

## TANTANGAN DAN PELUANG PENGGUNAAN IOT PADA AGROKOMPLEKS : SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Nesha Aliyah, Natasya Hayudyo Murthiningtyas, Shafa Sabrina Almas, Diana Eka Purnomo

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya, Surabaya, 60294

neshakademis@gmail.com

### ABSTRAK

Penerapan Internet of Things (IoT) pada sektor agrokomples—termasuk pertanian, peternakan, dan akuakultur—bertujuan meningkatkan efisiensi melalui pemantauan waktu nyata, otomatisasi, dan analisis data berbasis sensor. Namun, implementasinya menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, biaya tinggi, dan rendahnya adopsi di daerah pedesaan. Penelitian ini mengkaji penggunaan IoT secara sistematis untuk mengidentifikasi teknologi yang digunakan, tantangan, dan peluangnya. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis, dengan analisis jurnal dan artikel periode 2019–2024 menggunakan kata kunci seperti IoT, sensor, dan mikrokontroler. Hasil menunjukkan penggunaan umum ESP32/ESP8266 serta sensor tanah, suhu, dan pH. Aplikasi IoT meliputi pemberian pakan otomatis, irigasi efisien, dan pengendalian suhu. Langkah strategis seperti pengembangan infrastruktur, edukasi teknologi, dan kebijakan pendukung diperlukan untuk meningkatkan adopsi IoT, guna mendukung keberlanjutan sumber daya dan ketahanan pangan nasional.

**Kata kunci :** *Internet of Things, Agrokomples, SLR*

### 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2022, perekonomian Indonesia sangat bergantung pada sektor pertanian dan peternakan, yang menyumbang sekitar 13,2% dari PDB negara[1].

Sektor ini tidak hanya menjadi sumber inspirasi bagi sekitar 33% pekerja di Indonesia, tetapi juga menjadi pilar ketahanan pangan nasional[2]. Di era digital ini, transformasi teknologi telah menciptakan peluang baru untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor teknologi pertanian melalui penggunaan *Internet of Things* (IoT)[3].

*Internet of Things* telah menyebabkan perubahan signifikan di sejumlah industri, termasuk manufaktur, yang mengoptimalkan proses produksi, kesehatan, yang meningkatkan *telemedicine*, kota pintar, yang meningkatkan efisiensi transportasi umum, dan transportasi, yang meningkatkan sistem manajemen untuk lintas jangka panjang[4], [5].

Dalam konteks teknologi pertanian, IoT menawarkan solusi untuk pemantauan waktu nyata, otomatisasi proses, dan keputusan berbasis data yang dapat meningkatkan hasil produksi pertanian dan peternakan secara signifikan.

Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengkaji secara menyeluruh implementasi IoT dalam konteks agrokomples, dengan penekanan pada komponen teknologi yang digunakan, seperti sensor tanah, sistem pemantauan udara dan lingkungan, serta sistem pemantauan kesehatan ternak. Kajian literatur ini akan menganalisis berbagai aplikasi IoT dalam penelitian dan pengembangan, serta mengidentifikasi tantangan dan peluang yang muncul dalam penggunaan teknologi ini. Kajian ini juga akan memberikan contoh-contoh komprehensif mengenai potensi transformasi digital di sektor agrokomples Indonesia.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Internet of Things*

Internet mendukung pengaksesan data dari jutaan sumber dan menghubungkan orang-orang dari berbagai lokasi[6].

*Internet of Things* membuat perangkat alat elektronik dapat terhubung satu dengan yang lainnya. *Internet of Things* adalah sebuah teknologi yang memiliki tujuan untuk mengembangkan dan memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung terus menerus[7].

Teknologi akan disebut IoT ketika memiliki sensor untuk pengumpulan data dan terkoneksi untuk komunikasi dan pengiriman data melalui Bluetooth, saluran seluler, Wi-Fi, dan koneksi lainnya. Kunci utama IoT adalah terkoneksi, otomatisasi, dapat dioperasikan bersama, dan teridentifikasi secara unik dalam jaringan. Dalam konteks peternakan ayam broiler, pengembangan IoT memberikan peluang yang signifikan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas peternakan dengan memonitor kondisi lingkungan sekitar secara otomatis dan cermat.

