

Pemanfaatan Internet of Thing (IOT) Sebagai Bahasa Kompeterisasi Pada Peternakan Broiler Modern

I Gede Wempi Dody Surya Permadi^{*1}, Joni Endardi², Pardi³, Risqa Novita⁴, Heru Agus Cahyanto⁵

^{1,2,3} Badan Riset dan Inovasi Nasional, Yogyakarta

Email: ¹iged011@brin.go.id, ²jon005@brin.go.id, ³pardi002@brin.go.id, ⁴risq001@brin.go.id, ⁵heru029@brin.go.id

^{*}wempidvm@gmail.com

Abstrak

Peternakan ayam broiler merupakan salah satu sektor penting dalam penyediaan protein hewani yang terjangkau bagi masyarakat, khususnya di Indonesia. Namun, sistem pemeliharaan konvensional yang masih banyak digunakan menghadapi berbagai kendala, seperti rendahnya efisiensi produksi, tingginya angka mortalitas, serta kurang optimalnya pengelolaan lingkungan kandang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam meningkatkan kinerja peternakan broiler melalui pendekatan studi literatur. Metode yang digunakan adalah narrative review dengan mengumpulkan data sekunder dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal nasional dan internasional yang terindeks. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan IoT mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui sistem monitoring lingkungan kandang secara real-time, otomatisasi pemberian pakan dan air minum, serta deteksi dini kesehatan ternak. Teknologi ini memungkinkan pengendalian suhu, kelembaban, dan kualitas udara secara lebih akurat, sehingga dapat mengurangi stres pada ayam dan meningkatkan pertumbuhan. Selain itu, penggunaan sistem otomatis juga mampu menekan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi pakan. Meskipun demikian, implementasi IoT masih menghadapi beberapa tantangan, seperti tingginya biaya investasi awal, keterbatasan pengetahuan teknologi peternak, serta kendala infrastruktur jaringan. Secara keseluruhan, IoT memiliki potensi besar dalam mendorong transformasi peternakan broiler menuju sistem yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari berbagai pihak untuk mempercepat adopsi teknologi ini di sektor peternakan. Abstrak berbahasa Indonesia diletakkan pada bagian ini.

Kata kunci: IOT, Broiler, Manajemen Produksi, Peternakan Ayam

Abstract

Broiler chicken farming is a crucial sector in providing affordable animal protein to the public, particularly in Indonesia. However, the conventional farming system, which is still widely used, faces various obstacles, such as low production efficiency, high mortality rates, and suboptimal environmental management of the broiler farm. This study aims to examine the use of Internet of Things (IoT) technology in improving broiler farm performance through a literature study approach. The method used was a narrative review, collecting secondary data from various scientific sources, such as indexed national and international journals. The study results indicate that the application of IoT can increase efficiency and productivity through a real-time monitoring system for the broiler environment, automation of feeding and drinking water, and early detection of livestock health. This technology allows for more accurate control of temperature, humidity, and air quality, thereby reducing stress on chickens and improving growth. Furthermore, the use of automated systems can also reduce operational costs and increase feed efficiency. However, IoT implementation still faces several challenges, such as high initial investment costs, limited technological knowledge of farmers, and network infrastructure constraints. Overall, IoT has great potential to drive the transformation of broiler farming towards a more modern, efficient, and sustainable system. Therefore, support from various parties is needed to accelerate the adoption of this technology in the livestock sector. The Indonesian language abstract is placed in this section.

Keywords: IOT, Broiler, Production, Chicken Poultry

I. PENDAHULUAN

Peternakan ayam broiler merupakan salah satu subsektor agribisnis yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Daging ayam broiler dikenal sebagai sumber protein yang relatif murah, mudah diakses, serta memiliki waktu produksi yang singkat dibandingkan dengan ternak lainnya. Hal ini menjadikan ayam broiler sebagai komoditas unggulan dalam industri peternakan modern. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konsumsi protein hewani, permintaan terhadap daging ayam terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Namun demikian, peningkatan permintaan ini tidak selalu diiringi dengan peningkatan efisiensi dan kualitas produksi di

