

Rancang Bangun Sistem Monitoring Lingkungan Pada Kandang Sapi Berbasis *Internet of Things*

Fendi Untoro^{1*}
Nurchim²
Pramono³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Kec. Serengan, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57154, Indonesia

¹202020269@mhs.udb.ac.id, ²nurchim@udb.ac.id, ³pramono@udb.ac.id

***Penulis Korespondensi:**

Fendi Untoro
202020269@mhs.udb.ac.id

Abstrak

Sapi adalah hewan ternak yang umumnya dipelihara oleh masyarakat, terutama di daerah pedesaan. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2021 populasi sapi potong mencapai 17.977.214 ekor, mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya yang tercatat sebanyak 17.440.393 ekor. Faktor lingkungan pada kandang sapi dapat langsung mempengaruhi ternak, menyebabkan stres akibat suhu ekstrem baik panas maupun dingin, sehingga menimbulkan turunnya konsumsi pakan dan ketidaknyamanan. Kadar gas amonia yang tinggi dari limbah kotoran sapi dapat mempengaruhi ketahanan sapi terhadap penyakit dan menurunkan produktivitas sapi serta dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem *monitoring* lingkungan kandang sapi berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode dalam penelitian ini menggunakan beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, analisa kebutuhan, desain, perancangan dan pengujian. Sistem yang dibuat dapat memantau suhu, kelembaban dan gas amonia pada lingkungan kandang sapi dan menampilkan informasi tersebut pada aplikasi *mobile*. Dalam aplikasi *mobile* tersebut dapat menampilkan informasi dari nilai sensor dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah selama pemantauan berlangsung. Teknik pengujian alat dilakukan dengan 10 sampel, hasilnya pendeteksi suhu mempunyai tingkat akurasi sebesar 91.13 %, pendeteksi kelembaban menunjukkan nilai sebesar 94.52% dan pendeteksi gas amonia menunjukkan nilai paling tinggi sebesar 34.8 ppm pada jarak 10 cm dan paling kecil sebesar 6.6 ppm pada jarak 100 cm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem IoT yang dikembangkan efektif dalam memantau parameter penting seperti suhu, kelembaban, dan gas amonia secara *real-time*. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi bagi peternak dalam memonitoring kondisi lingkungan kandang, yang sebelumnya dilakukan secara manual.

Kata Kunci: *Internet of Things*(IoT); kandang sapi; Kesehatan; sistem monitoring

Abstract

Cows are livestock that are generally kept by the community, especially in rural areas. According to data from the Central Statistics Agency (BPS), in 2021 the beef cattle population reached 17,977,214, an increase compared to the previous year which was recorded at 17,440,393. Environmental factors in cow sheds can directly affect livestock, causing stress due to extreme temperatures, both hot and cold, resulting in decreased feed consumption and discomfort. High levels of ammonia gas from cow dung waste can affect cow resistance to disease and reduce cow productivity and can cause health problems for the surrounding community. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based cow shed environmental monitoring system. The method in this study uses several stages, namely data collection, needs analysis, design, planning and testing. The system created can monitor temperature, humidity and ammonia gas in the cow shed environment and display this information on a mobile application. In the mobile application, information from sensor values can be displayed in high, medium, and low categories during monitoring. The tool testing technique was carried out with 10 samples, the results showed that the temperature detector had an accuracy level of 91.13%, the humidity detector showed a value of 94.52% and the ammonia gas detector showed the highest value of 34.8 ppm at a distance of 10 cm and the smallest of 6.6 ppm at a distance of 100 cm. The results of this study indicate that the developed IoT system is effective in monitoring important parameters such as temperature, humidity, and ammonia gas in real-time. This can increase efficiency for farmers in monitoring environmental conditions in the cage, which was previously done manually.

