/jpi.21.3.327-336.2019.
- [6] J. Jamal and T. Thamrin, "Sistem Kontrol Kandang Ayam Closed House Berbasis Internet Of Things," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.)*, vol. 9, no. 3, p. 79, 2021, doi: 10.24036/voteteknika.v9i3.113430.
- [7] Rahmadha, "Sistem Monitoring Dan Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Peternakan Ayam Broiler," *eProceedings ...*, vol. 7, no. 1, pp. 3527–3535, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/download/14080/13820>
- [8] M. N. Ikkal Iskandar, Andi Bode, "Prototype Kandang Ayam Cerdas Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Cosphi*, vol. 4, no. 2, pp. 19–22, 2020, [Online]. Available: <https://cosphijournal.unisan.ac.id/index.php/cosphihome/article/view/98>
- [9] A. A. Masriwilaga, T. A. J. M. Al-hadi, A. Subagja, and S. Septiana, "Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things (IoT)," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1641.
- [10] J. Vijayalakshmi, G. Puthilibhai, and S. R. L. Siddarth, "Implementation of Ammonia Gas Leakage Detection Monitoring System using Internet of Things," *Proc. 3rd Int. Conf. I-SMAC IoT Soc. Mobile, Anal. Cloud, I-SMAC 2019*, no. Mq 135, pp. 778–781, 2019, doi: 10.1109/I-SMAC47947.2019.9032577.
- [11] E. Fradinata, A. Yaman, D. Dasrul, and ..., "Introduksi Manajemen Ayam Petelur Sistem Kandang Tertutup (Closed House) di Saree-Aceh," *J. Pengabd. ...*, vol. 1, no. 7, pp. 1291–1300, 2022, [Online]. Available: <https://www.bajangjournal.com/index.php/JPM/article/view/3029%0Ahttps://www.bajangjournal.com/index.php/JPM/article/download/3029/2097>

- [12] D. Srivastava *et al.*, "Monitoring Temperature and Humidity using Arduino Nano and Module-DHT11 Sensor with Real Time DS3231 Data Logger and LCD Display," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 9, no. 12, pp. 518–521, 2020, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Rajesh-Shrestha-4/publication/344087453_Study_and_Control_of_DHT11_Using_Atmega328P_Microcontroller/links/5f635202458515b7cf39b9ea/Study-and-Control-of-DHT11-Using-Atmega328P-Microcontroller.pdf%0Ahttps://www.researchg
- [13] E. Indahwati and Nurhayati, "Rancang Bangun Alat Pengukur Konsentrasi Gas Karbon Monoksida(CO) Menggunakan Sensor Gas MQ-135 Berbasis Mikrokontroler Dengan Komunikasi Serial USART," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 12–21, 2012.
- [14] Wakidah, R. N. Sistem Pengontrolan Suhu Pada Proses Budidaya Black Slodier Fly (BSF) Sebagai Alternatif Pengurangan Sampah Organik. *Jurnal Qua Teknika*, 12(01), 17-24. 2022.
- [15] Wakidah, R. N., Aflaha, D. S. I., Taufik, I., Zahra, A. Z., Susilowati, S., & Muktingrum, T. Pengembangan Kit Renewable Energy sebagai Media Pembelajaran Penghematan Energi di Mi Roudlotul Ulum Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Abdi Insani*, 9(1), 229-237. 2022.