

Penerapan Teknologi Sistem Kandang Ayam Broiler Berbasis IoT WSN Pada Protokol Lora dalam Meningkatkan Pendapatan dan Ketahanan Pangan di Kabupaten Takalar

Lukman Anas^{1*}Andi Abd. Halik Lateko²Nadir³Nur Fadillah Sari⁴Rezki Nurdin⁵Rahman⁶^{1*,2,3,4,5,6} Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, Indonesia.lukmananas@unismuh.ac.id^{1*)}halik@unismuh.ac.id²⁾nadir@unismuh.ac.id³⁾nurfadillahsari20@gmail.com⁴⁾rezkinurdin21@gmail.com⁵⁾arrahmanspd13@gmail.com⁶⁾**Kata Kunci:**

[Teknologi;
Kandang
Ayam; Ayam
Broiler; IoT
WSN.]

Abstrak: Ayam broiler termasuk hewan yang mudah stres selain itu bau kotoran ayam broiler lebih tajam daripada unggas lainnya sehingga penempatan kandang ayam broiler biasanya berada pada daerah jauh dari pemukiman. Namun dengan penempatan kandang yang jauh dari pemukiman tersebut muncul masalah pada segi *monitoring*, pemilik kandang perlu bolak-balik untuk mengecek keadaan kandang selain itu dengan jauhnya kandang dari pemukiman muncul potensi akan pencurian ternak. Oleh karena itu, hal tersebut mendasari pengabdian ini untuk menerapkan sistem *Monitoring* dengan konsep *Wireless Sensor Network* menggunakan protokol LoRa. Sistem dirancang dengan menggunakan LoRa karena memiliki jangkauan jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Tujuan penelitian ini adalah terciptanya sistem monitoring yang dapat memonitor air minum, suhu dan kelembaban, dan keamanan kandang ayam broiler secara jarak jauh memanfaatkan *Wireless Sensor Network* dengan memakai protokol LoRa dibantu dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan beberapa sensor seperti sensor *ultrasonik*, *reed switch*, PIR, dan sensor suhu dan kelembaban yang dapat berjalan tanpa adanya kendala. Kesimpulan pengabdian ini adalah; a) untuk mengetahui apakah fungsionalitas node sensor PIR dan *reed switch*, *node sensor* suhu dan kelembaban, node sensor ultrasonik dan node klien dapat berjalan seperti yang diharapkan. b) untuk mengetahui apakah pengiriman data dari node sensor sampai dengan broker dapat berjalan seperti yang diharapkan. c) untuk mengetahui apakah kinerja LoRa dapat berjalan dengan baik atau buruk.

Published by:



Copyright © 2024 The Author(s)

This article is licensed under CC BY 4.0 License



Pendahuluan

Analisis situasi dan permasalahan mitra yang menjadi kajian adalah berternak merupakan salah satu usaha yang digemari di Indonesia. Hewan yang digemari untuk dibudidayakan di Indonesia adalah ayam broiler. Tercatat pada tahun 2017 jumlah populasi ternak ayam broiler di Indonesia mengalami peningkatan sebanyak 3,42% dengan jumlah 14,6 juta ekor (Suhaely 2018). Ayam broiler memiliki keuntungan dalam pembudidayaan karena membutuhkan waktu singkat dalam siklus reproduksi yaitu dalam 45 hari. Selain itu ayam broiler memiliki keunggulan dibanding dengan unggas yang lain yaitu memiliki 13,1% protein dan 11,1% lemak lebih baik daripada unggas-unggas yang lain (ayam ras dan itik). Dalam beternak ayam broiler terdapat faktor penting dalam menjaga kualitas produksi dari ayam broiler seperti pakan, air minum, penempatan kandang, suhu, dan kelembaban. Dalam produksi ayam broiler suhu ideal pada kandang adalah 20°C-25°C dengan kelembaban 30–80% (Nurdin 2018).