Keywords: *Internet of Things*(IoT); cow shed; health; monitoring system

1. Pendahuluan

Sapi adalah hewan ternak yang umumnya dipelihara oleh masyarakat, terutama di daerah pedesaan. [1]. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2021 populasi sapi potong

mencapai 17.977.214 ekor, mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya yang tercatat sebanyak 17.440.393 ekor[2]. Sapi memiliki berbagai fungsi dalam kehidupan manusia, termasuk sebagai sumber pangan, bahan baku, hewan pekerja, atau bahkan sebagai hewan peliharaan. [3]. Oleh karena itu, peternak harus menyediakan perawatan kesehatan yang memadai, salah satunya dengan menciptakan lingkungan yang nyaman dan sehat bagi ternak. [4][5].

Faktor lingkungan, terutama suhu dan kelembaban, berperan penting dalam menentukan produktivitas ternak. Kondisi lingkungan pada kandang ini dapat langsung mempengaruhi ternak, menyebabkan stres akibat suhu ekstrem, baik panas maupun dingin, sehingga menimbulkan turunya konsumsi pakan dan ketidaknyamanan[6]. Kadar gas amonia yang tinggi dari limbah kotoran sapi di lingkungan kandang dapat mempengaruhi ketahanan sapi terhadap penyakit, yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan angka kematian.[7]. Dampak dari limbah kotoran sapi tersebut apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat sekitar. Gas amonia yang berasal dari kotoran sapi dapat memasuki tubuh manusia melalui beberapa jalur, seperti inhalasi, oral, kontak dengan kulit, serta melalui mata. Gas amonia dapat menyebabkan gangguan pernafasan, pembengkakan dan kesulitan bernafas apabila terhirup melalui saluran pernafasan[8].

Dalam era globalisasi saat ini, perkembangan teknologi telah mencapai kemajuan yang signifikan salah satunya Internet of Things (IoT)[9]. *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu sistem tertanam yang dirancang untuk terus memperluas penggunaan konektivitas internet. [10][11]. Penerapan teknologi IoT untuk peternakan cerdas menjadi solusi yang efektif dan efisien bagi peternak untuk mengetahui kondisi lingkungan tersebut dengan cepat dan juga bisa meringankan pekerjaannya[12].

Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada kandang sapi ini diperlukan sebagai solusi bagi peternak yang sebelumnya pemantauan dilakukan dengan mengunjungi langsung pada kandang sapi, kini dapat melakukan pemantauan suhu, kelembaban dan gas amonia dimana saja secara *real-time* tanpa harus mengunjungi kandang sapi sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemantauan bagi peternak[13].

Seperti pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Monitoring Gas Amonia menggunakan Sensor MQ-135 untuk Kesehatan Kandang Sapi di Desa Mrawan Kecamatan Mayang Kabupaten Jember" membuat alat untuk melakukan *monitoring* terhadap gas amonia pada kandang sapi menggunakan sensor MQ-135 yang menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) [14].

Mengacu pada penelitian sebelumnya maka dilakukan penelitian untuk membuat prototipe sistem *monitoring* lingkungan kandang sapi dengan pengembangan yaitu menambahkan fitur pembacaan suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 dan menambahkan fitur keterangan dari setiap pembacaan sensor, serta nilai dari pembacaan dapat di akses melalui aplikasi *mobile*.

Tujuan penelitian ini yaitu membuat prototipe sistem pemantauan pada lingkungan kandang sapi berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini mampu mengukur suhu, kelembaban dan gas amonia yang ada pada lingkungan kandang sapi serta menampilkan informasi tersebut pada aplikasi *mobile* secara *real-time*. Dalam aplikasi *mobile* tersebut dapat menampilkan informasi dari nilai sensor dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah selama pemantauan berlangsung. Dengan adanya alat tersebut maka peternak dapat melakukan *monitoring* dimana saja secara *real-time* tanpa harus mengunjungi kandang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa tahap, termasuk pengumpulan data, analisis kebutuhan, desain, perancangan, dan pengujian. Gambar 1. menunjukkan alur dari proses penelitian yang dilaksanakan.



