

SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN KANDANG KAMBING BERBASIS IOT DALAM Mendukung SMART FARMING PADA ARJUNA FARM

Ng Poi Wong^{1*}, Andri², Darwin³, Irpan Adiputra Pardosi⁴, Roni Yunis⁵,
Poltak Sihombing⁶, Yudhistira Adhitya Pratama⁷

^{1,2,3,4,5,6}Prodi Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Informatika, Universitas Mikroskil, Indonesia

⁵Prodi Sistem Informasi, Universitas Mikroskil, Indonesia

⁷Prodi Diploma Tiga Teknik Informatika, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

poiwong@mikroskil.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Kondisi lingkungan kandang dapat mempengaruhi produktivitas ternak dan dapat menjadi dasar dalam pengembangan infrastruktur peternakan dalam konsep *Smart Farm*. Permasalahan pada Arjuna Farm adalah kesulitan dalam memperoleh data lingkungan kandang kambing untuk keperluan memprediksi produksi susu hingga pengembangan infrastruktur kandang berbasis *Smart Farm*. Kegiatan ini bertujuan menerapkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk memantau suhu, kelembaban, cahaya, suara, gas metana, kualitas udara, dan aktivitas pergerakan kambing. Metode yang digunakan meliputi wawancara, perancangan, pengembangan, penerapan, dan evaluasi sistem dalam bentuk observasi dengan indikator pembacaan manual terhadap visualisasi data secara *real-time*, dengan melibatkan 7 (tujuh) dosen dari 3 (tiga) institusi dan mitra Arjuna Farm. Kegiatan ini berhasil mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi dan memvisualisasikan data sensor kondisi lingkungan kandang kambing, dimana hasil evaluasi menunjukkan sistem berhasil mendeteksi suhu kandang berkisar 25-50°C, kelembaban hingga 99%, intensitas cahaya hingga 175 lux, intensitas suara di kisaran 550 unit sensor, serta gas metana dan kualitas udara secara stabil.

Kata Kunci: IoT; Pemantauan Lingkungan; Kandang Kambing; *Smart Farming*.

Abstract: The environmental conditions of the barn can affect livestock productivity and can form the basis for the development of livestock infrastructure in the *Smart Farm* concept. The problem at Arjuna Farm is the difficulty in obtaining environmental data from the goat barn for the purpose of predicting milk production and developing *Smart Farm*-based barn infrastructure. This activity aims to implement an IoT-based environmental monitoring system to monitor temperature, humidity, light, sound, methane gas, air quality, and goat movement activity. The methods used include interviews, design, development, implementation, and evaluation of the system through observation with manual readings of real-time data visualisation, involving 7 (seven) lecturers from 3 (three) institutions and Arjuna Farm partners. This activity successfully developed a system capable of detecting and visualising sensor data on the environmental conditions of goat pens, with evaluation results showing that the system successfully detected pen temperatures ranging from 25-50°C, humidity up to 99%, light intensity up to 175 lux, sound intensity within 550 sensor units, as well as stable methane gas and air quality levels.

Keywords: IoT; Environmental Monitoring; Goat Pen; *Smart Farming*.



Article History:

Received: 01-08-2025

Revised : 13-08-2025

Accepted: 25-08-2025

Online : 01-10-2025



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Smart Farming merupakan solusi inovatif yang memanfaatkan teknologi digital berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan pada sektor pertanian dan peternakan (Halawa, 2024; Moysiadis et al., 2021; Mohamed et al., 2021). Salah satu penerapannya adalah memantau kondisi lingkungan dari kandang kambing, seperti suhu dan kelembaban udara dari kandang. Tantangan dalam peternakan kambing yang dapat menurunkan produktivitas kambing, seperti stres panas dan kelembaban tinggi dapat menurunkan jumlah produksi susu (Akbar et al., 2020; Stuhlträger et al., 2025), konsumsi pakan, reproduksi (Danso et al., 2024), sistem ventilasi yang buruk membuat udara lembab menumpuk dan meningkatkan risiko penyakit pernapasan, konsentrasi amonia dan CO₂ yang tinggi memperparah kondisi pernapasan, kebersihan kandang yang minim mendukung infestasi parasit dan menurunkan pertumbuhan serta kesehatan (Burgraff et al., 2018), serta ketersediaan air bersih terbatas memperburuk dehidrasi dan mengganggu metabolisme kambing, sehingga semua kondisi tersebut dapat merusak efisiensi produksi secara menyeluruh (Idoje et al., 2021; Terence et al., 2024).