Kondisi mitra dan permasalahan adalah pengecekan suhu dan kelembaban kandang yang dilakukan membuat pemilik peternakan harus bersedia bolak-balik untuk melakukan pengecekan keadaan kandang, ketersediaan air minum juga perlu dicek secara langsung agar tidak kehabisan, dan bukan hanya itu penempatan kandang yang jauh dari pemukiman juga menimbulkan potensi akan pencurian ternak (Kanagaraj, E., Kamarudin, L. M., Zakaria, A., Gunasagaran 2015). Maka dari itu diperlukan alat yang dapat memonitor keadaan kandang secara jarak jauh sehingga pemilik ternak dapat mengetahui keadaan kandang dalam segi suhu, kelembaban, keamanan dan kondisi air minum ternak tanpa harus mengecek secara langsung. Pembuatan alat *monitoring* kandang menggunakan teknologi IoT berbasis WSN (*Wireless Sensor Network*) dengan memanfaatkan penggunaan protokol LoRa dan juga *mikrokontroler* ESP32 (Putra Eden Wawi 2021).

Berdasarkan hasil observasi menunjukkan bahwa usaha peternakan ayam broiler belum menggunakan teknologi IoT merupakan teknologi yang dapat membantu dalam proses monitoring (Panekenan, J., Loing 2017). Dengan menggunakan IoT dapat membantu meringankan beban dalam melakukan proses monitoring. Ada beberapa konsep yang dapat diterapkan dalam mengimplementasikan IoT salah satunya adalah WSN. WSN (*Wireless Sensor Network*) adalah sebuah teknologi modern yang menggabungkan sensor, kontrol otomatis, pengolahan data, pengiriman data, dan penyimpanan data menjadi satu kesatuan. WSN merupakan bagian dari IoT (*Internet of Things*) dan sudah diaplikasikan pada beberapa area pengabdian seperti *smart building*, kesehatan, militer, pertanian, dan lain-lain (Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley 2016). WSN memiliki beberapa kelebihan dalam pengaplikasiannya pada dunia IoT yaitu murah implementasinya, fleksibel, dan dapat menjangkau daerah terpencil. Salah satu teknologi yang cukup terkenal pada pengaplikasian WSN adalah LoRa atau disebut dengan *Long Range*. LoRa adalah teknologi dari LPWAN (*Low-Power Wide Area Network*) yang kebanyakan bekerja pada *bandwidth* 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz. LoRa memiliki ukuran *payload* dengan maksimal 255 *bytes*. LoRa memiliki kelebihan dalam segi jangkauan pengiriman data yang jauh dengan pemakaian konsumsi daya yang rendah sehingga membuat teknologi ini cocok digunakan untuk *smart sensing* yang salah satunya adalah sistem *monitoring* (Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley 2016).

Bau dari kotoran ayam broiler yang menyengat dan kondisi ayam broiler yang mudah stres sehingga perlunya kandang diletakkan pada daerah yang jauh dari pemukiman untuk menghindari bau kotoran yang dapat mengganggu warga sekitar dan

meminimalisir kebisingan agar tidak membuat ayam broiler stres (Budiman 2009). Dari kondisi tersebut muncul permasalahan pada segi *monitoring* keadaan kandang yaitu perlunya pemilik kandang untuk melakukan pengecekan secara langsung untuk dapat mengetahui keadaan kandang yang berada pada daerah yang jauh dari pemukiman tersebut (Jamal 2021). Selain itu, keberadaan kandang yang berada pada daerah yang jauh dari pemukiman juga menimbulkan potensi akan pencurian ternak. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah teknologi komunikasi jarak jauh yang dapat diterapkan di daerah yang tidak memiliki koneksi internet untuk dapat mengirim data hasil deteksi sensor. Solusi yang dipakai adalah memanfaatkan konsep WSN dalam menyelesaikan permasalahan *monitoring* keadaan kandang dengan menggunakan teknologi LoRa sebagai komunikasi jarak jauh dan dibantu oleh mikrokontroler ESP32 beserta beberapa sensor seperti sensor ultrasonik untuk *monitoring* air minum, reed switch dan PIR untuk *monitoring* keamanan, dan sensor suhu dan kelembaban untuk *monitoring* suhu dan kelembaban. Sensor-sensor tersebut ditempatkan pada kandang untuk dapat memonitor kandang ayam broiler (Kanagaraj, E., Kamarudin, L. M., Zakaria, A., Gunasagaran 2015). Data keadaan kandang kemudian dikumpulkan dan dikirim ke broker menggunakan MQTT agar pemilik dari kandang tersebut dapat melihat keadaan kandang tanpa harus datang secara langsung (Arlin, M. R. E., Niswar, M., Adnan, A., Fall, D. 2018).

