

PENERAPAN KANDANG CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PENGELOLAAN PETERNAKAN KAMBING

Bambang Cahyadi¹, Sodikun²,
Atri Prautama Dewi³, Syifa
Maulidah⁴, Carissa Azmi
Purnomo⁵

^{1,2,4,5} Program Studi Teknik
Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Pancasila, Jakarta,
Indonesia

³ Program Studi Teknik
Arsitektur, Fakultas Teknik,
Universitas Pancasila, Jakarta,
Indonesia

Artikel

Diterima : 8 April 2026

Disetujui : 14 Agustus 2026

Terbit : 31 Agustus 2026

Email :

bambang.cahyadi@univpancasila.ac.
id

Abstrak

Pengelolaan peternakan kambing pada BUMDes Mitra Warga Sejahtera masih dilakukan secara konvensional, terutama dalam pemantauan kondisi lingkungan kandang dan pencatatan data, sehingga pengambilan keputusan belum sepenuhnya berbasis data. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan menerapkan kandang cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) serta meningkatkan kapasitas mitra dalam pemanfaatan teknologi untuk pengelolaan peternakan kambing. Kegiatan dilaksanakan melalui lima tahapan, yaitu sosialisasi dan identifikasi kebutuhan, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta penguatan keberlanjutan program. Sistem kandang cerdas mengintegrasikan sensor lingkungan, mikrokontroler ESP32, sistem monitoring, dan aktuator untuk mendukung pemantauan serta pengendalian kondisi kandang. Evaluasi kapasitas mitra dilakukan terhadap 10 peserta menggunakan desain *pre-test* dan *post-test* yang mencakup aspek pengetahuan, kemampuan/keterampilan, serta sikap dan kesiapan adopsi teknologi. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata nilai pengetahuan meningkat dari 67,0 menjadi 98,5 atau sebesar 31,5 poin (47,01%), dengan nilai N-Gain sebesar 0,925 yang termasuk kategori tinggi. Rata-rata kemampuan/keterampilan meningkat dari 1,85 menjadi 4,10, sedangkan sikap dan kesiapan meningkat dari 3,53 menjadi 4,40 pada skala 1–5. Seluruh peserta juga menyatakan siap atau sangat siap menggunakan teknologi kandang cerdas. Penerapan kandang cerdas berbasis IoT dengan demikian tidak hanya menghasilkan sistem monitoring lingkungan kandang secara real-time, tetapi juga meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapan mitra dalam mengadopsi pengelolaan peternakan berbasis teknologi dan data.

Kata Kunci: Kandang Cerdas, Internet of Things, Peternakan Kambing, Teknologi Tepat Guna, Pemberdayaan Masyarakat.

Abstract

Goat farming management at BUMDes Mitra Warga Sejahtera is still carried out conventionally, particularly in monitoring barn environmental conditions and recording data, resulting in limited data-based decision-making. This community service program aimed to implement an Internet of Things (IoT)-based smart barn system and improve the partner's capacity to utilize technology for goat farming management. The program was conducted through five stages: socialization and needs identification, training, technology implementation, mentoring and evaluation, and strengthening program sustainability. The smart barn system integrates environmental sensors, an ESP32 microcontroller, a monitoring system, and actuators to support real-time monitoring and control of barn conditions. Partner capacity was evaluated among 10 participants using a pre-test and post-test design covering knowledge, skills, and attitudes and readiness for technology adoption. The results showed that the mean knowledge score increased from 67.0 to 98.5, representing an increase of 31.5 points (47.01%), with an N-Gain score of 0.925, classified as high. The mean skills score increased from 1.85 to 4.10, while the mean attitude and readiness score increased from 3.53 to 4.40 on a five point scale. All participants also reported being ready or very ready to use smart barn technology. These findings indicate that implementing an IoT based smart barn system not only provides real-time environmental monitoring but also improves the partner's knowledge, skills, and readiness to adopt technology and data driven livestock management.

Keywords: Community Empowerment, Entrepreneurship, A Culture Of Intelligence, And Economic Independence.

PENDAHULUAN

Peternakan kambing merupakan salah satu kegiatan ekonomi produktif yang berpotensi mendukung penyediaan pangan asal ternak dan peningkatan pendapatan Masyarakat (Zinsou et al., 2024). Keberhasilan usaha peternakan tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan pakan dan kualitas ternak, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kandang. Faktor seperti suhu, kelembapan, pencahayaan, ventilasi, dan kualitas udara dapat memengaruhi kenyamanan ternak serta efektivitas proses pemeliharaan (Kaushik et al., 2023). Pemanfaatan teknologi digital dalam sektor peternakan menjadi salah satu pendekatan yang dapat mendukung proses pemantauan kondisi ternak dan lingkungan secara lebih terukur.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang penerapan sistem pemantauan lingkungan secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan berbagai perangkat sensor, sistem komunikasi (Mishra, 2025; Chaitanya et al., 2024), perangkat pengendali, dan media monitoring diintegrasikan dalam satu sistem. Pada sektor peternakan, penerapan teknologi digital dapat membantu pengelola memperoleh informasi kondisi kandang secara lebih cepat serta menyediakan data yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan pengambilan Keputusan (Carp et al., 2025).