Arjuna Farm adalah usaha peternakan kambing dan domba yang berlokasi di desa Mekar Sari, Deli Serdang, Sumatera Utara. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pemilik Arjuna Farm, didapatkan masalah bahwa peternak mengalami kesulitan dalam memperoleh data kondisi lingkungan kandang kambing, yakni suhu, baik suhu kandang maupun suhu sekitar kotoran kambing, kelembaban, intensitas cahaya matahari, intensitas suara, tingkat gas metana, kualitas udara di sekitar kotoran kambing, dan tingkat keaktifan pergerakan kambing secara fisik, dimana data-data tersebut lebih lanjut dapat dimanfaatkan untuk memprediksi produksi susu, dasar pengembangan sistem ventilasi yang lebih kondusif, sistem pengelolaan kotoran yang lebih ramah lingkungan, dan pengembangan infrastruktur kandang kambing yang keberlanjutan berbasis *Smart Farm*.

Mayoritas penerapan IoT dalam memantau kondisi lingkungan, khususnya lingkungan kandang kambing, masih dilakukan secara terpisah, seperti pemantauan terhadap parameter suhu atau kelembaban pada studi Sumiasih et al. (2025) yang memantau suhu kandang guna mengendalikan suhu berlebihan yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan kambing, studi Wicaksana & Wella (2025) mendeteksi suhu tubuh kambing guna deteksi dini gejala penyakit pada kambing. Selain itu, studi Zahrowani et al. (2025) yang memantau suhu dan kelembaban kandang sebagai pendukung dalam otomatisasi sistem pemberian pakan, dan studi Junaedi et al. (2024) yang memantau kondisi lingkungan dan kesehatan kambing melalui suhu, kelembaban, dan kadar amonia dari kandang. Kemudian terdapat pemantauan terhadap parameter kondisi kotoran dan pencahayaan seperti

pada studi Dewi et al. (2023) yang memantau kondisi kebersihan lingkungan kandang kambing, terutama dalam pengelolaan kotoran kambing berupa pengukuran volume urin dan otomasi pembersihan kotoran, serta pencahayaan kandang.

Selain itu, terdapat pemantauan yang berfokus pada parameter kualitas udara seperti pada studi Danev et al. (2024) yang mengembangkan platform multi-sensor untuk memantau kualitas udara seperti amonia, hidrogen sulfida, CO₂, senyawa organik volatil, partikel debu, suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Dari kajian-kajian studi penerapan IoT tersebut, sudah dilakukan pemantauan kondisi lingkungan kandang kambing, namun, mayoritas parameter yang dipantau masih dipantau secara terpisah, belum ada studi yang memantau intensitas cahaya matahari dan suara di dalam kandang kambing, tingkat gas metana di sekitar kotoran kambing, dan tingkat keaktifan pergerakan kambing secara fisik.

Penerapan IoT pada Arjuna Farm pernah dilakukan untuk pencatatan data ternak domba, yakni masa kelahiran, suhu tubuh, bobot, dan treatment yang diperlukan untuk menurunkan angka kematian ternak dan meningkatkan efisiensi pembiakan (Laurianto et al., 2022), namun belum mencatat kondisi lingkungan kandang kambing. Dengan mempertimbangkan kebutuhan praktis peternak dan perkembangan teknologi, khususnya IoT, maka dilakukan pengabdian berupa merancang sistem pemantauan lingkungan kandang kambing dengan memanfaatkan IoT. Untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi Arjuna Farm, tim pengabdian menawarkan penerapan sistem pemantauan lingkungan kandang kambing berbasis IoT yang dapat mengumpulkan, menyimpan, dan menyajikan data kondisi lingkungan kandang secara *real-time*.