Tentang pengimplementasian IoT untuk kontrol air dan monitoring suhu pada kandang ayam broiler. Menggunakan sensor DHT11, Selain itu sensor untuk mengukur ketinggian air digunakan sensor *float switch* dan sensor *ultrasonik* (Kanagaraj, E., Kamarudin, L. M., Zakaria, A., Gunasagaran 2015). Kedua sensor tersebut digunakan untuk mengetahui ketinggian air yang berada pada tandon sehingga dapat memicu *servo motor* untuk dapat memutar keran untuk mengalirkan air maupun memberhentikan aliran air. Seluruh sensor dihubungkan dan dikontrol oleh *mikrokontroler* ESP8266, selain mengontrol sensor-sensor tersebut *mikrokontroler* ESP8266 juga bertugas untuk dapat mengirim data ke broker menggunakan bantuan Wi-Fi (Adin, D. T., Bhawiyuga, A., & Yahya 2019). Yang menjadi kebaruan dalam pengabdian yang akan kami lakukan adalah penggunaan MQTT dan pengaplikasian LoRa dengan maksimal bukan hanya sekedar protokol, tetapi mengaplikasikan IoT dalam membantu para peternak ayam broiler dalam manajemen kandang dan menekan biaya produksi dengan tujuan dari pengabdian ini adalah untuk mengembangkan sistem monitoring kandang dengan menerapkan konsep *Wireless Sensor Network* menggunakan protokol LoRa yang jangkauan jauh dengan konsumsi daya rendah. Kemudian selanjutnya agar mampu manajemen biaya produksi dan memanfaatkan IoT dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat yang ada di kabupaten Takalar.

Metode Pelaksanaan

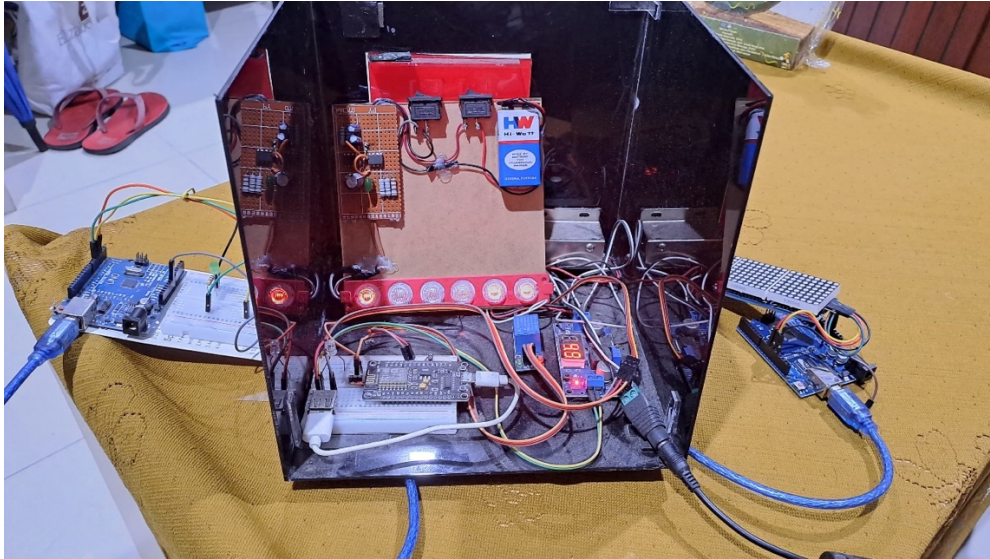
Metode yang dilakukan guna menyelesaikan permasalahan mitra dalam produksi ayam broiler sistem manual yang berdampak pada rendahnya hasil produksi ayam setiap siklus dan tingginya biaya kandang komersial yang digunakan, dan tidak adanya manajemen sumberdaya manusia dalam hal pembagian kerja, serta kurangnya pengetahuan dalam manajemen kandang adalah pemberian materi bimbingan dan pelatihan kepada mitra. Mitra yang telah memiliki usaha peternakan ayam broiler sistem manual dilakukan pembimbingan untuk menerapkan sistem teknologi tepat guna (TTG) dalam melakukan kegiatan pemeliharaan mulai persiapan kandang, pengaturan suhu, pemeliharaan dengan sistem IoT dan pemberian pakan dengan memanfaatkan teknologi serta pemantauan