BUMDes Mitra Warga Sejahtera merupakan kelompok masyarakat produktif yang menjalankan usaha penggemukan dan pembibitan kambing. Hasil identifikasi kondisi eksisting menunjukkan bahwa usaha peternakan telah berjalan secara aktif, namun pengelolaan lingkungan kandang masih dilakukan secara konvensional. Pemantauan suhu, kelembapan, pencahayaan, dan kualitas udara belum dilakukan secara *real-time*. Pengelolaan ventilasi masih banyak bergantung pada ventilasi alami, pengamatan visual, dan pengalaman peternak. Selain itu, mitra belum memiliki sistem pencatatan dan monitoring lingkungan kandang yang terstruktur sehingga data historis belum tersedia secara optimal sebagai dasar pengambilan keputusan. Kondisi tersebut menyebabkan keputusan terkait penyesuaian pemeliharaan, pengaturan ventilasi, perbaikan kondisi kandang, dan tindakan pencegahan gangguan kesehatan belum sepenuhnya didasarkan pada informasi lingkungan yang terukur. Permasalahan tersebut mencakup dua aspek utama, yaitu aspek produksi dan aspek manajemen. Pada aspek produksi, kondisi lingkungan kandang belum dapat dikontrol dan dipantau secara terintegrasi. Sementara itu, pada aspek manajemen, belum tersedia sistem pengelolaan data lingkungan kandang yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menerapkan kandang cerdas terintegrasi berbasis IoT. Sistem yang dikembangkan diarahkan untuk mengintegrasikan sensor lingkungan, perangkat pengendali, komunikasi data, perangkat monitoring, dan aktuator pengendalian lingkungan. Teknologi tersebut tidak hanya ditujukan untuk menghasilkan perangkat fisik, tetapi juga untuk mendorong peningkatan kapasitas mitra dalam memahami kondisi lingkungan kandang dan memanfaatkan informasi hasil monitoring dalam pengelolaan peternakan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan menerapkan teknologi kandang cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) sekaligus meningkatkan

kapasitas BUMDes Mitra Warga Sejahtera dalam pengelolaan peternakan kambing berbasis data. Secara khusus, kegiatan diarahkan untuk:

1. Meningkatkan pengetahuan mitra mengenai pengelolaan lingkungan kandang berbasis teknologi;
2. Meningkatkan keterampilan mitra dalam mengoperasikan sistem monitoring kandang;
3. Menyediakan sistem pemantauan kondisi lingkungan kandang secara *real-time*;
4. Meningkatkan kemampuan mitra dalam memanfaatkan informasi lingkungan sebagai dasar pengambilan keputusan pengelolaan kandang.

Penerapan teknologi tidak hanya berorientasi pada penyediaan perangkat, tetapi juga pada proses transfer pengetahuan dan peningkatan kemandirian mitra. Dengan pendekatan tersebut, kandang cerdas diharapkan dapat mendorong perubahan pola pengelolaan dari sistem konvensional yang mengandalkan pengamatan dan pengalaman menuju sistem pengelolaan yang lebih terukur, adaptif, dan berbasis informasi.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada bulan Januari 2026 di BUMDes Mitra Warga Sejahtera, Desa Ciangsana Kecamatan Gunungputri kabupaten Bogor. Mitra kegiatan merupakan kelompok masyarakat produktif yang menjalankan usaha penggemukan dan pembibitan kambing. Kegiatan melibatkan 10 orang yang terdiri atas pengelola BUMDes dan kelompok peternak kambing.

Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif dan berbasis kebutuhan mitra. Mitra tidak hanya berperan sebagai penerima manfaat, tetapi dilibatkan sejak tahap identifikasi permasalahan, penentuan kebutuhan teknologi, pelatihan, penerapan sistem, hingga evaluasi kegiatan. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa teknologi kandang cerdas yang diterapkan sesuai dengan kondisi eksisting kandang dan kebutuhan operasional mitra.

Kegiatan dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu: (1) sosialisasi dan identifikasi kebutuhan; (2) pelatihan dan peningkatan kapasitas mitra; (3) penerapan teknologi kandang cerdas; (4) pendampingan dan evaluasi; serta (5) keberlanjutan program.

1. Sosialisasi Dan Identifikasi Kebutuhan

Tahap pertama dilakukan melalui koordinasi dengan pengelola BUMDes dan kelompok peternak. Kegiatan diarahkan untuk memperkenalkan tujuan dan manfaat program sekaligus mengidentifikasi kondisi kandang, pola pemeliharaan, sistem ventilasi, pemantauan suhu dan kelembapan, pengelolaan pencahayaan, kualitas udara, serta sistem pencatatan yang digunakan mitra. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar untuk menentukan konfigurasi sistem kandang cerdas, lokasi pemasangan perangkat, kebutuhan sensor, perangkat pendukung, serta materi pelatihan yang diperlukan.