tingkat peternak. Banyak peternakan broiler di Indonesia, khususnya pada skala kecil dan menengah, masih menggunakan sistem pemeliharaan konvensional yang sangat bergantung pada tenaga manusia. Sistem ini cenderung memiliki berbagai keterbatasan, seperti kurangnya ketelitian dalam pemantauan kondisi lingkungan kandang, keterlambatan dalam mendeteksi penyakit, serta pengelolaan pakan dan air minum yang belum optimal. Akibatnya, produktivitas ternak menjadi tidak maksimal, angka kematian (mortalitas) relatif tinggi, serta efisiensi biaya produksi menjadi rendah [1]. Salah satu faktor kunci yang sangat mempengaruhi keberhasilan usaha peternakan broiler adalah manajemen lingkungan kandang. Ayam broiler sangat sensitif terhadap perubahan suhu, kelembaban, kualitas udara, dan ventilasi [2]. Kondisi lingkungan yang tidak sesuai dapat menyebabkan stres pada ternak, menurunkan nafsu makan, menghambat pertumbuhan, bahkan meningkatkan risiko penyakit dan kematian. Oleh karena itu, pemantauan kondisi kandang secara terus-menerus menjadi sangat penting untuk menjaga performa produksi yang optimal. Namun, dalam praktiknya, pemantauan manual seringkali tidak mampu memberikan data yang akurat dan real-time, sehingga respons terhadap perubahan kondisi lingkungan menjadi terlambat. Perkembangan teknologi digital dalam beberapa dekade terakhir telah membuka peluang baru dalam berbagai sektor, termasuk sektor peternakan. Salah satu inovasi teknologi yang saat ini berkembang pesat adalah Internet of Things (IoT). IoT merupakan konsep di mana berbagai perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas jaringan dapat saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui internet [3]. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data secara real-time, analisis data yang lebih akurat, serta pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.

Dalam konteks peternakan broiler, penerapan IoT dapat memberikan solusi terhadap berbagai permasalahan yang dihadapi dalam sistem pemeliharaan konvensional. Dengan memanfaatkan sensor dan perangkat otomatis, peternak dapat memantau berbagai parameter penting seperti suhu kandang, kelembaban udara, kadar amonia, intensitas cahaya, serta konsumsi pakan dan air minum secara terus-menerus. Data yang dikumpulkan kemudian dapat dikirimkan ke sistem pusat atau aplikasi berbasis smartphone, sehingga peternak dapat memantau kondisi kandang kapan saja dan di mana saja [4]. Penerapan IoT tidak hanya terbatas pada pemantauan kondisi lingkungan, tetapi juga dapat digunakan untuk mengontrol berbagai sistem secara otomatis. Misalnya, sistem ventilasi dapat diatur secara otomatis berdasarkan suhu dan kelembaban kandang, pemberian pakan dan air minum dapat dilakukan secara terjadwal dan terukur, serta sistem pencahayaan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan ayam. Dengan demikian, penggunaan IoT dapat meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual. Selain meningkatkan efisiensi, pemanfaatan IoT juga berkontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan hewan (animal welfare). Ayam broiler yang dipelihara dalam lingkungan yang optimal akan mengalami tingkat stres yang lebih rendah, memiliki pertumbuhan yang lebih baik, serta menghasilkan kualitas daging yang lebih tinggi [5]. Hal ini sejalan dengan tuntutan konsumen modern yang semakin memperhatikan aspek kesejahteraan hewan dan keamanan pangan. Dengan adanya sistem pemantauan berbasis IoT, potensi gangguan terhadap kesehatan ternak dapat dideteksi lebih dini, sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan.

Lebih lanjut, IoT juga mendukung penerapan konsep peternakan presisi (precision livestock farming), yaitu sistem peternakan yang berbasis pada pengumpulan dan analisis data secara detail dan berkelanjutan. Dalam sistem ini, setiap keputusan yang diambil didasarkan pada data yang akurat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas secara signifikan. Misalnya, data konsumsi pakan dapat digunakan untuk mengevaluasi efisiensi pakan (feed conversion ratio/FCR), data suhu dan kelembaban dapat digunakan untuk mengoptimalkan manajemen kandang, serta data pertumbuhan dapat digunakan untuk menentukan waktu panen yang tepat. Di Indonesia, penerapan IoT dalam peternakan broiler masih tergolong baru dan belum merata. Sebagian besar peternak kecil masih menghadapi berbagai kendala dalam mengadopsi teknologi ini, seperti keterbatasan modal, kurangnya pengetahuan dan keterampilan teknologi, serta keterbatasan infrastruktur jaringan internet di daerah pedesaan. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang lebih intensif dalam memberikan edukasi, pelatihan, serta dukungan kebijakan untuk mendorong adopsi teknologi IoT di sektor peternakan. Pemerintah dan berbagai lembaga penelitian memiliki peran penting dalam mendorong transformasi digital di sektor peternakan. Melalui program-program inovasi dan pengembangan teknologi, diharapkan peternak dapat lebih mudah mengakses teknologi IoT dengan biaya yang terjangkau. Selain itu, kolaborasi antara sektor akademisi, industri, dan pemerintah juga sangat diperlukan untuk menciptakan solusi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal.