#### 2.2. Implementasi

Implementasi menurut Rifqo M. adalah “kegiatan menyelesaikan desain sistem yang telah disetujui, menguji serta mendokumentasikan program-program dan prosedur yang diperlukan, memastikan bahwa personil yang terlibat dapat mengoperasikan sistem yang baru, dan memastikan bahwa konversi sistem lama ke sistem baru dapat berjalan dengan baik dan benar”[8].

Sederhananya adalah aktivitas mewujudkan konsep, ide, atau kebijakan demi tujuan tertentu[9].

Menurut Tony Susanto, tantangan implementasi antara lain resistensi terhadap perubahan, koordinasi kompleks pada skala besar, potensi munculnya

masalah, serta kendala sumber daya seperti kekurangan atau tidak ada[10].

### 2.3. Agrokompleks

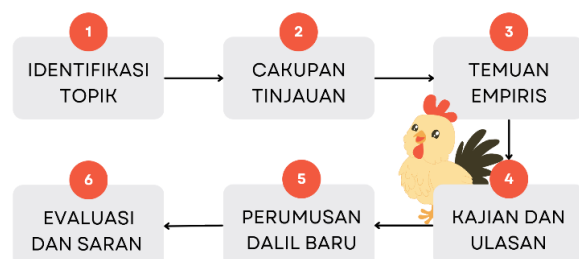
Agrokompleks adalah bidang yang mempelajari makhluk hidup dan lingkungannya, sektor agrokompleks meliputi pertanian, peternakan, perikanan, perkebunan, dan kehutanan[11], [12].

Bidang tersebut merupakan pilar penting ekonomi global dan ketahanan pangan. Industri agrokompleks telah mengalami transformasi yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir berkat perkembangan teknologi yang pesat. Intervensi teknologi modern, seperti pertanian presisi, otomatisasi dalam pertanian, dan akuakultur inovatif, menjanjikan peningkatan produktivitas dan efisiensi yang belum pernah terjadi sebelumnya[13].

Sistem IoT menggunakan teknologi pengumpulan data untuk melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap sistem pertanian seperti memperhitungkan data prediktif[14].

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dalam penyusunan artikel ini menerapkan tinjauan literatur sistematis. Pendekatan ini difokuskan pada konten literatur atau karya tulis, data berasal dari berbagai sumber yang relevan dengan tujuan penulisan artikel ini[15]. Tujuannya adalah mendalami subjek penelitian untuk menjawab pertanyaan teori dan metode, memberikan ulasan kritis, dan mengorganisasi pustaka sesuai topik penelitian[16], [17].



Gambar 1. Alur *Systematic Literature Review*

Tinjauan Literatur Terstruktur akan dilakukan melalui beberapa tahap proses[18] berdasarkan ide sendiri dan dari sumber lain.

#### 3.1. Identifikasi Topik

Kata kunci yang digunakan untuk mencari sumber yang relevan adalah (*IoT OR ESP OR Arduino OR Internet Of Things OR Mikrokontroler*) AND (*Agrikultur OR Ternak OR Kandang OR Pertanian OR Tambak OR Lahan*)[19].

Kata kunci digunakan dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.



Gambar 2. Alur *Systematic Literature Review*

Kemudian membuat pertanyaan penelitian. Tujuannya adalah untuk mempertahankan fokus tinjauan literatur[19].