Gambar 1. Kunjungan ke Peternakan Mitra

2. Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas Mitra

Pelatihan dilaksanakan pada tanggal 15 Agustus 2026 di BUMDes Mitra Warga Sejahtera dan diikuti oleh 10 orang. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam memahami konsep dan penggunaan kandang cerdas berbasis IoT. Tahap kedua ini dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam memahami konsep dan penggunaan kandang cerdas berbasis IoT. Materi pelatihan mencakup pengenalan konsep kandang cerdas, fungsi sensor dan perangkat pengendali, pemantauan suhu dan kelembapan, pemahaman kualitas udara, serta pemanfaatan informasi hasil monitoring. Pelatihan dilakukan secara interaktif melalui penyampaian materi, diskusi, demonstrasi perangkat, dan praktik langsung. Sebelum kegiatan pelatihan, peserta diberikan pre-test untuk mengukur tingkat pengetahuan, kemampuan, serta sikap dan kesiapan awal terhadap penggunaan teknologi IoT. Setelah penyampaian materi dan praktik, peserta diberikan post-test untuk mengetahui perubahan kapasitas setelah mengikuti kegiatan:



Gambar 2. Kegiatan pelatihan



Gambar 3. Tim PKM Fakultas Teknik Universitas Pancasila

Selain produk fisik, inovasi yang dihasilkan juga berbentuk produk *soft*, yaitu sistem pengelolaan kandang berbasis data dan pengetahuan yang ditransfer kepada mitra. Produk soft tersebut mencakup konfigurasi sistem monitoring, mekanisme pengolahan dan penyimpanan data, dashboard atau media monitoring, serta aturan pengendalian otomatis berdasarkan kondisi lingkungan kandang.

Data yang diperoleh dari sensor digunakan sebagai informasi kondisi kandang secara *real-time* dan dapat menjadi data historis untuk mendukung evaluasi. Dengan adanya data tersebut, pengelolaan kandang diarahkan untuk berubah dari pola yang sebelumnya bersifat reaktif dan mengandalkan pengalaman menuju pengelolaan yang lebih terukur dan berbasis informasi. Sistem monitoring juga mendukung proses pengambilan keputusan terkait pengaturan ventilasi, kondisi lingkungan, dan tindakan pemeliharaan yang diperlukan.

Produk soft lainnya adalah peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra melalui pelatihan mengenai konsep kandang cerdas, fungsi sensor dan perangkat pengendali, pemahaman terhadap data suhu, kelembapan, pencahayaan dan kualitas udara, serta pemanfaatan informasi tersebut dalam pengelolaan ternak. Dengan demikian, inovasi yang diterapkan tidak hanya berupa perangkat, tetapi juga mencakup transfer pengetahuan dan perubahan pola pengelolaan peternakan.



Gambar 4. Pelatihan Penggunaan dan Pemahaman Sistem Kandang Cerdas Kepada Mitra

3. Penerapan Teknologi Kandang Cerdas

Penerapan teknologi dilakukan pada tanggal 15 Agustus 2026 di kandang milik BUMDes Mitra Warga Sejahtera. Tahap ketiga ini merupakan inti kegiatan, yaitu penerapan sistem kandang cerdas berbasis IoT. Sistem yang diterapkan terdiri atas sensor lingkungan, perangkat pengendali berbasis ESP32, sistem komunikasi data, perangkat monitoring, serta perangkat aktuator. Sensor digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi lingkungan kandang. Perangkat yang telah diterapkan pada tahap pelaksanaan meliputi sensor suhu, kelembapan, dan pencahayaan. Sistem pengendalian didukung oleh perangkat seperti kipas ventilasi dan pompa air untuk proses pengkabutan (*misting*). Setelah pemasangan dilakukan, setiap komponen diuji untuk mengetahui kemampuan sensor membaca kondisi lingkungan, fungsi komunikasi sistem, serta respons aktuator terhadap kondisi yang terdeteksi.



Gambar 5. Pemasangan Sensor Suhu, Cahaya Dan Gas Amonia

Setelah proses pemasangan, dilakukan pengujian terhadap fungsi sensor dan perangkat pendukung. Pengujian diarahkan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca perubahan kondisi lingkungan dan memberikan respons melalui aktuator.



Gambar 6. Pemasangan sistem monitoring kandang cerdas

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu, kelembapan, dan pencahayaan dapat berfungsi dengan baik. Ketika kondisi suhu melewati nilai ambang yang telah ditetapkan dalam sistem, sensor dapat membaca perubahan tersebut dan memberikan sinyal kepada kipas ventilasi untuk bekerja. Sistem juga mengaktifkan pompa air sebagai bagian dari proses pengkabutan.

Pengujian terhadap sistem pencahayaan menunjukkan bahwa lampu dapat memberikan respons secara otomatis sesuai kondisi cahaya yang terbaca oleh sensor. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, perangkat pengendali, dan aktuator telah dapat berfungsi sebagai dasar sistem pengendalian lingkungan kandang. Meskipun hasil pengujian awal menunjukkan fungsi sistem telah berjalan, evaluasi dalam jangka waktu yang lebih panjang tetap diperlukan. Pengujian operasional berkelanjutan penting untuk mengetahui stabilitas sistem, konsistensi pembacaan sensor, keberlangsungan komunikasi data, serta efektivitas pemanfaatan teknologi oleh mitra.



Gambar 7. Pengujian sistem kandang cerdas

4. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan setelah pemasangan teknologi untuk memastikan bahwa mitra mampu memahami dan mengoperasikan sistem secara mandiri. Kegiatan pendampingan mencakup penggunaan sistem monitoring, pembacaan data sensor, pengoperasian perangkat, serta penanganan sederhana apabila terjadi gangguan operasional.