Dari sisi ekonomi, penerapan IoT dalam peternakan broiler memiliki potensi untuk meningkatkan daya saing produk peternakan Indonesia di pasar global. Dengan sistem produksi yang lebih efisien dan terkontrol, kualitas daging ayam yang dihasilkan dapat lebih konsisten dan memenuhi standar internasional.

Hal ini membuka peluang ekspor yang lebih luas serta meningkatkan pendapatan peternak. Namun demikian, penerapan IoT juga memiliki tantangan tersendiri. Selain faktor biaya investasi awal yang relatif tinggi, terdapat juga risiko terkait keamanan data dan ketergantungan terhadap teknologi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang matang serta strategi implementasi yang tepat agar teknologi ini dapat memberikan manfaat yang maksimal tanpa menimbulkan risiko yang signifikan. Secara keseluruhan, pemanfaatan IoT dalam peternakan broiler merupakan langkah inovatif yang memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan usaha peternakan. Dengan memanfaatkan teknologi ini, peternak dapat mengoptimalkan manajemen kandang, meningkatkan kesejahteraan ternak, serta menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan teknologi IoT di sektor peternakan perlu terus didorong sebagai bagian dari transformasi menuju sistem pertanian dan peternakan modern di Indonesia.

Dengan latar belakang tersebut, kajian mengenai pemanfaatan IoT pada peternakan broiler menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai manfaat, tantangan, serta potensi pengembangan teknologi IoT dalam meningkatkan kinerja usaha peternakan broiler. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peternak, peneliti, dan pembuat kebijakan dalam merumuskan strategi pengembangan peternakan berbasis teknologi di masa depan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*) untuk mengkaji secara komprehensif pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam peternakan ayam broiler. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya, sehingga diperoleh pemahaman yang mendalam mengenai perkembangan, manfaat, serta tantangan penerapan IoT di bidang peternakan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *narrative review*, yaitu metode kajian yang menyajikan ringkasan dan interpretasi dari berbagai sumber ilmiah secara deskriptif. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada hasil penelitian, tetapi juga membahas konteks, tren perkembangan teknologi, serta relevansi penerapannya dalam sistem peternakan broiler. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber ilmiah, antara lain artikel, buku dan laporan tesis jurnal nasional dan internasional terindeks melalui browser SINTA, Scopus, Google Scholar dan CABI). Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran database ilmiah menggunakan kata kunci seperti: “Internet of Things in poultry farming”, “IoT broiler management”, “smart poultry farming”, “precision livestock farming” dan “sensor-based poultry system”. Proses pencarian dilakukan secara sistematis dengan menggunakan kombinasi kata kunci (*boolean operator* seperti AND, OR) untuk memperoleh hasil yang lebih spesifik. Selanjutnya, artikel yang diperoleh diseleksi berdasarkan judul, abstrak, dan isi untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah berbagai literatur, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam peternakan ayam broiler menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi produksi, kualitas ternak, serta manajemen pemeliharaan. Hasil kajian ini dikelompokkan ke dalam beberapa aspek utama, yaitu sistem monitoring lingkungan, otomatisasi pemberian pakan dan air, deteksi kesehatan ternak, efisiensi produksi, serta tantangan implementasi.

1. Monitoring Lingkungan Kandang

Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa IoT sangat efektif dalam memantau kondisi lingkungan kandang secara *real-time*. Sensor yang digunakan umumnya meliputi sensor suhu, kelembaban, gas amonia (NH₃), karbon dioksida (CO₂), serta intensitas cahaya [6]. Data dari sensor ini dikirimkan ke sistem berbasis cloud atau aplikasi mobile sehingga peternak dapat memantau kondisi kandang secara terus-menerus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian suhu dan kelembaban yang optimal berpengaruh langsung terhadap performa ayam broiler. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *heat stress* yang menurunkan konsumsi pakan dan memperlambat pertumbuhan, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat meningkatkan kebutuhan energi untuk mempertahankan suhu tubuh. Dengan sistem IoT, perubahan kondisi lingkungan dapat dideteksi lebih cepat sehingga tindakan korektif seperti pengaturan ventilasi atau pemanas dapat dilakukan secara otomatis [7]. Selain itu, pemantauan kadar gas amonia juga menjadi aspek penting. Kadar amonia yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pernapasan pada ayam

serta menurunkan kualitas daging. Sistem IoT memungkinkan deteksi dini peningkatan gas berbahaya sehingga ventilasi dapat ditingkatkan secara otomatis.