Tabel 1. *Research Question*

| No  | Research Question                                                                                              |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RQ1 | Dalam sektor agrokompleks, di mana saja <i>Internet of Things</i> (IoT) telah diimplementasikan?               |
| RQ2 | Fitur atau fungsi apa saja yang dimanfaatkan dalam implementasi IoT pada agrokompleks?                         |
| RQ3 | Apa saja sensor dan <i>Microcontroller Unit</i> (MCU) yang digunakan dalam implementasi IoT pada agrokompleks? |
| RQ4 | Apa saja tantangan dan potensi untuk IoT dalam bidang agrokompleks?                                            |

#### 3.2. Cakupan Tinjauan

Sumber-sumber yang didapat kemudian diseleksi agar sesuai dengan batasan penelitian dan tetap relevan dengan perkembangan zaman. Seleksi menggunakan aturan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria *Inclusion* dan *Exclusion*

|                  |    |                                                                    |
|------------------|----|--------------------------------------------------------------------|
| <i>Inclusion</i> | I1 | Berbahasa Inggris atau Indonesia                                   |
|                  | I2 | Terbit pada tahun 2019-2024, pengecualian untuk buku               |
|                  | I3 | Berupa artikel jurnal, artikel prosiding atau konferensi, dan buku |
| <i>Exclusion</i> | E1 | Akses penuh tertutup atau berbayar                                 |
|                  | E2 | Artikel duplikat yang terbit di lembaga publikasi lain             |
|                  | E3 | Tidak menyebutkan perangkat yang dimanfaatkan                      |

#### 3.3. Temuan Empiris

Pada tahapan ini, fokus penulis adalah menelaah konten sumber-sumber yang terpilih. Pengolahan data dilakukan dengan *scanning* kata kunci dan identifikasi gambar yang tertera pada publikasi.

#### 3.4. Kajian dan Ulasan

Catatan poin penting dari tahapan sebelumnya kemudian dibandingkan. Dilakukan analisis keunikan atau kesamaan antara sumber tersebut

#### 3.5. Perumusan Dalil Baru

Hasil analisis disimpulkan kemudian diambil intisarinya. Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil temuan.

### 3.6. Evaluasi dan Saran

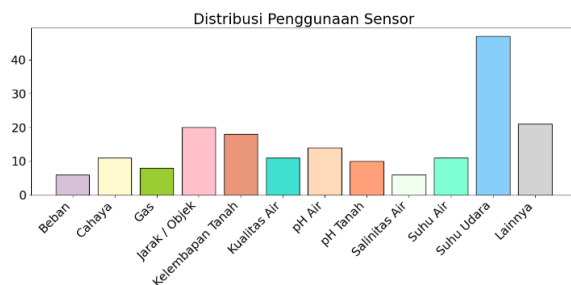
Apakah poin-poin yang dicari pada sumber terpilih membantu mengidentifikasi implementasi IoT pada kandang ayam di kehidupan nyata? Apa yang perlu dilakukan untuk penelitian di masa mendatang?

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pencarian studi literatur didapatkan 71 jurnal dan 13 artikel prosiding atau seminar. Artikel tersebut membahas seputar pemanfaatan IoT pada bidang agrokomples. Keseluruhan sumber disaring berdasarkan ketentuan *inclusion* dan *exclusion* sebelumnya.

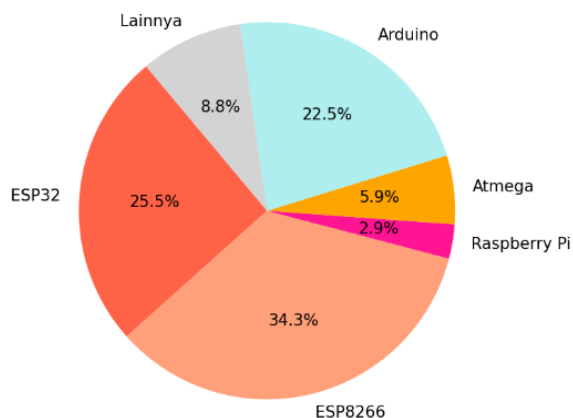
### 4.1. Hardware: Sensor dan MCU

Gambar 3 menunjukkan bahwa sensor suhu udara paling banyak digunakan, diikuti dengan sensor kelembapan tanah dan pH Air. Sensor beban masih kurang dimanfaatkan.



Gambar 3. Distribusi Penggunaan Sensor

Gambar 4 mengindikasikan bahwa ESP32 dan ESP8266 adalah jenis MCU yang paling banyak digunakan, karena keduanya menawarkan konektivitas Wi-Fi dan kemampuan pemrosesan data secara *real-time*.