Evaluasi keberhasilan kegiatan dilakukan menggunakan desain one-group pre-test–post-test. Evaluasi mencakup tiga dimensi, yaitu pengetahuan, kemampuan/keterampilan, serta sikap dan kesiapan adopsi teknologi.

Dimensi pengetahuan mengukur pemahaman peserta mengenai kandang cerdas, IoT, kondisi lingkungan kandang, dan pengoperasian teknologi. Dimensi kemampuan mengukur keterampilan peserta dalam menggunakan dan memahami sistem monitoring. Sementara itu,

dimensi sikap dan kesiapan digunakan untuk mengetahui penerimaan dan kesiapan mitra dalam menggunakan teknologi sebagai bagian dari pengelolaan peternakan.

Hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan skor sebelum dan setelah kegiatan. Efektivitas peningkatan pengetahuan dianalisis menggunakan *Normalized Gain* atau N-Gain dengan persamaan :

$$\text{N-Gain} = (\text{Skor post-test} - \text{Skor pre-test}) / (\text{Skor maksimum} - \text{Skor pre-test})$$

Nilai N-Gain dikategorikan menjadi tinggi ($g \geq 0,70$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan rendah ($g < 0,30$).

5. Keberlanjutan Program

Tahap keberlanjutan diarahkan untuk memastikan teknologi kandang cerdas tetap digunakan setelah kegiatan pengabdian selesai. Mitra didorong untuk mengintegrasikan sistem monitoring ke dalam kegiatan rutin pengelolaan peternakan. Keberlanjutan program dilakukan melalui penetapan operator sistem dari pihak BUMDes, penyusunan SOP penggunaan dan pemeliharaan perangkat, pengumpulan data lingkungan kandang secara berkala, serta pendampingan lanjutan.

Data historis yang dihasilkan sistem diharapkan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi kondisi kandang dan dikembangkan lebih lanjut untuk menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan dengan kesehatan, efisiensi pemeliharaan, dan produktivitas ternak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal dan Relevansi Penerapan Teknologi

Kondisi awal mitra menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pengelolaan peternakan dengan teknologi yang tersedia. Sebelum kegiatan dilaksanakan, pemantauan kondisi kandang masih mengandalkan pengamatan langsung. Informasi mengenai suhu, kelembapan, pencahayaan, dan kualitas udara belum diperoleh melalui sistem monitoring yang terintegrasi. Kondisi tersebut menyebabkan pengelolaan kandang lebih bersifat reaktif. Peternak melakukan tindakan setelah melihat atau merasakan adanya perubahan kondisi, bukan berdasarkan data yang diperoleh secara berkelanjutan. Di sisi lain, belum tersedianya data historis juga membatasi kemampuan mitra dalam melakukan evaluasi kondisi kandang dari waktu ke waktu.

Penerapan kandang cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) relevan untuk menjawab permasalahan tersebut karena teknologi sensor memungkinkan kondisi lingkungan peternakan dipantau secara lebih sistematis dan berkelanjutan. Integrasi sensor dan IoT dalam *precision livestock farming* dapat meningkatkan kemampuan pemantauan kegiatan peternakan dan

mendukung perubahan pengelolaan dari pendekatan tradisional yang bersifat reaktif menuju pengambilan keputusan yang lebih proaktif dan berbasis data (Browning et al. 2024). Teknologi IoT juga memungkinkan data lingkungan dikumpulkan dan digunakan sebagai informasi pendukung dalam menentukan strategi pengelolaan peternakan (Mishra dan Sharma 2023). Komponen utama pada sistem kandang cerdas dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Komponen Utama Sistem Kandang Cerdas

Komponen	Fungsi
Sensor suhu dan kelembapan	Memantau kondisi termal lingkungan kandang
Sensor pencahayaan	Membaca kondisi intensitas cahaya
ESP32	Mengolah informasi sensor dan mengendalikan perangkat
Sistem komunikasi data	Mendukung pengiriman informasi ke sistem monitoring
Sistem monitoring	Menampilkan informasi kondisi kandang
Kipas ventilasi	Membantu pengaturan sirkulasi udara
Pompa air/misting	Mendukung pengendalian kondisi lingkungan saat diperlukan
Sistem pencahayaan	Mengatur pencahayaan berdasarkan kondisi yang terbaca

Pentingnya pemantauan lingkungan menjadi semakin relevan pada peternakan kambing karena suhu dan kelembapan berkaitan dengan respons fisiologis dan perilaku ternak. (Kaushik et al., 2023) menunjukkan bahwa stres panas dapat memengaruhi performa kambing, termasuk pertumbuhan, produksi, dan efisiensi reproduksi. Penelitian mengenai pengaruh suhu dan kelembapan relatif pada kambing juga menunjukkan adanya hubungan antara kondisi termal lingkungan dengan perilaku dan respons fisiologis ternak (Zhou et al., 2023). Dengan demikian, pemantauan kondisi lingkungan melalui kandang cerdas tidak hanya berfungsi sebagai inovasi teknologi, tetapi berpotensi menjadi instrumen pendukung dalam menciptakan kondisi pemeliharaan ternak yang lebih terkendali.

Konfigurasi perangkat dan proses pemasangan dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi nyata kandang dan kebutuhan operasional mitra. Dengan demikian, teknologi yang diterapkan tidak hanya berorientasi pada aspek teknis, tetapi juga pada kemudahan pemanfaatan oleh mitra.