2. Otomatisasi Pemberian Pakan dan Air Minum

Hasil kajian menunjukkan bahwa IoT berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pemberian pakan dan air minum. Sistem pemberian pakan otomatis yang terintegrasi dengan sensor dapat mengatur jumlah dan waktu pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan ayam pada setiap fase pertumbuhan [8]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem otomatis ini dapat menurunkan pemborosan pakan serta meningkatkan nilai feed conversion ratio (FCR) [9]. Selain itu, sistem ini juga mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, sehingga biaya operasional dapat ditekan. Pada sistem pemberian air minum, sensor dapat digunakan untuk memantau ketersediaan air serta kualitasnya. Air yang tidak higienis dapat menjadi sumber penyakit bagi ayam broiler. Dengan sistem IoT, kualitas air dapat dipantau dan dikontrol secara berkala.

3. Deteksi Kesehatan dan Perilaku Ternak

Pemanfaatan IoT juga berkembang dalam aspek kesehatan ternak melalui penggunaan sensor dan teknologi berbasis kamera. Beberapa studi menunjukkan bahwa perubahan perilaku ayam, seperti penurunan aktivitas atau konsumsi pakan, dapat menjadi indikator awal adanya gangguan kesehatan [10]. Dengan bantuan sensor dan analisis data, sistem IoT dapat mendeteksi anomali perilaku secara otomatis. Hal ini memungkinkan peternak untuk melakukan tindakan pencegahan lebih awal sebelum penyakit menyebar luas. Dalam beberapa kasus, teknologi ini dikombinasikan dengan kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan akurasi deteksi. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemantauan kesehatan berbasis IoT dapat menurunkan angka mortalitas serta meningkatkan kesejahteraan hewan (animal welfare). Ayam yang sehat dan tidak stres cenderung memiliki pertumbuhan yang lebih optimal dan menghasilkan daging dengan kualitas yang lebih baik.

4. Peningkatan Efisiensi Produksi

Secara umum, penerapan IoT memberikan dampak positif terhadap efisiensi produksi peternakan broiler. Dengan sistem monitoring dan kontrol otomatis, peternak dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti pakan, air, dan energi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan IoT dapat meningkatkan produktivitas hingga 10–20% serta menurunkan biaya operasional secara signifikan [11]. Selain itu, data yang dikumpulkan secara terus-menerus memungkinkan analisis performa ternak secara lebih akurat, sehingga peternak dapat mengambil keputusan berbasis data (data-driven decision making). Konsep ini sejalan dengan penerapan precision livestock farming, di mana setiap aspek produksi dikontrol secara detail untuk mencapai hasil yang maksimal. Dengan demikian, IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mendorong transformasi menuju sistem peternakan modern yang berbasis teknologi.

5. Tantangan Implementasi IoT di Peternakan Broiler

Meskipun memiliki banyak manfaat, penerapan IoT dalam peternakan broiler juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satu kendala utama adalah biaya investasi awal yang relatif tinggi, terutama bagi peternak skala kecil. Perangkat sensor, sistem kontrol, serta infrastruktur jaringan membutuhkan biaya yang tidak sedikit [12]. Selain itu, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknologi juga menjadi hambatan dalam adopsi IoT. Banyak peternak yang belum familiar dengan penggunaan teknologi digital, sehingga diperlukan pelatihan dan pendampingan yang intensif. Kendala lain yang sering ditemukan adalah keterbatasan jaringan internet di daerah pedesaan. Sistem IoT sangat bergantung pada konektivitas jaringan, sehingga kualitas jaringan yang buruk dapat menghambat kinerja sistem. Aspek keamanan data juga menjadi perhatian dalam penerapan IoT. Data yang dikumpulkan harus dikelola dengan baik untuk mencegah kebocoran atau penyalahgunaan informasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem keamanan yang memadai dalam pengelolaan data.