Gambar 1. Alur Penelitian (Sumber : [15])

Pengumpulan Data

Beberapa metode pengumpulan data yang diterapkan untuk mendukung pengembangan sistem monitoring ini meliputi:

- a. Studi pustaka
Penelitian literatur dilakukan dengan membaca berbagai referensi dari artikel dan jurnal yang relevan dengan topik yang sedang diteliti.
- b. Observasi
Pengamatan dilakukan dengan mengamati secara langsung salah satu peternakan milik warga di desa Jenggotan 02/03 Pagutan, Manyaran, Wonogiri.

Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menentukan kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu Node MCU ESP8266 sebagai *mikrokontroler*, sensor MQ-135 sebagai pendeteksi gas amonia, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, breadboard sebagai penghubung komponen, kabel jumper untuk menyambungkan rangkaian, baterai 18650 sebagai sumber daya dan baterai holder sebagai wadah baterai. Selain komponen tersebut kebutuhan *software* juga diperlukan untuk penulisan program pada *hardware* dan pembuatan aplikasi *mobile* untuk menampilkan data yang didapat dari sensor.

Desain

Tahap ini merupakan desain, di mana kegiatan utamanya adalah merancang sistem yang menghasilkan spesifikasi sistem. Desain sistem mencakup konsep dari sistem yang akan dikembangkan dengan tujuan untuk menghasilkan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan [16]. Desain tersebut antara lain sebagai berikut:

- a. Desain Perangkat Keras
Tahap ini merupakan pembuatan skema rangkaian dari perangkat keras untuk memudahkan dalam melakukan perakitan komponen.
- b. Desain Aplikasi *Mobile*
Tahap ini merupakan gambaran dari sebuah aplikasi *mobile* yang menjadi acuan dalam pembuatan aplikasi *mobile*.

Perancangan

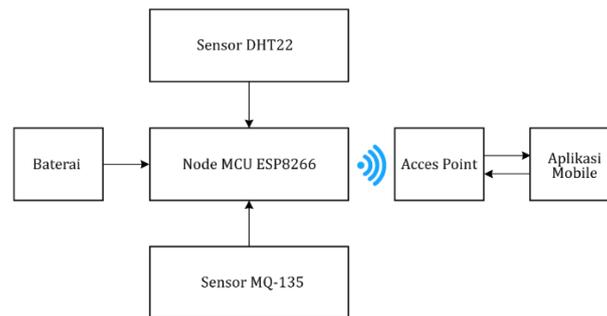
Pada tahap ini merupakan perancangan yang dimulai dari perakitan *hardware* kemudian dilakukan pengkodean pada Node MCU ESP8266 dan aplikasi *mobile*.

Pengujian

Pada tahap ini, dilakukan pengujian yang meliputi pengujian pengiriman data dari alat dan pengujian penampilan data pada aplikasi *mobile* guna untuk mengetahui seberapa sesuai dengan desain dan untuk mengetahui kekurangan sistem.

3. Hasil

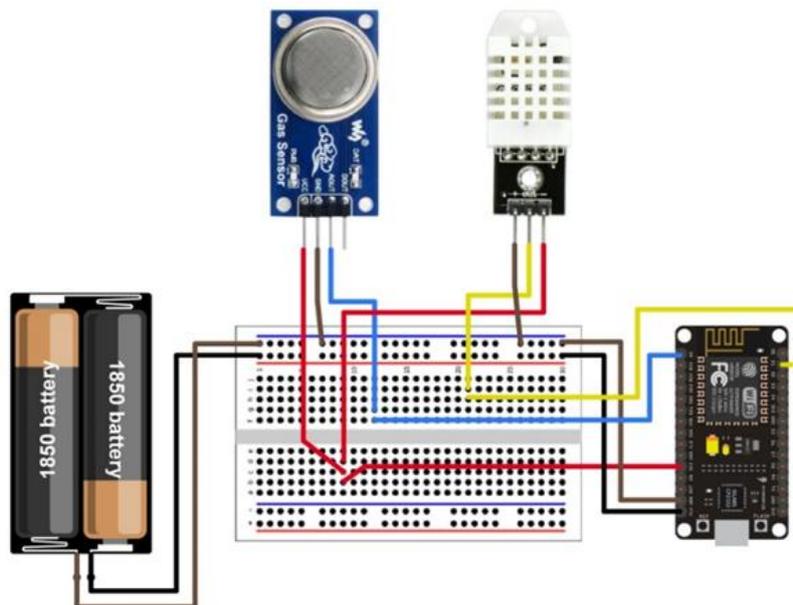
Cara kerja dari alat ini yaitu dimulai dari aliran daya dari baterai ke ESP8266, yang kemudian mendistribusikan arus listrik ke semua komponen. Sensor DHT22 dan sensor MQ-135 kemudian mengukur parameter suhu, kelembaban, dan gas amonia. Data yang diperoleh diproses oleh ESP8266 dan ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Pada Gambar 2. merupakan blok diagram cara kerja dari sistem monitoring ini.