Peningkatan Kapasitas dan Keberdayaan Mitra

Salah satu indikator utama keberhasilan kegiatan Program Kemitraan Masyarakat adalah peningkatan kapasitas BUMDes Mitra Warga Sejahtera dalam memanfaatkan teknologi kandang cerdas. Evaluasi dilakukan terhadap 10 peserta menggunakan kuesioner sebelum (*pre-test*) dan setelah (*post-test*) kegiatan. Pengukuran mencakup tiga dimensi, yaitu pengetahuan, kemampuan/keterampilan, serta sikap dan kesiapan mengadopsi teknologi IoT.

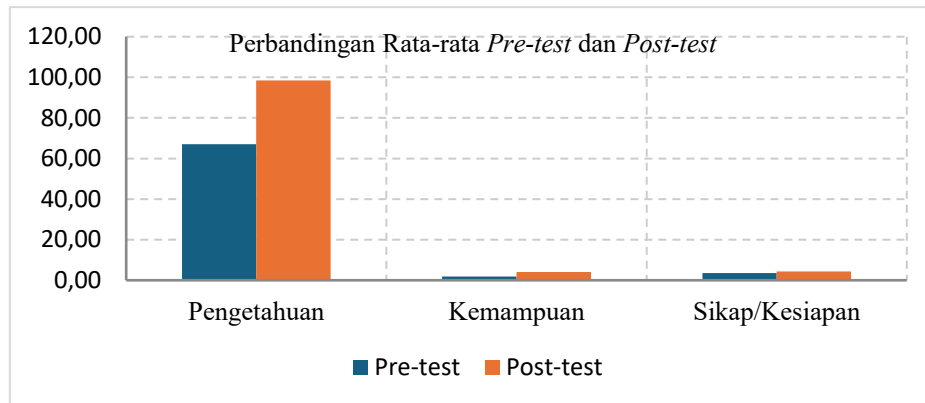
Penggunaan ketiga dimensi tersebut memberikan gambaran keberhasilan program yang lebih komprehensif. Keberhasilan penerapan teknologi pada peternakan tidak cukup dinilai berdasarkan berfungsinya perangkat, tetapi juga perlu mempertimbangkan kemampuan dan kesiapan pengguna dalam menerima serta memanfaatkan teknologi. Boyer et al. (2024) menunjukkan bahwa adopsi *precision livestock farming* dipengaruhi oleh persepsi manfaat, risiko, dan kepercayaan peternak terhadap teknologi. Selvaggi et al. (2024) juga menegaskan bahwa kemudahan penggunaan dan manfaat yang dirasakan menjadi faktor penting dalam penerimaan teknologi digital pada peternakan.

Peningkatan Pengetahuan Mitra

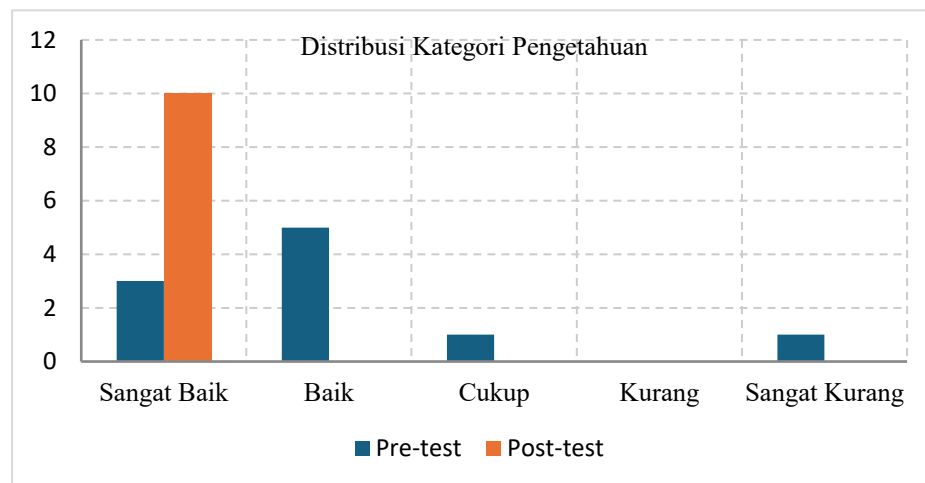
Selain penerapan teknologi, kegiatan pengabdian diarahkan untuk meningkatkan kapasitas mitra dalam memahami dan menggunakan kandang cerdas berbasis IoT. Pelatihan meliputi pengenalan konsep kandang cerdas, fungsi sensor dan perangkat pengendali, pemahaman data suhu, kelembapan, pencahayaan dan kualitas udara, serta pemanfaatan informasi hasil monitoring dalam pengelolaan ternak. Dengan demikian, inovasi yang diberikan kepada mitra tidak hanya berupa perangkat fisik, tetapi juga transfer pengetahuan dan keterampilan.

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa nilai rata-rata pengetahuan peserta meningkat dari 67 pada *pre-test* menjadi 98,5 pada *post-test* (Gambar 8), atau mengalami peningkatan sebesar 31,5 poin (47,01%). Nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,93, yang termasuk dalam kategori tinggi sebanyak 9 peserta (Gambar 10). Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti sosialisasi, pelatihan, demonstrasi, dan praktik penggunaan kandang cerdas.