Gambar 4. Distribusi Penggunaan MCU

### 4.2. Aplikasi IoT dalam Agrokomples

Berikut pemetaan dari temuan dalam literatur yang diulas.



Gambar 5. Fungsi IoT pada Agrokomples

Gambar 5 mengilustrasikan fungsi utama yang sering digunakan, yaitu pemberian pakan otomatis, irigasi efisien, pengendalian suhu, manajemen pencahayaan, dan pemantauan kualitas air.

#### 4.2.1. Pemberian Pakan Otomatis

IoT dapat mengatur dan memantau jumlah pakan yang diberikan kepada hewan. Memastikan hewan mendapatkan pakan yang cukup dan tepat waktu.

Tabel 3. IoT untuk pakan otomatis

| No | Judul                                                                                                                                | Hasil                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1  | <i>IoT-Based Monitoring and Feeder Control for Smart Poultry Farm System</i> [20]                                                    | Sensor ukur berat pakan yang keluar terjadwal            |
| 2  | <i>Pakan Ternak Otomatis Dan Monitoring Suhu Kandang Berbasis Internet Of Things</i> [16]                                            | Berat pakan di mangkok diukur untuk diisi kembali        |
| 3  | <i>Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Sistem Pemantauan Serta Kontrol Suhu Dan Pakan Ayam Petelur Kandang Tertutup</i> [17] | Sensor mengukur jumlah pakan dan air untuk diisi kembali |
| 4  | <i>Analisis Sistem Otomatisasi Kandang Ayam Broiler Berbasis IoT</i> [21]                                                            | Pakan keluar secara terjadwal                            |
| 5  | <i>An Automatic Internet Of Things-Based System for Rabbit Cage</i> [22]                                                             | Keluarnya pakan dikendalikan lewat aplikasi web          |

#### 4.2.2. Irigasi Efisien

Sensor kelembapan tanah dapat membantu menjadwalkan irigasi, sehingga petani dapat menghemat air dan tenaga untuk menyiram.

Tabel 4. IoT untuk irigasi efisien

| No | Judul                                                                                                | Hasil                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1  | <i>Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet Of Things (IoT)</i> [23] | Semprotan air melembapkan dan pompa air menyiram tanaman |
| 2  | <i>Smart Agriculture: Pengendalian Kelembaban Dan Suhu Pada</i>                                      | Prediksi dan pengukuran kapasitas air yang disiram       |

| No | Judul                                                                                                         | Hasil                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|    | Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis IoT[24]                                                                  |                                                                 |
| 3  | Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things[25]                               | Cek kelembapan tanah lalu siram air jika kurang lembab          |
| 4  | Sistem Kendali Irigasi Otomatis Pada Pertanian Hidroponik Vertikal Dengan Metode Internet Of Things (IoT)[26] | Sensor mengukur debit air dan mengisi air sampai batas tertentu |
| 5  | Sistem Pemantauan Kesuburan Tanaman Pohon Durian menggunakan Internet Of Things (IoT)[27]                     | Pompa air menyala ketika tanah kering                           |

#### 4.2.3. Pengendalian Suhu

Pengendalian suhu dapat dilakukan menggunakan *heater*, *humidifier*, *spray*, dan kipas. Membantu menciptakan lingkungan yang optimal bagi hewan dan tanaman.

Tabel 5. IoT untuk pengendalian suhu

| No | Judul                                                                                                             | Hasil                                                              |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1  | Implementation of Maggot Cage Temperature and Humidity Control Using ESP8266 Based On the Internet Of Things[28]  | Semprotan air mendinginkan ketika suhu terlalu tinggi              |
| 2  | Perancangan Alat Pengawasan dan Pengendalian Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Broiler Berbasis Mikrokontroler[29] | Semprotan air mendinginkan ketika suhu terlalu tinggi              |
| 3  | Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Serta Pakan Otomatis Pada Kandang Hamster Berbasis IoT[30]                     | Menyalakan kipas dan lampu untuk mengatur suhu                     |
| 4  | Sistem Monitoring Kualitas Udara, Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things[31]       | Menyalakan kipas dan lampu untuk mengatur suhu, air membas kandang |
| 5  | Efektivitas Internet Of Things (IoT) Pada Sektor Pertanian[32]                                                    | Pompa air dan heater menyala pada suhu tertentu                    |

#### 4.2.4. Manajemen Pencahayaan

Sistem manajemen pencahayaan berbasis IoT memungkinkan petani untuk mengatur intensitas dan durasi cahaya yang diterima tanaman dan hewan.