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk merancang, mengembangkan, dan menerapkan sistem pemantauan lingkungan kandang kambing berbasis IoT pada Arjuna Farm, yang mampu memantau suhu kandang dan sekitar kotoran, kelembaban kandang dan sekitar kotoran, intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam kandang, intensitas suara di dalam kandang, tingkat gas metana dan kualitas udara sekitar kotoran, dan tingkat keaktifan pergerakan kambing secara fisik, serta dilengkapi dengan visualisasi data secara *real-time*. Sistem ini diharapkan dapat membantu peternak dalam meningkatkan produktivitas kambing dan mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan kandang kambing yang berkelanjutan berbasis *Smart Farm*.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan selama 2 (dua) bulan, yakni bulan Mei dan Juni 2025, dan melibatkan 7 (tujuh) dosen dari Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara, Fakultas Vokasi Universitas Sumatera Utara, dan Fakultas Informatika Universitas Mikroskil. Mitra dari kegiatan pengabdian ini adalah Arjuna Farm yang berlokasi di Jalan Satria, Gang Arjuna, No. 134, Desa Mekar Sari, Kecamatan Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Arjuna Farm merupakan usaha peternakan kambing dan domba, yang mencakup pengembangbiakkan, penggemukan, pemerahan susu kambing, pengumpulan kotoran yang dapat diolah menjadi pupuk, pengumpulan bulu domba yang dapat diolah menjadi dakron, dan wisata edukasi tentang peternakan kepada siswa/i dari tingkat TK s/d SMA, hingga mahasiswa/i dari perguruan tinggi. Selain peternakan, Arjuna Farm juga memberikan pelayanan yang terdiri dari pelayanan qurban, aqiqah, dan penjualan susu kambing murni. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian pada Arjuna Farm terdiri dari tahap persiapan, perancangan, pengembangan, penerapan, dan evaluasi. Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan metode rancang bangun sistem pemantauan lingkungan kandang.

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan wawancara terhadap pemilik dari Arjuna Farm, dan observasi langsung ke lingkungan kandang tentang permasalahan yang dihadapi terkait kondisi lingkungan kandang kambing. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, dilakukan diskusi antar sesama anggota tim untuk menentukan titik pemasangan sensor di dalam kandang, dan mempersiapkan komponen-komponen sensor serta perangkat lunak yang dibutuhkan untuk keperluan pengembangan sistem pemantauan lingkungan kandang.

2. Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan topologi pemasangan perangkat sensor pada kandang yang akan dipantau kondisi lingkungannya, merancang rangkaian perangkat sensor, dan rancangan tabel untuk menyimpan data hasil sensor. Hasil rancangan akan menjadi dasar dalam penulisan kode program dan visualisasinya.

3. Pengembangan

Pada tahap ini dilakukan pengembangan sistem, yakni penulisan kode program berdasarkan rangkaian perangkat sensor yang telah dirancang, dan pembuatan tampilan visualisasi secara *real-time* berdasarkan tabel penyimpanan data hasil sensor. Sistem yang telah dikembangkan, akan diunggah ke dalam perangkat utama IoT, dan akan diterapkan ke lokasi peternakan.

4. Penerapan

Pada tahap ini dilakukan penerapan sistem pemantauan kondisi lingkungan kandang kambing yang telah dikembangkan, yakni pemasangan dan difungsikan perangkat sensor di dalam kandang, serta memastikan data hasil sensor dari perangkat terkirim ke media penyimpanan dan platform visualisasi data secara *real-time*.

5. Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap sistem pemantauan kondisi lingkungan kandang kambing yang telah terpasang dan beroperasi dalam jangka waktu tertentu. Evaluasi dilakukan dalam bentuk observasi dengan indikator pembacaan manual terhadap visualisasi data yang menampilkan data sensor secara *real-time*. Pelaksanaan observasi dilakukan oleh tim penulis dan pemilik Arjuna Farm.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persiapan

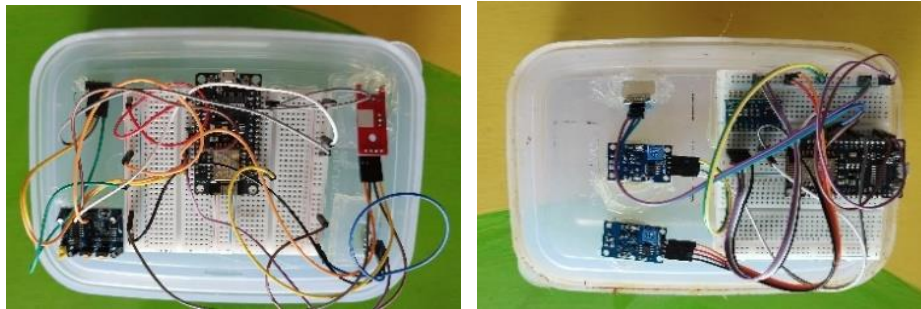
Pada tahap persiapan ini, dilakukan wawancara terhadap pemilik dari Arjuna Farm untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh Arjuna Farm terkait kondisi lingkungan kandang kambing. Wawancara dilakukan langsung di area peternakan, yang disertai observasi ke kondisi lingkungan kandang. Berdasarkan hasil dari wawancara dan observasi, dilakukan diskusi antar sesama anggota tim untuk mendapatkan gambaran solusi dari permasalahan, meliputi topologi untuk titik pemasangan perangkat sensor, komponen-komponen sensor IoT yang dibutuhkan untuk menangkap kondisi lingkungan kandang, serta perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mengembangkan sistem pemantauan lingkungan, seperti untuk penulisan kode program IoT, penyimpanan data sensor, dan platform untuk visualisasi data.