kegiatan kandang ayam broiler. Penerapan teknologi tepat guna yaitu sistem IoT, pelatihan penggunaan alat dan melatih mitra dalam manajemen sumber daya manusia yaitu pembagian kerja masing-masing anggota secara teratur dan penuh tanggungjawab. Untuk mengetahui efektivitas pelatihan yang dilakukan, sebelum dan sesudah kegiatan pelatihan diberikan pre-test dan post-test kepada mitra. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berlokasi di Kelurahan Maradekaya, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Dengan waktu pelaksanaan pengabdian yaitu dimulai pada bulan Juli hingga bulan Agustus 2024 dengan mitra kerjasama yang sudah ditentukan sebelumnya bersama Kelompok Usaha Produktif (KUP) Harapan Jaya. Dengan tahapan sebagai berikut:

- 1. Tahapan pelaksanaan**, rancangan pelaksanaan kegiatan dan evaluasi program yaitu: Persiapan tim dengan melakukan pertemuan dan rapat dengan tim pelaksana PkM, mengatur jadwal program, pengadaan bahan, dan perlengkapan yang mencakup semua hal-hal terkait kegiatan pengabdian.
- 2. Pelaksanaan kegiatan**, pada pelaksanaan kegiatan yang awalnya dilakukan pelatihan di lokasi mitra peternakan ayam broiler dengan memperkenalkan teknologi tepat guna yaitu sistem kandang ayam broiler berbasis IoT WSN pada Protokol Lora bersama tim pengabdian.
- 3. Tahapan partisipasi mitra**, melakukan komunikasi dan koordinasi tim dengan pihak mitra agar dapat mengetahui latar belakang dan kondisi serta kebutuhan utama mitra. Termasuk keterbukaan mitra dalam memberikan informasi, menyediakan ruangan yang telah di setujui oleh kedua belah pihak, ikut berperan aktif serta kesediaan merawat alat dan bahan yang telah diberikan dalam program pengabdian.
- 4. Evaluasi pelaksanaan program dan tindak lanjut**, kegiatan monitoring dan evaluasi akan dilaksanakan sebanyak 3 kali. Evaluasi pertama dilaksanakan dalam upaya mengukur tingkat penguasaan (dasar) dari seluruh kegiatan yang akan diimplementasikan kepada mitra. Evaluasi tahap 2 dilaksanakan untuk mengukur perkembangan pencapaian kegiatan dan target luaran. Evaluasi tahap 3 dilaksanakan setelah seluruh rangkaian kegiatan pelatihan dan proses kegiatan penerapan teknologi dengan sistem IoT. Jika belum mencapai tingkat keberhasilan maka perlu memperbaiki lagi bagian yang masih kurang/belum terpenuhi. Indikator capaian diukur berdasarkan output dan outcome kegiatan usaha budidaya ayam broiler.

Hasil dan Pembahasan

Penerapan teknologi sistem kandang ayam broiler berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan *Wireless Sensor Network* (WSN) pada protokol LoRa dapat memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan pendapatan dan ketahanan pangan, terutama di Kabupaten Takalar. Berikut adalah hasil dari penerapan teknologi tepat guna pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan yaitu:



Gambar 1. Rancangan Teknologi Tepat Guna

1. Peningkatan Efisiensi Pengelolaan Kandang
 - a. Pengawasan Lingkungan: Dengan menggunakan sensor berbasis IoT yang terhubung melalui LoRa, peternak dapat memantau suhu, kelembapan, dan kualitas udara secara *real-time*. Hal ini membantu dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk ayam broiler, yang berdampak langsung pada kesehatan dan pertumbuhan ayam.
 - b. Pengendalian Otomatis: Sistem dapat diintegrasikan dengan perangkat kontrol seperti ventilator dan pemanas, yang otomatis menyesuaikan kondisi lingkungan berdasarkan data sensor, sehingga mengurangi kebutuhan intervensi manual dan meningkatkan efisiensi operasional.
2. Peningkatan Kesehatan dan Produktivitas Ayam
 - a. Deteksi Dini Penyakit: Dengan pemantauan kondisi lingkungan dan perilaku ayam secara terus-menerus, sistem dapat mendeteksi gejala awal penyakit atau stres pada ayam, memungkinkan tindakan pencegahan yang lebih cepat dan efektif.
 - b. Peningkatan Pertumbuhan: Kondisi lingkungan yang optimal berkontribusi pada pertumbuhan ayam yang lebih baik, yang dapat mengarah pada peningkatan bobot ayam dan hasil panen lebih baik.
3. Penghematan Biaya Operasional
 - a. Pengurangan Konsumsi Energi: Pengaturan otomatis suhu dan kelembapan mengurangi penggunaan energi secara berlebihan, sehingga menurunkan biaya operasional.
 - b. Optimalisasi Pakan: Dengan monitoring yang lebih baik, peternak dapat mengoptimalkan pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan ayam, yang berpotensi mengurangi pemborosan dan mampu menekan biaya pakan.
4. Peningkatan Pendapatan Peternak
 - a. Hasil Panen Lebih Baik: Dengan kesehatan ayam yang lebih baik dan produktivitas yang meningkat, peternak dapat menghasilkan daging ayam yang lebih berkualitas dan dalam jumlah yang lebih banyak.
 - b. Harga Jual Lebih Tinggi: Produk ayam yang berkualitas tinggi dan konsisten dapat

diperoleh harga jual yang lebih tinggi, meningkatkan pendapatan peternak.

5. Kontribusi terhadap Ketahanan Pangan

- a. Ketersediaan Pasokan Pangan: Dengan meningkatkan efisiensi produksi ayam broiler, pasokan daging ayam yang lebih stabil dan berkualitas dapat membantu menjaga ketersediaan pangan di kabupaten Takalar.
- b. Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat: Ketersediaan pangan yang lebih baik berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal, dengan harga yang lebih terjangkau dan kualitas pangan yang lebih baik.



Gambar 2. Pemasangan sensor suhu dan alat di kandang ayam broiler

Wawancara dengan pemilik kandang ayam broiler menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dan LoRa membawa sejumlah manfaat signifikan, termasuk efisiensi operasional yang lebih baik, penghematan biaya, dan peningkatan produktivitas ayam. Meskipun ada beberapa tantangan terkait konektivitas dan kebutuhan pelatihan, umpan balik dari pemilik kandang menunjukkan bahwa teknologi ini telah memberikan kontribusi positif terhadap keberhasilan usaha mereka dan kesejahteraan mereka secara keseluruhan.



Gambar 3. Uji coba alat di lokasi mitra pengabdian

Dengan menggabungkan IoT dan LoRa, peternakan ayam broiler dapat merasakan manfaat dari pengawasan dan kontrol yang lebih baik, efisiensi operasional yang lebih tinggi, serta penghematan biaya yang signifikan. Teknologi ini memungkinkan peternak untuk mengelola sumber daya secara lebih efektif, meningkatkan kesehatan dan produktivitas ayam, serta mendukung keberlanjutan dan ketahanan pangan.