Gambar 2. Blok Diagram (Sumber : Dokumen Pribadi)

Skema Rangkaian Perangkat keras

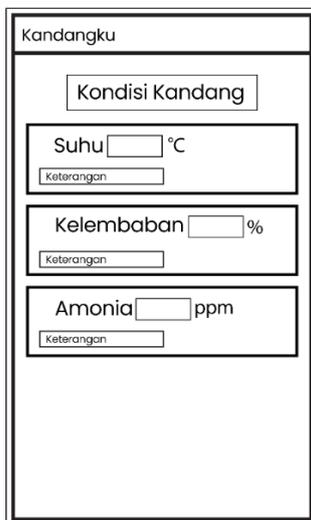
Skema rangkaian perangkat keras yang dibuat berfungsi untuk memudahkan dalam melakukan perakitan komponen. Skematik rangkaian dari prototype yang akan dibuat terdapat sensor DHT22 dengan pin *out* terhubung ke (D1) mikrokontroler, pin *negative* (-) terhubung ke 3V3 dan pin *positive* (+) terhubung ke *ground* pada mikrokontroler. Kemudian sensor MQ-135 dengan pin A0 terhubung ke A0, GND ke *ground* dan VCC ke 3V3. Kemudian untuk sumber daya menggunakan dua buah baterai 1850 dengan terminal *positive* (+) terhubung ke VIN dan *negative* (-) ke *ground* pada mikrokontroler. Pada Gambar 3. merupakan skema dari rangkaian.



Gambar 3. Skema Rangkaian (Sumber : Dokumen Pribadi)

Desain Aplikasi Mobile

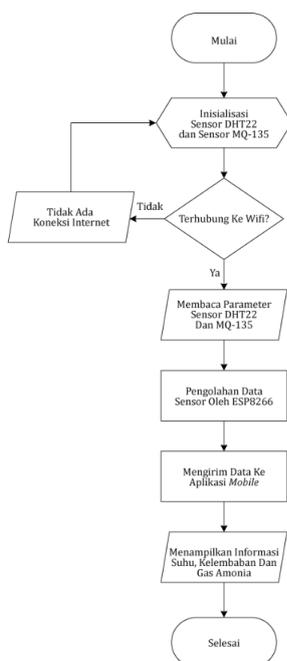
Desain aplikasi *mobile* yang dibuat bertujuan untuk mempermudah dalam proses perancangan aplikasi *mobile*. Dalam aplikasi *mobile* yang akan dibuat terdapat label masing – masing untuk menampilkan suhu, kelembaban dan gas amonia beserta keterangannya. Pada Gambar 4. merupakan desan dari aplikasi *mobile*.