2. Perancangan

Tahap perencanaan diawali dengan merancang topologi dari perangkat sensor yang akan dilibatkan, serta posisi pemasangan perangkat di dalam kandang. Hasil dari perancangan topologi ini diperoleh bahwa terdapat 2 (dua) posisi penempatan perangkat sensor di dalam kandang, yakni di sisi atas dan bawah kandang. Kandang yang akan dipasang perangkat sensor adalah kandang khusus kambing perahan.

Perangkat sensor yang ditempatkan di atas kandang adalah untuk mengambil kondisi lingkungan pada sisi atas kandang yang terdiri dari sensor suhu dan kelembaban (DHT11), cahaya (BH1750), suara (KY038), dan pergerakan (PIR), seperti pada Gambar 1 (kiri). Sedangkan perangkat sensor di bawah kandang adalah untuk menangkap kondisi lingkungan sekitar kotoran kambing yang terdiri dari sensor suhu dan kelembaban (DHT11), gas metana (MQ4), dan kualitas udara (MQ135), seperti pada Gambar 1 (kanan).

Sensor MQ135 mampu mendeteksi kualitas udara yang mencakup gas amonia, sulfurdioksida, benzana, alkohol, dan karbondioksida. Mikrokontroller yang akan digunakan adalah ESP8266 yang telah dilengkapi dengan Wi-Fi, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sensor pada Atas Kandang (kiri) dan Bawah Kandang (kanan)

Selain merancang topologi, direncanakan media penyimpanan data sensor dan platform visualisasi data untuk penyajian data. Data sensor yang telah diperoleh, secara *real-time* akan dikirimkan ke internet melalui Wi-Fi yang dikelola oleh mikrokontroller, dan disimpan ke dalam media penyimpanan di *cloud*, kemudian data sensor yang tersimpan tersebut akan dikirimkan ke platform visualisasi data untuk disajikan kepada pemilik Arjuna Farm.

3. Pengembangan

Pada tahap ini dilakukan pengembangan sistem, yakni penulisan kode program berdasarkan perangkat sensor yang telah dirancang, penulisan skrip untuk media penyimpanan data sensor di *cloud*, dan pembuatan tampilan visualisasi secara *real-time* berdasarkan media penyimpanan data hasil sensor. Kode program untuk perangkat sensor ditulis untuk perangkat pada sisi atas dan bawah kandang, dimana kode program ditulis dengan bahasa C menggunakan *Arduino IDE*. Kode program yang telah ditulis, kemudian diunggah ke dalam mikrokontroller agar dapat difungsikan. Media penyimpanan data sensor menggunakan *Google Sheet* yang memerlukan *Script App* yang ditulis dengan bahasa C. Visualisasi data menggunakan *Looker Studio*, dimana *Looker Studio* dapat menyajikan data dari *Google Sheet* secara *real-time*. Perangkat sensor yang telah diunggah kode program, kemudian akan diuji fungsionalitasnya untuk memastikan sensor dapat menangkap data kondisi lingkungan dengan baik, mengirimkan data sensor ke *Google Sheet*, dan menampilkan data sensor dari *Google Sheet* ke *Looker Studio* secara *real-time*.