Gambar 4. Uji sensor suhu di kandang ayam broiler

Teknologi *Internet of Things* (IoT) dan protokol LoRa (Long Range) menawarkan sejumlah keuntungan yang signifikan, terutama dalam konteks aplikasi pertanian seperti sistem kandang ayam broiler. Berikut adalah keuntungan utama IoT yaitu:

1. Pengawasan dan Kontrol Real-Time: Data Real-Time, IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time dari berbagai sensor yang terpasang. Hal ini memberikan informasi langsung tentang kondisi lingkungan, kesehatan ayam, dan parameter penting lainnya. Dan kontrol jarak jauh, peternak dapat mengendalikan berbagai perangkat (seperti ventilator, pemanas, dan sistem penyiraman) dari jarak jauh, yang mempermudah pengelolaan kandang dan mengurangi kebutuhan intervensi manual.
2. Optimasi Sumber Daya: Efisiensi Energi, sistem IoT dapat memantau dan mengontrol penggunaan energi secara otomatis, mengurangi pemborosan energi dengan menyesuaikan kondisi lingkungan sesuai kebutuhan. Dan pengelolaan pakan, IoT memungkinkan pelacakan konsumsi pakan dan penyesuaian pemberian pakan berdasarkan data yang dikumpulkan, sehingga mengurangi pemborosan dan biaya.
3. Pemantauan Kesehatan dan Kesejahteraan: Deteksi Dini Masalah, IoT membantu dalam deteksi dini masalah kesehatan atau stres pada ayam dengan memantau parameter lingkungan dan perilaku secara terus-menerus, memungkinkan intervensi cepat. Dan pengumpulan data kesehatan, data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk analisis kesehatan dan pertumbuhan ayam, yang mendukung

pengambilan keputusan berbasis data.

4. Peningkatan Produktivitas: Optimalisasi Lingkungan, dengan memastikan bahwa kondisi lingkungan tetap dalam rentang optimal, produktivitas ayam dapat meningkat karena kondisi yang lebih baik mendukung pertumbuhan dan kesehatan yang lebih baik.
5. Integrasi dan Skalabilitas: Konektivitas Terintegrasi, IoT memungkinkan integrasi berbagai perangkat dan sistem dalam satu jaringan terhubung, meningkatkan koordinasi dan efisiensi operasional. Dan kemudahan skalabilitas, sistem IoT dapat dengan mudah diperluas untuk mencakup lebih banyak perangkat dan area tanpa memerlukan perubahan besar pada infrastruktur yang ada.



Gambar 5. Penyerahan alat kepada mitra pengabdian

Sedangkan menjadi keuntungan menggunakan protokol LoRa adalah memiliki efisiensi energi dan beberapa kelebihan lainnya sebagai berikut:

1. Jangkauan Jauh: komunikasi jarak jauh, LoRa dirancang untuk komunikasi jarak jauh dengan jangkauan yang dapat mencapai beberapa kilometer, bahkan dalam lingkungan yang sulit dijangkau seperti daerah pedesaan dan pedalaman. Dan penetrasi bangunan, LoRa memiliki kemampuan penetrasi yang baik, sehingga sinyal dapat menjangkau area di dalam bangunan atau struktur yang padat.
2. Konsumsi Daya Rendah: efisiensi energi, LoRa dirancang untuk perangkat yang membutuhkan konsumsi daya rendah, yang penting untuk sensor dan perangkat yang beroperasi dalam jangka waktu lama tanpa perlu penggantian baterai yang sering. Dan panjang umur baterai, dengan konsumsi daya yang rendah, perangkat yang menggunakan LoRa dapat memiliki umur baterai yang lebih lama, mengurangi frekuensi pemeliharaan dan penggantian baterai.
3. Biaya Operasional Rendah: infrastruktur sederhana, LoRa dapat beroperasi dalam jaringan yang sederhana tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seluler yang kompleks, mengurangi biaya operasional. Dan penghematan biaya komunikasi, LoRa menawarkan biaya komunikasi yang lebih rendah dibandingkan dengan teknologi seluler atau Wi-Fi, yang menguntungkan untuk aplikasi skala besar.

dengan banyak perangkat.