Tabel 6. IoT untuk manajemen pencahayaan

| No | Judul                                                                                                        | Hasil                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1  | Integrasi Sistem Minimum IoT yang Handal Untuk Pertanian Berbasis Mikrokontroler dan Protokol Komunikasi[33] | Lampu menyala ketika kekurangan cahaya |
| 2  | Sistem Pertanian Cerdas Pada Greenhouse berbasis IoT                                                         | Lampu menyala ketika                   |

| No | Judul                                                                                                                                        | Hasil                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|    | (Internet Of Things) untuk Tanaman Selada Keriting ( <i>Lactuca sativa L.</i> )[34]                                                          | kekurangan cahaya                      |
| 3  | A Smart Monitoring Berbasis Internet Of Things (IoT) Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler[35]                                       | Lampu menyala ketika kekurangan cahaya |
| 4  | Pengendali Suhu, Kelembaban Udara, Dan Intensitas Cahaya Pada Greenhouse Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Internet Of Things (IoT)[36] | Lampu menyala ketika kekurangan cahaya |

#### 4.2.5. Pemantauan Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor kunci dalam pertanian dan akuakultur. Petani dapat memastikan bahwa air yang digunakan untuk irigasi atau pemeliharaan ikan berada dalam kondisi yang optimal.

Tabel 7. IoT untuk pemantauan kualitas air

| No | Judul                                                                                                                                                                         | Hasil                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1  | Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Untuk Mendeteksi Keadaan Tidak Normal atau Penyakit Pada Tambak Ikan Mujaer Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Mobile[37] | Notifikasi ke aplikasi <i>mobile</i> saat kondisi air tidak normal    |
| 2  | Penerapan Teknologi Venturi Fine Bubble Portable Buoy Berbasis Solar Cell dan Internet Of Things Pada Tambak Udang Vaname Karangrejo Banyuwangi[38]                           | Menghemat 37% cost listrik per panen, kadar oksigen dalam air terjaga |
| 3  | Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan NodeMCU, Firebase, dan Flutter[39]                                                                                           | Mengawasi intensitas cahaya dan suhu air lewat aplikasi <i>mobile</i> |
| 4  | Sistem Monitoring dan Controlling Alat Penguras Air Otomatis Pada Kolam Lobster Berbasis IoT[40]                                                                              | Sistem menguras dan mengisi air berdasarkan pH dan kekeruhan air      |
| 5  | Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet Of Things (IoT)[41]                                                                                             | Notifikasi kualitas air lewat aplikasi Andorid                        |

#### 4.2.6. Pemantauan Lingkungan

Monitoring lingkungan secara keseluruhan dapat membantu petani dalam mengambil keputusan yang lebih baik terkait pengelolaan lahan, kesuburan tanaman, dan kesehatan ternak.

Tabel 8. IoT untuk pemantauan lingkungan

| No | Judul                                                               | Hasil                               |
|----|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan | Mengukur kecepatan angin, suhu, dan |

| No | Judul                                                                                                                         | Hasil                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|    | <i>Internet Of Things (IoT) Berbasis Thingspeak</i> [42]                                                                      | kelembapan kandang tertutup                              |
| 2  | Aplikasi Android untuk <i>Monitoring Lahan Pertanian</i> secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> [43]       | Menginfokan suhu dan pH tanah, cahaya, curah hujan, dll. |
| 3  | <i>Optimization Of Livestock Monitoring System In Outdoor Based On Internet Of Things (IOT)</i> [44]                          | Melacak lokasi hewan ternak mencegah kehilangan          |
| 4  | Alat Perangkat dan Kamera Pengawas Dengan Menggunakan ESP32-Cam Sebagai Sistem Keamanan Kandang Ayam[45]                      | Mendeteksi pendatang kandang dan memotretnya             |
| 5  | Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT pada Lahan Urban/Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat[46] | Membaca kelembapan dan pH tanah, cahaya, dll.            |

#### 4.2.7. Sirkulasi Udara

Sirkulasi udara yang baik sangat penting untuk menjaga kesehatan tanaman dan hewan. Penting untuk memastikan bahwa udara segar selalu tersedia dan mencegah penumpukan kelembapan yang berlebihan.