4. Penerapan

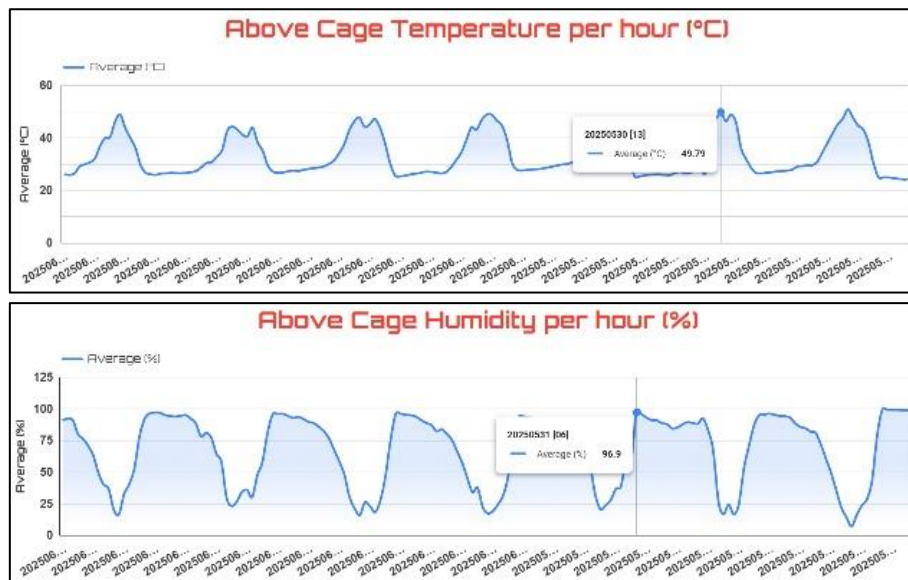
Pada tahap ini, dilakukan pemasangan perangkat sensor yang telah diunggah kode program dan telah diuji fungsionalitasnya ke dalam kandang, yakni pada atas kandang dan bawah kandang sesuai dengan rancangan topologi. Perangkat sensor yang telah terpasang, kemudian difungsikan agar sensor dapat menangkap kondisi lingkungan kandang kambing, mengirimkan data sensor ke *Google Sheet*, serta tersajikan ke visualisasi data di *Looker Studio* secara *real-time*. Gambar 2 menunjukkan kondisi pemasangan perangkat sensor ke dalam kandang kambing di Arjuna Farm.



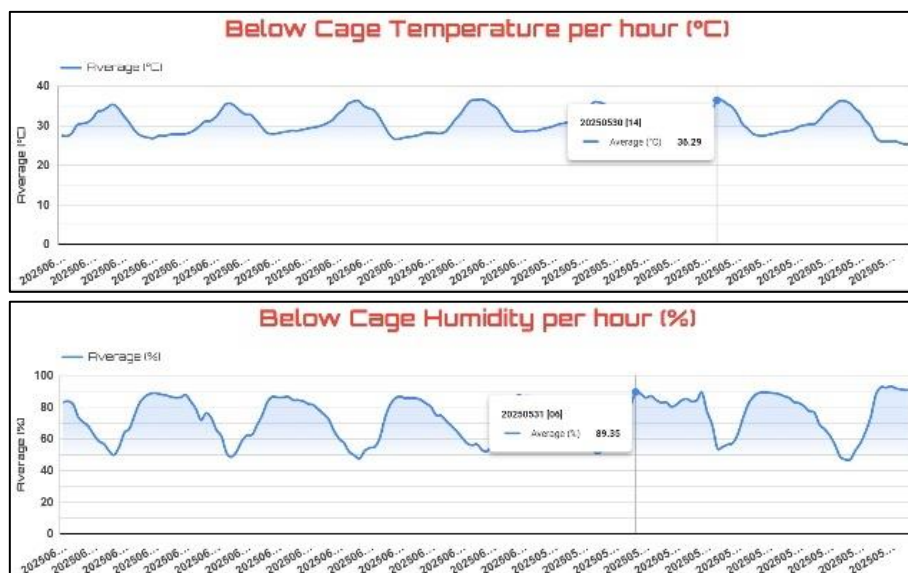
Gambar 2. Pemasangan Perangkat Sensor ke dalam Kandang

5. Evaluasi

Perangkat sensor yang telah dipasang dan difungsikan, akan dipantau operasionalnya selama 2 (dua) minggu untuk diobservasi hasil data sensornya. Observasi dilakukan terhadap data sensor yang disajikan pada visualisasi data pada *Looker Studio* secara *real-time*. Berdasarkan observasi kondisi suhu dan kelembaban pada *Looker Studio* seperti yang terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4, diperoleh bahwa sensor DHT11 berhasil menangkap data kondisi suhu dan kelembaban kandang. Suhu pada atas kandang terdeteksi mencapai hingga 50°C pada siang hari dan sekitar 25°C pada malam hari, sedangkan pada bawah kandang terdeteksi sekitar 36°C pada siang hari dan sekitar 27°C pada malam hari. Tingginya suhu di siang hari pada atas kandang dipengaruhi oleh asbes sebagai atap kandang. Selain itu, kelembaban pada atas kandang terdeteksi mencapai hingga 99% pada siang hari dan sekitar 25% pada malam hari, sedangkan pada bawah kandang terdeteksi mencapai sekitar 90% pada siang hari, dan sekitar 50% pada malam hari.