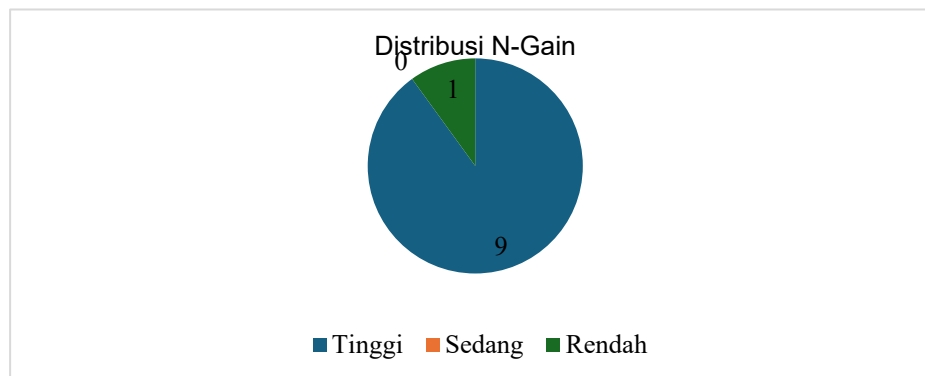
Peningkatan pengetahuan merupakan hasil penting karena adopsi teknologi digital tidak hanya bergantung pada ketersediaan perangkat. (Boyer et al., 2024) menunjukkan bahwa penerapan *Precision Livestock Farming* (PLF) dipengaruhi oleh tingkat kepercayaan pengguna, persepsi terhadap risiko, relevansi teknologi, biaya, serta manfaat yang dapat diperoleh peternak. Penelitian tersebut juga menekankan pentingnya demonstrasi dan kegiatan penyuluhan dalam mendorong adopsi teknologi peternakan. Dengan demikian, peningkatan pengetahuan mitra setelah pelatihan merupakan fondasi penting agar teknologi yang telah dipasang tidak berhenti pada tahap demonstrasi, tetapi dapat digunakan secara berkelanjutan.



Gambar 8. Perbandingan Nilai Rata-Rata *Pre-Test* Dan *Post-Test*



Gambar 9. Distribusi Kategori Pengetahuan



Gambar 10. Distribusi N-Gain

Peningkatan Kemampuan Mitra

Hasil evaluasi juga menunjukkan adanya perubahan kemampuan mitra dalam menggunakan teknologi kandang cerdas. Rata-rata skor kemampuan sebelum kegiatan sebesar 1,85 dari skala 5, kemudian meningkat menjadi 4,10 setelah kegiatan. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan tidak hanya menghasilkan perubahan pengetahuan teoritis, tetapi juga meningkatkan kemampuan peserta dalam mengenali perangkat, membaca informasi monitoring, memahami kondisi lingkungan, dan mengoperasikan sistem.

Peningkatan keterampilan menjadi penting karena manfaat teknologi PLF hanya dapat diperoleh apabila teknologi tersebut sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan oleh peternak (Hassoon et al., 2025; Van Hertem et al., 2017). (Selvaggi et al., 2024) menunjukkan bahwa karakteristik penggunaan perangkat, termasuk kemudahan memperoleh informasi melalui perangkat digital, merupakan bagian penting dalam preferensi peternak terhadap teknologi PLF. Oleh karena itu, praktik langsung selama pelatihan menjadi komponen strategis untuk memperkecil kesenjangan antara ketersediaan teknologi dan kemampuan pengguna.

Kemampuan mitra mengoperasikan sistem juga menjadi salah satu indikator kemandirian. Pada konteks kegiatan pengabdian, keberhasilan transfer teknologi tidak seharusnya hanya diukur berdasarkan keberadaan alat setelah program selesai, tetapi juga berdasarkan kemampuan mitra untuk mengoperasikan, membaca informasi, melakukan tindakan berdasarkan informasi tersebut, dan melakukan penanganan dasar apabila terjadi gangguan.

Perubahan Sikap dan Kesiapan Adopsi Teknologi

Dimensi ketiga yang dievaluasi adalah sikap dan kesiapan mitra dalam mengadopsi teknologi kandang cerdas. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa skor rata-rata sikap dan kesiapan meningkat dari 3,5 pada *pre-test* menjadi 4,4 pada *post-test*. Perubahan tersebut menunjukkan adanya peningkatan penerimaan mitra terhadap pemanfaatan teknologi IoT dalam pengelolaan peternakan.

Aspek kesiapan teknologi perlu mendapat perhatian karena peningkatan pengetahuan tidak selalu secara otomatis menghasilkan penggunaan teknologi secara berkelanjutan. (Boyer et al., 2024) menunjukkan bahwa kepercayaan terhadap teknologi dan data serta persepsi terhadap manfaat ekonomi dapat memengaruhi keputusan peternak untuk menggunakan PLF. Demikian pula, (Selvaggi et al., 2024) menunjukkan bahwa karakteristik penggunaan dan penyampaian informasi dari perangkat digital memengaruhi preferensi peternak terhadap teknologi

(Krampe et al., 2024) lebih lanjut menunjukkan bahwa peternak memiliki preferensi yang heterogen terhadap inovasi PLF sehingga solusi teknologi perlu disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan pengguna. Temuan tersebut mendukung pendekatan partisipatif dalam kegiatan ini, yaitu melibatkan mitra sejak tahap identifikasi masalah, penentuan kebutuhan teknologi, pelatihan, hingga penerapan perangkat. Pendekatan tersebut memungkinkan teknologi yang dikembangkan tidak hanya berorientasi pada kecanggihan teknis, tetapi juga pada kesesuaian dengan kebutuhan operasional peternak.