Gambar 4. Desain Aplikasi (Sumber : Dokumen Pribadi)

Flowchart Sistem

Alur kerja dari sistem monitoring lingkungan pada kandang sapi ini yaitu dimulai dengan inialisasi sensor DHT22 dan sensor MQ-135. Setelah terhubung dengan Wi-Fi, sensor DHT22 dan sensor MQ-135 akan mulai membaca parameter. Jika koneksi Wi-Fi belum terhubung, proses akan terus diulang hingga koneksi berhasil dilakukan. Kemudian data yang terbaca oleh sensor DHT22 dan MQ-135 akan diolah oleh ESP8266 dan selanjutnya data dikirim ke klien. Pada Gambar 5. merupakan *flowchart* dari sistem.



Gambar 5. Flowchart Sistem (Sumber : Dokumen Pribadi)

Tampilan Perangkat Keras

Hasil prototipe dari penelitian ini berupa beberapa komponen yang meliputi breadboard, sensor MQ-135, sensor DHT22, ESP 8266, baterai holder dan baterai kemudian diletakan dalam box yang terbuat dari triplek dengan dimensi panjang 14 cm, tinggi 8 cm dan lebar 8 cm. Pada Gambar 6. merupakan hasil dari perangkat keras.



Gambar 6. Tampilan Perangkat Keras (Sumber : Dokumen Pribadi)

Tampilan Perangkat Lunak

Pada halaman aplikasi *mobile*, terdapat tiga kolom yang menampilkan nilai sensor secara *real-time*. Masing-masing kolom menampilkan data sensor sesuai dengan labelnya, yaitu suhu dan kelembaban dari sensor DHT22 serta gas amonia dari sensor MQ-135. Pada gambar 7. merupakan tampilan dari halaman aplikasi.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Mobile (Sumber : Dokumen Pribadi)

4. Pembahasan

Pembacaan Kondisi Kandang

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui kondisi yang terjadi pada lingkungan kandang dimana tahap ini dilakukan setelah alat telah berjalan. Pengujian ini dilakukan selama 10 jam, dengan pencatatan data dilakukan setiap 1 jam. Hasil pengukuran yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 1 Berikut.

Tabel 1. Pengujian Pada Kandang Sapi

Jam Uji	Suhu	Kelembaban	Gas Amonia (ppm)
8.00	29.3°C	72%	3.8
9.00	29.8°C	70%	4
10.00	30.2°C	62%	7
11.00	31.4°C	58%	5
12.00	32.8°C	59%	3.2
13.00	33°C	53%	5
14.00	33.3°C	55%	5.4
15.00	32.6°C	68%	6.8
16.00	32.3°C	57%	6
17.00	31.3°C	60%	6.6

Pengujian akurasi sensor

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap alat yang telah dikembangkan dengan menggunakan 10 percobaan setiap 1 jam sekali. Parameter yang diuji yaitu suhu dan kelembaban dengan menggunakan alat bantu *Hygrometer Thermometer Digital (HTC-1)* sebagai perbandingan. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2. dan 3. berikut.

Tabel 2. Pengujian Pendeteksi Suhu

Jam Uji	HTC-1	Alat	Selisih	Presentase Error (%)
8.00	27.1°C	29.3°C	2.2°C	8.12 %
9.00	27.5°C	29.8°C	2.3°C	8.36 %
10.00	27.9°C	30.2°C	2.3°C	8.24 %
11.00	29.8°C	31.4°C	1.6°C	5.37 %
12.00	30.2°C	32.8°C	2.6°C	8.61 %
13.00	29.9°C	33°C	3.4°C	11.37 %
14.00	29.7°C	33.3°C	3.6°C	12.12 %
15.00	30°C	32.6°C	2.6°C	8.67 %
16.00	29.4°C	32.3°C	2.9°C	9.86 %
17.00	29.0°C	31.3°C	2.3°C	7.93 %
Rata - rata				8.87 %
Presentase Akurasi Pendeteksi Suhu				91.13 %