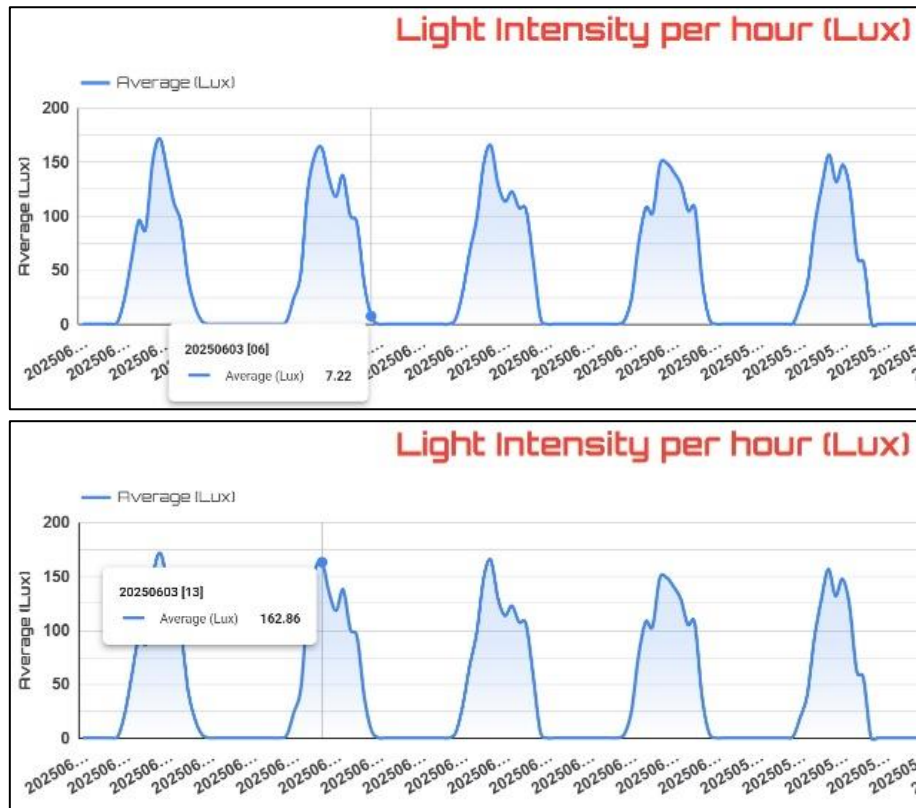


Gambar 3. Visualisasi Data Suhu dan Kelembaban pada Atas Kandang

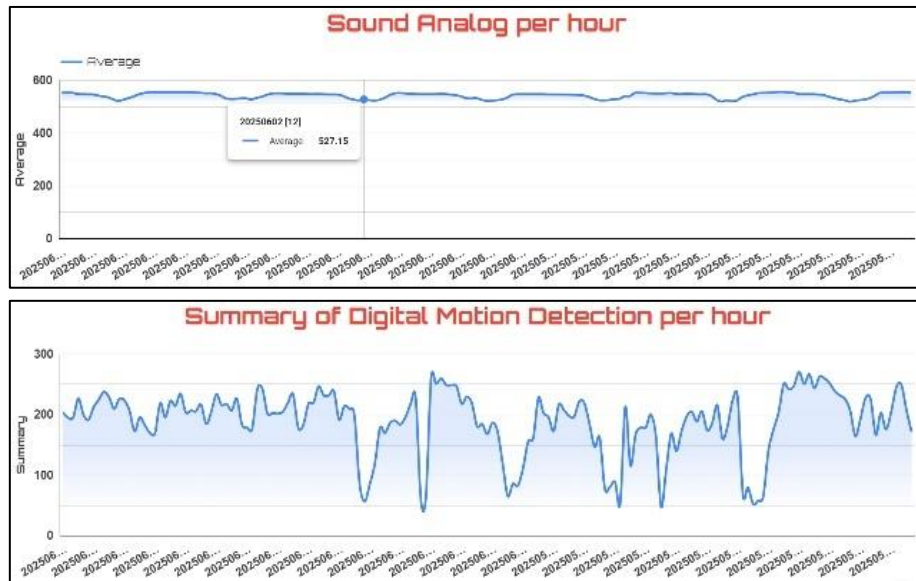


Gambar 4. Visualisasi Data Suhu dan Kelembaban pada Bawah Kandang

Berdasarkan observasi kondisi intensitas cahaya, suara, dan deteksi pergerakan pada *Looker Studio*, diperoleh bahwa sensor BH1750, KY038, dan PIR berhasil menangkap data intensitas cahaya dan suara, serta pergerakan fisik dari kambing di dalam kandang. Seperti yang terlihat pada Gambar 5, intensitas cahaya di dalam kandang terdeteksi mencapai sekitar 175 lux pada siang hari karena adanya cahaya matahari yang masuk ke dalam kandang dari sela-sela kandang, dan bernilai 0 lux pada malam hari karena tidak ada cahaya lampu di dalam kandang. Sedangkan pada Gambar 6, terlihat bahwa intensitas suara di dalam kandang terdeteksi berada di kisaran 550 (nilai luaran dari sensor KY038), dan tingkat jumlah pergerakan kambing secara fisik terdeteksi di kisaran 100-200 pergerakan per jam.