Tabel 9. IoT untuk sirkulasi udara

| No | Judul                                                                                                      | Hasil                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1  | Sistem Kontrol Dan Pemantauan Berbasis IoT untuk Kenyamanan Ternak Unggas[47]                              | Jika gas amonia tinggi, jendela terbuka                          |
| 2  | Perancangan Sistem <i>Monitoring Tanaman Bayam</i> Berbasis <i>Internet Of Things (IoT)</i> [48]           | Buka atap ketika terlalu lembab                                  |
| 3  | <i>Monitoring and Controlling Of Poultry Farm Using IoT</i> [49]                                           | Ventilasi terbuka saat penuh amonia                              |
| 4  | <i>Automation Of Temperature, Humidity Regulation and Feeding System in Broiler Farming using IOT</i> [50] | Jendela terbuka untuk akses angin dan cahaya, juga mengatur suhu |

#### 4.3. Tantangan dalam Implementasi

IoT dalam agrokomples menghadapi tantangan infrastruktur yang belum memadai, terutama di wilayah pedesaan dengan akses internet terbatas. Biaya perangkat keras yang tinggi, seperti sensor dan mikrokontroler, juga menjadi kendala, terutama bagi pelaku usaha kecil.

Selain itu, literasi teknologi yang rendah menghambat pemahaman dan adopsi IoT. Risiko keamanan data juga menjadi perhatian, karena perangkat IoT menghasilkan data sensitif yang rentan terhadap ancaman siber jika tidak dilindungi dengan baik.

#### 4.4. Potensi dalam Implementasi

IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi di sektor agrokomples. Sensor *real-time* memungkinkan pemantauan lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan pH, yang mendukung pengambilan keputusan cepat dan tepat. Otomatisasi pada pemberian pakan dan irigasi juga mengurangi beban kerja manual dan meningkatkan hasil produksi.

Selain itu, IoT berkontribusi pada keberlanjutan dengan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, seperti air dan energi. Data yang dihasilkan juga dapat dianalisis untuk pola prediktif, membantu optimalisasi produksi dan mitigasi risiko, menjadikan IoT sebagai solusi strategis untuk ketahanan pangan dan transformasi digital sektor ini.

#### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil tinjauan literatur menunjukkan bahwa IoT telah diterapkan secara luas pada sektor agrokomples. Aplikasi IoT yang paling umum meliputi pemberian pakan otomatis, irigasi efisien, dan pemantauan kualitas lingkungan. Namun, implementasi IoT menghadapi tantangan signifikan, seperti kurangnya infrastruktur, biaya awal yang tinggi, dan resistensi terhadap teknologi baru di masyarakat. Sebagian besar literatur lebih terfokus pada desain teknis dan kurang membahas implementasi di skala besar, khususnya di daerah dengan keterbatasan infrastruktur. Untuk mengoptimalkan manfaat IoT, diperlukan langkah strategis berupa edukasi, kebijakan pendukung, dan penyediaan infrastruktur yang memadai. Penelitian di masa depan dapat melakukan studi lapangan atau simulasi di lingkungan nyata dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang tantangan praktis dan solusi yang dapat diterapkan secara luas. Secara keseluruhan, IoT memiliki potensi transformasi yang besar untuk mendukung keberlanjutan dan ketahanan pangan di masa depan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, "Produk Domestik Bruto Indonesia Triwulanan Quarterly," *Badan Pusat Statistik*, no. 07130.2002, p. 98, 2023, Accessed: Dec. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/10/10/8cc1ae509d93e0f7a1f8f6d7/produk-domestik-bruto-indonesia-triwulanan-2018-2022.html>
- [2] KEMENTERIAN PERTANIAN, "Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian (Agustus 2023)," *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*, p. 92, 2023, Accessed: Dec. 16, 2024. [Online]. Available: <https://satudata.pertanian.go.id/details/publikasi/516>
- [3] N. Amalia, O. Rachman, and D. P. Rahayu, "Pengembangan Sistem Informasi Pertanian Berbasis Kecerdasan Buatan (E-Tandur) Dalam Menunjang Pertumbuhan Pertanian Masyarakat Daerah Kabupaten Bandung Dengan Metode