6. Peluang Pengembangan IoT di Masa Depan

Hasil kajian menunjukkan bahwa peluang pengembangan IoT dalam peternakan broiler masih sangat besar. Integrasi IoT dengan teknologi lain seperti kecerdasan buatan (AI), big data, dan machine learning dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem secara signifikan. Di masa depan, sistem peternakan broiler dapat berkembang menjadi fully automated farming, di mana sebagian besar proses pemeliharaan dilakukan secara otomatis dengan intervensi manusia yang minimal. Hal ini akan meningkatkan efisiensi produksi serta mengurangi risiko kesalahan manusia. Selain itu, dukungan dari pemerintah dan lembaga penelitian sangat penting dalam mendorong adopsi teknologi ini, terutama bagi peternak kecil. Program subsidi, pelatihan, serta pengembangan teknologi yang terjangkau dapat menjadi solusi untuk meningkatkan adopsi IoT di Indonesia.

IV. KESIMPULAN

Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam peternakan ayam broiler terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi manajemen, produktivitas ternak, serta kualitas hasil produksi melalui sistem monitoring dan kontrol otomatis yang berbasis data real-time. IoT memungkinkan pengelolaan lingkungan kandang, pemberian pakan dan air, serta deteksi kesehatan ternak dilakukan secara lebih akurat dan responsif, sehingga mampu menekan angka mortalitas dan meningkatkan kesejahteraan hewan.

REFERENSI

- [1] B. Pandey, L. Sonkusale, and A. K. Mishra, "Smart Solutions for Livestock Management and Health Monitoring," 2026, *University of Agriculture*. doi: 10.29261/pakvetj/2026.020.
- [2] H. R. Kim *et al.*, "Effects of heat stress on growth performance, physiological responses, and carcass traits in broilers," *J. Therm. Biol.*, vol. 127, Jan. 2025, doi: 10.1016/j.jtherbio.2024.103994.
- [3] F. Ariani, Y. V. Arnes, and W. Handi, "Implementasi Alat Pemberi Pakan Ternak Menggunakan IOT Untuk Otomatisasi Pemberian Pakan Ternak," *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, vol. 10, no. 2, 2010.
- [4] W. Iwasaki, N. Morita, and M. P. B. Nagata, "IoT sensors for smart livestock management," *Chemical, Gas, and Biosensors for Internet of Things and Related Applications*, pp. 207–221, Jan. 2019, doi: 10.1016/B978-0-12-815409-0.00015-2.
- [5] A. Yousaf *et al.*, "Effect of environmental heat stress on performance and carcass yield of broiler chicks," *J. Worlds Poult. Res.*, vol. 9, no. 1, Mar. 2019, doi: 10.36380/SCIL.2019.WVJ4.
- [6] W. Shen, G. Liu, Z. Su, R. Su, and Y. Zhang, "Design and implementation of livestock house environmental perception system based on wireless sensor networks," *International Journal of Smart Home*, vol. 10, no. 5, pp. 69–78, 2016, doi: 10.14257/ijsh.2016.10.5.08.
- [7] R. Ouni and K. Saleem, "Framework for Sustainable Wireless Sensor Network Based Environmental Monitoring," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 14, Jul. 2022, doi: 10.3390/su14148356.
- [8] Y. Peng *et al.*, "A Real-Time Automated System for Monitoring Individual Feed Intake and Body Weight of Group-Housed Young Chickens," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 12, no. 23, Dec. 2022, doi: 10.3390/app122312339.
- [9] A. Bootwong *et al.*, "Evaluation and Implementation of an Automatic Feeding System for Jariya Broiler Farm, Nakhon-Ratchasima, Thailand," *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 27, no. 3, 2025, doi: 10.1590/1806-9061-2025-2103.
- [10] R. do Amaral Vercellino, I. de Alencar Nääs, and D. Jorge de Moura, "Effects of acute heat stress on performance and behavior of broiler chickens across growth stages," *Trop. Anim. Health Prod.*, vol. 57, no. 9, Dec. 2025, doi: 10.1007/s11250-025-04787-9.
- [11] P. Nalajala, K. Gudikandhula, K. Shailaja, A. Tigadi, S. M. Rao, and D. S. Vijayan, "Adopting internet of things for manufacturing firms business model development," *Journal of High Technology Management Research*, vol. 34, no. 2, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.hitech.2023.100456.
- [12] J. Kridatama and S. Dan Teknologi Kajian, "Pengembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Pertanian di Kabupaten Ngada," vol. 6, no. 2, pp. 478–486, 2024.