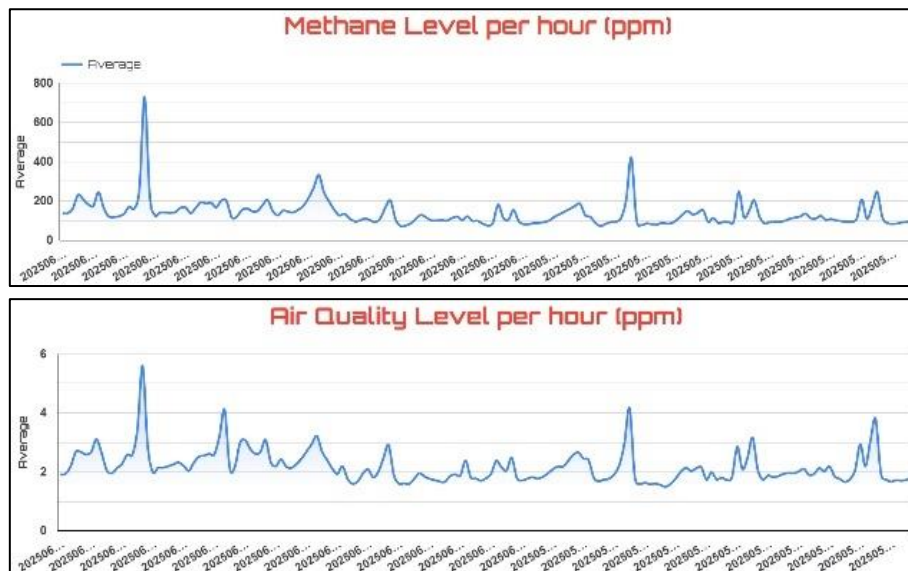


Gambar 5. Visualisasi Data untuk Intensitas Cahaya



Gambar 6. Visualisasi Data untuk Intensitas Suara dan Deteksi Pergerakan

Berdasarkan observasi kondisi tingkat gas metana dan kualitas udara pada *Looker Studio*, diperoleh bahwa sensor MQ4 dan MQ135 berhasil menangkap data tingkat gas metana dan kualitas udara sekitar kotoran kambing di bawah kandang. Seperti yang terlihat pada Gambar 7, tingkat gas metana terdeteksi di kisaran 100-150 ppm, sedangkan kualitas udara mencakup kandungan gas yang terdiri dari amonia, sulfurdioksida, benzana, alkohol, dan karbondioksida, terdeteksi di kisaran 1,5-3 ppm.



Gambar 7. Visualisasi Data untuk Tingkat Gas Metana dan Kualitas Udara Sekitar Kotoran Kambing

Selama observasi, ditemukan beberapa kendala teknis, yakni jaringan Wi-Fi yang digunakan perangkat sensor mengalami *offline* yang dikarenakan pemadaman listrik yang meluas dari PLN akibat hujan lebat, serta kabel daya ke dalam perangkat sensor di bawah kandang memiliki resiko mengalami korsleting yang dikarenakan terkena percikan air pemandian maupun air kencing dari kambing.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan sistem pemantauan lingkungan kandang kambing berbasis IoT pada Arjuna Farm berhasil menjawab kebutuhan peternak dalam memperoleh data lingkungan kandang secara *real-time*, yang sebelumnya belum tersedia. Kegiatan ini telah menghasilkan sistem pemantauan lingkungan yang mampu mendeteksi kondisi suhu, kelembaban, cahaya, suara, gas metana, kualitas udara, dan aktivitas pergerakan kambing, yang disajikan dalam visualisasi data, sehingga dapat mendukung keperluan memprediksi produksi susu, hingga pengambilan keputusan terhadap manajemen kandang berbasis *Smart Farm*.