- Geographic Information System (GIS) Dan Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, vol. 5, no. 1, pp. 121–130, Apr. 2022, doi: 10.36595/JIRE.V5I1.541.
- [4] A. Tzounis, N. Katsoulas, T. Bartzanas, and C. Kittas, "Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges," *Biosyst Eng*, vol. 164, pp. 31–48, Dec. 2017, doi: 10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2017.09.007.
- [5] P. P. Ray, "Internet of things for smart agriculture," *J Ambient Intell Smart Environ*, vol. 9, no. 4, pp. 395–420, 2017, doi: 10.3233/AIS-170440.
- [6] DK, *Help Your Kids With Computer Science*. Penguin, 2018.
- [7] Vedat Ozan Oner, *Developing IoT Projects with ESP32*, 2nd ed. Packt, 2023.
- [8] M. H. Rifqo and A. Wijaya, "Implementasi Algoritma Naive Bayes Dalam Penentuan Pemberian Kredit," *Pseudocode*, vol. 4, no. 2, pp. 120–128, Sep. 2017, doi: 10.33369/PSEUDOCODE.4.2.120-128.
- [9] A. Maulana, R. D. Dana, and N. D. Nuris, "Implementasi Algoritma K - Means Clustering Dalam Pengelompokan Data Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Di Kabupaten Cirebon," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 1417–1424, Apr. 2024.
- [10] T. D. SUSANTO, *Manajemen Layanan Teknologi Informasi*. Surabaya: AISINDO-ITS, 2016.
- [11] KBBI, "Agrokompleks." Accessed: Dec. 06, 2024. [Online]. Available: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/agrokompleks>
- [12] L. A. Latumakulita, Moh. Y. J. Purwanto, and F. J. Paat, *Logika Fuzzy dan Machine Learning dalam Agrokompleks*. Sukabumi: CV. Mineral Mutiara Bumi, 2022.
- [13] M. Mushaevi and N. Nisa, "Economic Impacts of Technological Interventions in Agro Complex: A Review of Agricultural, Livestock, and Aquaculture Research," *Journal of Agro Complex Development Society*, vol. 1, no. 2, pp. 58–64, Oct. 2024, Accessed: Dec. 24, 2024. [Online]. Available: <https://agrocomplex.professorline.com/index.php/journal/article/view/7>
- [14] S. Mishra and S. K. Sharma, "Advanced contribution of IoT in agricultural production for the development of smart livestock environments," *Internet of Things*, vol. 22, p. 100724, Jul. 2023, doi: 10.1016/J.IOT.2023.100724.
- [15] A. F. Pakpahan et al., *Metodologi Penelitian Ilmiah*. Yayasan Kita Menulis, 2021.
- [16] H. Hilmansyah, G. Purwanto, R. Irawati, and T. W. Wishnuadji, "Pakan Ternak Otomatis Dan Monitoring Suhu Kandang Berbasis Internet Of Things," in *2ndSeminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2023, pp. 381–390.
- [17] H. Simbolon, Y. Saragih, P. Waluyo, and Suroyo, "Implementasi Internet Of Things (IoT) Dalam Sistem Pemantauan Serta Kontrol Suhu Dan Pakan Ayam Petelur Kandang Tertutup," *Jurnal Teknovasi*, vol. 9, no. 2, pp. 89–104, 2022.
- [18] M. Murdani and Yahfizham, "Analisis Studi Literatur Penerapan Algoritma Pemrograman pada Internet of Things (IoT)," *Jurnal Sadewa*, vol. 2, no. 1, pp. 244–255, Feb. 2024, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://journal.aripi.or.id/index.php/Sadewa/article/view/507/524>
- [19] F. Rozi, "Systematic Literature Review pada Analisis Prediktif dengan IoT: Tren Riset, Metode, dan Arsitektur," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 3, no. 1, pp. 43–53, 2020, Accessed: Oct. 23, 2024. [Online]. Available: <https://apic.id/jurnal/index.php/jsc/article/view/53>
- [20] A. Safputra, L. Kamelia, E. Ahmad Zaki Hamidi, and Endy, "IoT-Based Monitoring and Feeder Control for Smart Poultry Farm System," in *IEEE 9th International Conference on Wireless Telematics*, IEEE, 2023.
- [21] R. M. Yasi and A. T. Candra, "Analisis Sistem Otomatisasi Kandang Ayam Boiler Berbasis IoT," *Journal of Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 183–195, 2022.
- [22] A. Kharisma and A. Sintawati, "An Automatic Internet of Things-Based System for Rabbit Cage," *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 15, no. 2, pp. 52–57, Dec. 2023, doi: 10.31937/SK.V15I2.3404.
- [23] U. Ristian and I. Ruslianto, "Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, vol. 8, no. 1, Apr. 2022.
- [24] F. Nazareta, Fauziah, and G. Soepriyono, "Smart Agriculture: Pengendalian Kelembapan Dan Suhu Pada Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis IoT," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 839–854, Jun. 2022.
- [25] S. Dwiyatno, E. Krisnaningsih, D. R. Hidayat, and Sulistiyono, "Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things," *Jurnal PROSISKO*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, Mar. 2022.
- [26] Mardiyansah, D. P. Sari, and R. Kusumanto, "Sistem Kendali Irigasi Otomatis Pada Pertanian Hidroponik Vertikal Dengan Metode Internet Of Things (IoT)," *Journal Of Applied Smart Electrical Network And Systems (JASENS)*, vol. 4, no. 2, pp. 60–67, 2024.
- [27] A. S. Sumarsono, N. Novriyenni, and M. A. Syari, "Sistem Pemantauan Kesuburan Tanaman Pohon Durian menggunakan Internet Of Things (IoT)," *Repeater: Publikasi Teknik Informatika*