Peningkatan Level Keberdayaan Mitra

Secara keseluruhan, penerapan kandang cerdas memberikan perubahan pada aspek produksi, manajemen, dan kapasitas sumber daya manusia. Pada aspek produksi, pemantauan

kondisi lingkungan yang sebelumnya dilakukan secara manual mulai didukung oleh sistem monitoring berbasis IoT. Suhu, kelembapan, pencahayaan, dan parameter lingkungan lainnya dapat diperoleh secara lebih terukur (Zaabar et al., 2025). Pada aspek manajemen, informasi yang dihasilkan sistem mulai menyediakan data historis yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan. Perubahan tersebut melengkapi capaian awal yang sebelumnya telah teridentifikasi dalam kegiatan. Peningkatan level keberdayaan mitra pada aspek produksi dan manajemen dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Peningkatan level keberdayaan mitra pada aspek produksi dan manajemen

Aspek	Kondisi sebelum kegiatan	Capaian setelah penerapan
Produksi	Pemantauan lingkungan	Tersedia sistem monitoring kondisi
	kandang dilakukan secara manual	lingkungan kandang berbasis IoT
	Informasi lingkungan belum tersedia secara <i>real-time</i> dan terukur	Suhu, kelembapan, pencahayaan, dan kualitas udara dapat dipantau melalui sistem
Manajemen	Pengelolaan kandang bergantung pada pengamatan dan pengalaman	Mulai didukung oleh informasi hasil monitoring
	Belum tersedia sistem pencatatan data terstruktur	Mulai tersedia data hasil monitoring sebagai informasi historis
	Kapasitas mitra terkait pemahaman teknologi masih terbatas	Meningkat melalui pelatihan dan keterlibatan dalam penerapan teknologi

Keberlanjutan Penerapan Teknologi

Keberlanjutan program diarahkan melalui penguatan kemampuan operasional mitra, pendampingan, pemeliharaan perangkat, serta pengumpulan data lingkungan secara berkelanjutan. Mitra didorong untuk menjadikan sistem monitoring sebagai bagian dari kegiatan rutin pengelolaan peternakan. Data historis yang terkumpul selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi perubahan kondisi lingkungan kandang serta menjadi dasar pengembangan sistem pengambilan keputusan yang lebih baik.

Aspek keberlanjutan penting karena adopsi teknologi *precision livestock farming* tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan perangkat (Pardo et al., 2022; Mura et al., 2026). (Boyer et al., 2024) menunjukkan bahwa teknologi akan lebih mudah diterima apabila relevan dengan kebutuhan produksi, terjangkau, dan memberikan manfaat yang dapat dirasakan oleh peternak. (Selvaggi et al., 2024) juga menunjukkan pentingnya kemudahan penggunaan perangkat dalam mendukung penerimaan teknologi digital oleh peternak. Oleh karena itu, teknologi kandang

cerdas perlu dirancang tidak hanya berdasarkan kemampuan teknis, tetapi juga berdasarkan kemampuan operasional dan kebutuhan nyata pengguna (Kalatzis et al., 2019).

Pendekatan partisipatif yang digunakan dalam kegiatan ini menjadi penting karena mitra dilibatkan sejak identifikasi kebutuhan hingga penerapan teknologi. (Krampe et al., 2024) menekankan bahwa preferensi peternak perlu dipertimbangkan dalam perancangan inovasi *precision livestock farming* karena kebutuhan dan preferensi pengguna dapat berbeda antarpeternak. Dengan demikian, keberlanjutan sistem kandang cerdas pada BUMDes Mitra Warga Sejahtera akan sangat bergantung pada keterlibatan mitra, kemudahan pemeliharaan, kemampuan pengoperasian secara mandiri, serta pemanfaatan data monitoring sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berhasil menerapkan kandang cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) pada BUMDes Mitra Warga Sejahtera sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung pengelolaan peternakan kambing. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan sensor lingkungan, perangkat pengendali ESP32, sistem monitoring, serta aktuator untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan kandang. Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa sistem mampu membaca perubahan kondisi lingkungan dan mengaktifkan perangkat pengendalian sesuai dengan rancangan.

Penerapan teknologi yang disertai pelatihan dan pendampingan juga meningkatkan kapasitas mitra, yang ditunjukkan oleh peningkatan pengetahuan, kemampuan/keterampilan, serta sikap dan kesiapan dalam mengadopsi teknologi berdasarkan hasil pre-test dan post-test. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menghasilkan inovasi teknologi, tetapi juga mendorong perubahan pengelolaan peternakan dari pemantauan konvensional menuju pengelolaan yang lebih terukur dan berbasis data. Keberlanjutan program perlu didukung melalui pengoperasian sistem secara mandiri, pemeliharaan perangkat secara berkala, dan pemanfaatan data monitoring untuk mendukung pengambilan keputusan serta pengembangan peternakan.