Untuk keberlanjutan, pengabdian dapat diarahkan pada pengembangan sistem prediksi produktivitas susu kambing berbasis data sensor lingkungan kandang kambing, atau mengintegrasikan sistem pemantauan dengan sistem otomatisasi pemberian pakan dan ventilasi kandang, sehingga dapat mencapai efisiensi peternakan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Sumatera Utara dan Universitas Mikroskil yang telah memfasilitasi pelaksanaan pengabdian ini, serta Arjuna Farm yang telah

bersedia menjadi mitra dari pengabdian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, M. O., Shahbaz khan, M. S., Ali, M. J., Hussain, A., Qaiser, G., Pasha, M., Pasha, U., Missen, M. S., & Akhtar, N. (2020). IoT for Development of Smart Dairy Farming. *Journal of Food Quality*, 2020, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2020/4242805>
- Burgraff, N. J., Neumueller, S. E., Buchholz, K., Langer, T. M., Hodges, M. R., Pan, L., & Forster, H. V. (2018). Ventilatory and integrated physiological responses to chronic hypercapnia in goats. *The Journal of Physiology*, 596(22), 5343–5363. <https://doi.org/10.1113/JP276666>
- Danev, V., Atanasova, T., & Dineva, K. (2024). Multi-Sensor Platform in Precision Livestock Farming for Air Quality Measurement Based on Open-Source Tools. *Applied Sciences*, 14(18), 8113. <https://doi.org/10.3390/app14188113>
- Danso, F., Iddrisu, L., Lungu, S. E., Zhou, G., & Ju, X. (2024). Effects of Heat Stress on Goat Production and Mitigating Strategies: A Review. *Animals*, 14(12), 1793. <https://doi.org/10.3390/ani14121793>
- Halawa, D. N. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(02), 502–512. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1226>
- Idoje, G., Dagiuklas, T., & Iqbal, M. (2021). Survey for smart farming technologies: Challenges and issues. *Computers & Electrical Engineering*, 92, 107104. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107104>
- Junaedi, A. T., Renaldo, N., Susanti, W., Tendra, G., Jahrizal, J., Dalil, M., Veronica, K., Suhardjo, S., Musa, S., & Cecilia, C. (2024). Innovative Business Models and IoT-Driven Solutions for Smart Goat Farming Management. *Interconnection: An Economic Perspective Horizon*, 2(2), 79–89. <https://doi.org/https://doi.org/10.61230/interconnection.v2i2.116>
- Laurianto, E., Gracia, E., Felic, Clarissa, F., Widjaja, E., & Barus, O. P. (2022). Transformasi Peternakan Digital dengan Mengimplementasikan Teknologi Internet of Things (IoT) pada Arjuna Farm. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 3(1), 300–308. <https://doi.org/https://doi.org/10.55338/jpkmn.v3i1.329>
- Moysiadis, V., Sarigiannidis, P., Vitsas, V., & Khelifi, A. (2021). Smart Farming in Europe. *Computer Science Review*, 39, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100345>
- Nurisma Zenita Dewi, Otniel Andi Hermawan, Abdul Mujiburrohman Luthfi, Saddam Putra Kunsina, & Mentari Putri Jati. (2023). Enhancing Barn Hygiene through Smart Farming: A Goat Farm Case Study in Besijangkang Using IoT. *Journal of Robotics, Automation, and Electronics Engineering*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.21831/jraee.v1i1.63>
- Said Mohamed, E., Belal, A., Kotb Abd-Elmabod, S., El-Shirbeny, M. A., Gad, A., & Zahran, M. B. (2021). Smart farming for improving agricultural management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 971–981. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.08.007>
- Stuhlträger, J., von Borell, E., Langbein, J., Nawroth, C., Rørvang, M. V., & Raoult, C. M. C. (2025). The role of light and vision in farmed ungulates and implications for their welfare. *Frontiers in Animal Science*, 5(January), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fanim.2024.1433181>
- Sumiasih, I. H., Puspitawati, M. D., & Yadarabullah, Y. (2025). Concept of agroedutourism based on smart farming in integrated farming systems. *BIO Web of Conferences*, 159, 07005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202515907005>

- Terence, S., Immaculate, J., Raj, A., & Nadarajan, J. (2024). Systematic Review on Internet of Things in Smart Livestock Management Systems. *Sustainability*, *16*(10), 4073. <https://doi.org/10.3390/su16104073>
- Wicaksana, D. H., & Wella, W. (2025). Website-based: smart goat farm monitoring cages. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, *23*(3), 716. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v23i3.26426>
- Zahrowani, R., Kuswanto, J., & Pramono, E. (2025). Sistem Pakan Cerdas Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Peternakan Kambing Umbaran di Era Digital Farm. *Jurnal Buana Informatika*, *16*(1), 45–55.