4. Kapasitas Jaringan: kemampuan mendukung banyak perangkat, LoRa dapat mendukung banyak perangkat dalam satu jaringan, sehingga cocok untuk aplikasi dengan banyak sensor yang memerlukan komunikasi simultan. Dan kapasitas data, LoRa mendukung transmisi data dengan kecepatan rendah, yang cukup untuk aplikasi sensor dan monitoring dengan ukuran data yang relatif kecil.
5. Keamanan dan Ketahanan: enkripsi data, LoRa menyediakan mekanisme enkripsi untuk melindungi data yang dikirim melalui jaringan, meningkatkan keamanan komunikasi. Dan ketahanan terhadap gangguan, LoRa dirancang untuk beroperasi dalam lingkungan dengan gangguan sinyal yang tinggi, memastikan keandalan komunikasi dalam berbagai kondisi.

Dengan menggabungkan keuntungan IoT dan LoRa, peternakan ayam broiler dapat merasakan manfaat dari pengawasan dan kontrol yang lebih baik, efisiensi operasional yang lebih tinggi, serta penghematan biaya yang signifikan. Teknologi ini memungkinkan peternak untuk mengelola sumber daya secara lebih efektif, meningkatkan kesehatan dan produktivitas ayam, serta mendukung keberlanjutan dan ketahanan pangan.

Kesimpulan

Secara keseluruhan, penerapan teknologi IoT dan LoRa dalam kandang ayam broiler terbukti memberikan manfaat yang signifikan dalam hal efisiensi, produktivitas, dan penghematan biaya. Meskipun terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi, umpan balik dari pemilik kandang menunjukkan bahwa teknologi ini telah memberikan dampak positif yang substansial terhadap keberhasilan operasional dan kesejahteraan peternak. Teknologi ini, dengan dukungan dan penyesuaian yang tepat, berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas, membawa manfaat yang lebih besar dalam sektor pertanian dan ketahanan pangan.

Ucapan Terima Kasih

Kepada Kemendikbudristek, BIMA, Universitas Muhammadiyah Makassar, Pemerintah Kabupaten Takalar, dan mitra serta semua tim pengabdian yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam merealisasikan program ini dengan baik. Memberikan kami kepercayaan dan dukungan finansial untuk melakukan pengabdian dengan masyarakat yang membutuhkan sentuhan teknologi demi mewujudkan sebuah harapan yaitu peternakan broiler 4.0 yang mapan dan mampu berdaya saing tinggi.

Referensi

- Adin, D. T., Bhawiyuga, A., & Yahya, W. 2019. "Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol LoRa." <https://doi.org/10.25126/jtiik.2019611292>
- Arlin, M. R. E., Niswar, M., Adnan, A., Fall, D., & Kashihara. 2018. "LouPe: LoRa Performance Measurement Tool. Proceedings - 2nd East Indonesia Conference on

- Computer and Information Technology: Internet of Things for Industry.”
<https://doi.org/10.1109/EIConCIT.2018.8878525>
- Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. M. A. 2016. “Study of Lora: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things.”
<https://doi.org/10.3390/S16091466>
- Budiman. 2009. *Pedoman Budidaya Beternak Ayam Broiler*. 2009.
- Jamal, Jamail. Thamrin. 2021. “Sistem Kontrol Kandang Ayam Closed House Berbasis Internet of Things.”
<https://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/article/view/113430/105678>
- Kanagaraj, E., Kamarudin, L. M., Zakaria, A., Gunasagaran, R. 2015. “Cloud-Based Remote Environmental Monitoring System with Distributed WSN Weather Stations.”
<https://doi.org/10.1109/ICSSENS.2015.7370449>
- Nurdin, Maman. M. 2018. “Direktorat Jenderal Peternakan Dan Kesehatan Hewan.”
https://ditjenpkh.pertanian.go.id/userfiles/file/buku_statistik
- Panekenan, J., Loing, J. c. 2017. “Analisis Keuntungan Usaha Beternak Ayam Broiler Di Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa.”
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/zotek/article/view/991>
- Putra Eden Wawi. 2021. “Perancangan Sistem Wireless Sensor Network (WSN) Untuk Monitoring Temperatur, Kelembaban, Dan Kadar Amonia Pada Kandang Ayam Model Closed-House.” <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm>
- Suhaely, A. 2018. “Perancangan Fasilitas Fisik Usaha Ternak Ayam Broiler Skala Komersial Di Kecamatan Ranca Bungur, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.”
<https://repository.lpb.ac.id/handle/12345689/11989>