Saran

1. Melaksanakan pemantauan operasional secara berkelanjutan untuk menguji stabilitas sistem, konsistensi pembacaan sensor, keberlangsungan komunikasi data, serta daya tahan perangkat fisik dalam jangka panjang.

2. Melaksanakan pemeliharaan perangkat keras (seperti sensor, mikrokontroler ESP32, kipas, dan pompa misting) secara teratur sesuai *Standard Operating Procedure* (SOP) agar tidak terjadi gangguan fungsi.
3. Penetapan operator sistem dari pihak BUMDes berjalan efektif agar operasional harian dan pencatatan data lingkungan tetap konsisten.
4. Meningkatkan kapasitas peternak dan kesiapan adopsi teknologi, model kandang cerdas berbasis IoT ini dapat direplikasi ke kelompok peternak lain atau unit usaha BUMDes di wilayah sekitarnya.
5. Pendampingan berkala dari akademisi atau instansi terkait untuk memperkuat kemandirian mitra dalam menangani gangguan teknis sederhana secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyer, C. N., Cavasos, K. E., Greig, J. A., & Schexnayder, S. M. (2024). Influence of risk and trust on beef producers' use of precision livestock farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 218, 108641. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108641>
- Carp, S., Fosalau, C., & Pascal, D. (2025). Cattle Behavior Monitoring Using IoT Technologies. In N. B.-C. & D. N.-C. (Eds.), *SIELMEN 2025 - Proceedings of the 15th International Conference on Electromechanical and Energy Systems* (pp. 20–24). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SIELMEN67352.2025.11260784>
- Chaitanya, R. V., Patil, A. C., Reddy, G. H., Mounica, P., & Perumal, K. M. (2024). Environmental Monitoring using IoT using Arduino UNO and Data Analysis. *3rd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems, ICACRS 2024 - Proceedings*, 404–409. <https://doi.org/10.1109/ICACRS62842.2024.10841572>
- Hassoon, O. A., Khader, O. M., Aljuboori, Z. T. H., Furajil, H. B., Hussein, A. A., Dawie, W. M., Ibrahim, Y. A., & Alsalam, H. A. A.-A. (2025). Impact of Precision Livestock Farming on Animal Welfare and Productivity. *Journal of Animal Health and Production*, 13(Special Issue 1), 327–335. <https://doi.org/10.17582/journal.jahp/2025/13.s1.327.335>
- Kalatzis, N., Marianos, N., & Chatzipapadopoulos, F. (2019). IoT and data interoperability in agriculture: A case study on the gaiaSense™ smart farming solution. *Global IoT Summit, GIoTS 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/GIoTS.2019.8766423>
- Kaushik, R., Arya, A., Kumar, D., Goel, A., & Rout, P. K. (2023). Genetic studies of heat stress regulation in goat during hot climatic condition. *Journal of Thermal Biology*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103528>
- Krampe, C., Ingenbleek, P. T. M., Niemi, J. K., & Serratos, J. (2024). Designing precision livestock farming system innovations: A farmer perspective. *Journal of Rural Studies*, 111, 103397. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103397>
- Mishra, A. (2025). Internet of Things-based sensors for environmental monitoring. In *Emerging Sensors for Environmental Monitoring* (pp. 167–186). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13894-2.00006-3>
- Mura, M. C., Trimasse, O., Carcangiu, V., & Luridiana, S. (2026). Precision Livestock Farming for Dairy Sheep: A Literature Review of IoT and Decision-Support Systems for Enhanced Management and Welfare. *AgriEngineering*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/agriengineering8020058>
- Pardo, G., del Prado, A., Fernández-Álvarez, J., Yáñez-Ruiz, D. R., & Belanche, A. (2022). Influence of precision livestock farming on the environmental performance of intensive dairy goat farms. *Journal of Cleaner Production*, 351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131518>
- Selvaggi, R., Pappalardo, G., Zarbà, C., & Lusk, J. L. (2024). Driving factors behind precision livestock farming tools adoption: The case of the pedometer on dairy farms. *Agricultural Systems*, 220, 104090. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agry.2024.104090>
- Van Hertem, T., Rooijackers, L., Berckmans, D., Peña Fernández, A., Norton, T., & Vranken, E. (2017). Appropriate data visualisation is key to Precision Livestock Farming acceptance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.04.003>
- Zaabar, L. S., Yacob, A. A., Nathan, D. K., Yip, E. W. H., & Razali, N. A. M. (2025). A Review of Livestock Smart Farming for Sustainable Food Security. *International Journal on Informatics Visualization*, 9(2), 728–736. <https://doi.org/10.62527/joiv.9.2.2500>

- Zhou, G., He, X., Yang, K., Li, L., Guo, H., Wang, G., Li, J., Chen, Y., & Yang, Y. (2023). Effects of temperature and relative humidity on behavior and physiological indices in goats. *Small Ruminant Research*, 229, 107126. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107126>
- Zinsou, F. T. A., Olounladé, P. A., Alowanou, G. G., Adenilé, A. D., Sèdédji, H. A., Bamigbochey, E. A. F., & Hounzangbé-Adoté, S. M. (2024). Typology of Red Maradi goat farming systems in Benin based on farmers' survey. *Heliyon*, 10(22). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40256>