Tabel 3. Pengujian Pendeteksi Kelembaban

Jam Uji	HTC-1	Alat	Selisih	Presentase Error
8.00	76%	72%	4%	5.26 %
9.00	72%	70%	2%	2.78 %
10.00	68%	62%	6%	8.82 %
11.00	62%	58%	4%	6.45 %
12.00	60%	59%	1%	1.67 %
13.00	56%	53%	3%	5.36 %
14.00	60%	55%	5%	8.33 %
15.00	63%	68%	5%	7.94 %
16.00	60%	57%	3%	5.00 %
17.00	62%	60%	2%	3.23 %
Rata - rata				5.48 %
Presentase Akurasi Pendeteksi Kelembaban				94.52 %

Pengujian jarak deteksi gas amonia

Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja pendeteksi gas amonia dari sensor MQ-135 dengan melakukan pengujian dari jarak 10 cm – 100 cm menggunakan kotoran sapi yang telah tertimbun dan akan dilakukan pemindahan. Pada sistem dilakukan *set point* ketika lebih dari 25 ppm menampilkan status tinggi [17], jika kurang dari 25 dan lebih dari atau sama dengan 15 berstatus sedang dan jika kurang dari 15 maka rendah. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Pengujian Jarak Deteksi Amonia

Percobaan ke	Jarak (cm)	Besaran Gas Amonia (ppm)	Konsentrasi Gas Amonia
1	10	34.8	Tinggi
2	20	26.6	Tinggi
3	35	22.6	Sedang
4	50	20	Sedang
5	65	18.4	Sedang
6	80	13.2	Rendah
7	90	9.6	Rendah
8	100	6.6	Rendah

5. Penutup

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa rancangan yang dikembangkan mampu mendeteksi suhu, kelembaban, dan gas amonia pada kandang sapi, serta informasi tersebut dapat ditampilkan melalui aplikasi *mobile*. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem ini memberikan solusi bagi peternak yang sebelumnya harus melakukan pemantauan langsung di kandang. Kini, cukup dengan meletakkan perangkat di kandang, pemantauan dapat dilakukan secara *real-time* melalui ponsel yang terhubung ke internet dari mana saja. Sistem ini memungkinkan peternak untuk memantau kondisi lingkungan kandang, dengan menampilkan status suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia. Ketika sistem menunjukkan bahwa salah satu parameter tersebut berada dalam kategori tinggi, peternak dapat segera mengambil tindakan

yang diperlukan. Dari pengujian yang dilakukan terhadap alat sistem *monitoring* lingkungan kandang sapi ini menunjukkan bahwa pendeteksi suhu memiliki akurasi sebesar 91.13%, pendeteksi kelembaban menunjukkan nilai sebesar 94.52% dan pendeteksi gas amonia menunjukkan nilai paling tinggi sebesar 34.8 ppm pada jarak 10 cm dan paling kecil sebesar 6.6 ppm pada jarak 100 cm. Diharapkan dengan adanya sistem ini, peternak dapat lebih mudah memantau kondisi kandang sapi, sehingga meningkatkan efisiensi dalam *memonitoring* lingkungan kandang. Kedepannya diharapkan sistem ini dapat dikembangkan dengan menambah fitur yang ada pada alat maupun aplikasi, sistem ini juga membutuhkan jaringan internet sehingga ketika jaringan internet tidak tersedia pada daerah kandang maka sistem tersebut tidak dapat berjalan.

Referensi

- [1] J. Antropologi, F. I. Budaya, U. H. Oleo, K. H. Tridarma, and A. Siama, "Beternak sapi secara tradisional traditionally breeding cow," vol. 7, no. 1, pp. 142–150, 2023.
- [2] H. Sukoco, H. N. Asrar, M. Irfan, and F. M. Siswanto, "PREVALENSI PENYAKIT PINK EYE PADA TERNAK SAPI POTONG DI KABUPATEN MAJENE (Prevalance of pink eye disease in beef cattle in Majene Regency)," *Jurnal Nukleus Peternakan*, vol. 10, no. 2, pp. 23–28, 2023, doi: 10.35508/nukleus.v10i2.12270.
- [3] S. R. Sokku and S. F. Harun, "Deteksi Sapi Sehat Berdasarkan Suhu Tubuh Berbasis Sensor MLX90614 dan Mikrokontroler," *Seminar Nasional LP2M UNM*, pp. 613–617, 2019.
- [4] M. Gofur, D. Risqiwati, and V. R. Setyaning Nastiti, "Sistem Monitoring Gas Amonia dan Kadar Bersih Udara Pada Kandang Sapi Perah Dengan Menggunakan Protokol Komunikasi MQTT Dan Algoritma Rule Based System," *Jurnal Repositor*, vol. 3, no. 1, pp. 77–86, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i9.537.
- [5] D. Ayu Savitri, A. Eko Wiyono, J. Januar, S. Aisah, and N. Shara Mahardika, "Socialization of Pre-Treatment on Environmentally Friendly Livestock Cages and Fecal With Bioactivactors in the Village Gunungsari, Umbulsari District," *Jurnal Hasil Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Jember*, vol. 1, no. 1, pp. 13–18, 2022, doi: 10.19184/jpmunej.v1i1.32.
- [6] A. Tresna Utama, A. Panji Sasmito, and A. Faisol, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Online Suhu Sapi Potong Berbasis Iot," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 16–24, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3226.
- [7] B. Gunawan, "Pendampingan Produksi dan Pemasaran Limbah Sapi di Nambangan Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 102–109, 2020.
- [8] C. D. Journal *et al.*, "TRANSFORMASI LIMBAH PETERNAKAN : PENGELOLAAN KOTORAN SAPI BERKELANJUTAN DI DESA SIPUPUS LOMBANG," vol. 5, no. 4, pp. 6299–6305, 2024.
- [9] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER: Journal of Information Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 33–40, 2021, doi: 10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423.
- [10] J. Juni, H. H. Heliawaty Hamrul, and M. Musyriyah, "Perancangan Sistem Monitoring Penampungan Air Nira Berbasis Iot (Internet of Things)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3730.
- [11] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari," *Jurnal Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.
- [12] R. E. Putri, "Kata kunci: pemberi pakan ayam; ayam kampung; internet of things; sistem kontrol," *PENGEMBANGAN SISTEM PEMBERI PAKAN AYAM CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)*, p. 12, 2020.
- [13] F. Friendly, Harizahayu, S. Prayudani, and Z. Sembiring, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pemberi Pakan Otomatis Berbasis Iot Pada Umkm Kampung Ternak Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara," *SWARNA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 3, pp. 365–371, 2022, doi: 10.55681/swarna.v1i3.143.

- [14] K. Kandang Sapi di Desa Mrawan Kecamatan Mayang Kabupaten Jember Misto, T. Mulyono, I. Rofi, A. Y. Nurhayati, Y. Cahyoargo Hariadi, and L. Ayu Octaviani, "Monitoring Ammonia Gas Using the MQ-135 Sensor for Cow Pen Health in Mrawan Village, Mayang District, Jember Regency (Monitoring Gas Amonia menggunakan Sensor MQ-135 untuk," *Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi untuk Masyarakat*, vol. 02, pp. 2987–7091, 2024.
- [15] F. T. Aprilia, A. Taqwa, and A. S. Handayani, "Perancangan Sistem Monitoring Kadar Kualitas Udara Menggunakan Particulate Matter 2,5 Berbasis Website," *Smatika Jurnal*, vol. 11, no. 02, pp. 92–100, 2021, doi: 10.32664/smatika.v11i02.594.
- [16] F. Asrin, "Pemodelan Desain Sistem Berorientasi Objek Pada E-Guest Book Menggunakan Unified Modelling Language," *Computatio : Journal of Computer Science and Information Systems*, vol. 7, no. 1, pp. 50–62, 2023, doi: 10.24912/computatio.v7i1.23839.
- [17] M. W. Prayoga, Salundik, and M. Ulfah, "Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi Untuk Menurunkan Kadar Gas NH₃ dan H₂S Ekskreta Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*)," *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, vol. 9, no. 3, pp. 115–119, 2021, doi: 10.29244/jipthp.9.3.115-119.