- dan Jaringan, vol. 2, no. 4, pp. 211–220, Sep. 2024, doi: 10.62951/REPEATER.V2I4.247.
- [28] L. Suryani *et al.*, “Implementation of Maggot Cage Temperature and Humidity Control Using ESP8266 Based On the Internet of Things,” *Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi RESTI*, vol. 6, no. 5, 2022.
- [29] A. Alwi, T. Hasanuddin, and H. Azis, “Perancangan Alat Pengawasan dan Pengendalian Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Broiler Berbasis Mikorkontroler,” *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 2, no. 2, pp. 64–71, May 2021, doi: 10.33096/BUSITI.V2I2.765.
- [30] A. Ruba’i, I. Yanuartanti, and D. Erwanto, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Serta Pakan Otomatis Pada Kandang Hamster Berbasis IOT,” in *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, Kediri: Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia Regional VII, 2024, pp. 122–129.
- [31] S. Suryanto and R. N. Ariefin, “Sistem Monitoring Kualitas Udara , Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT),” *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 117–123, Jul. 2023, doi: 10.31294/IMTECHNO.V4I2.2150.
- [32] J. Junaidi and K. Ramadhani, “Efektivitas Internet Of Things (IoT) Pada Sektor Pertanian,” *JURNAL TEKNISI*, vol. 4, no. 1, pp. 12–15, Feb. 2024, doi: 10.54314/TEKNISI.V4I1.1793.
- [33] M. Aldi Aulia Fathurohman, I. Dwiguna Sumitra, and A. Riviana Daud, “Integration of Wireless Sensor Network and IoT for Enhanced Broiler Closed-House Monitoring: A Case Study at Broiler Teaching Farm,” in *IEEE 9th International Conference on Signal Processing and Intelligent Systems*, IEEE, 2023.
- [34] G. M. Bonde, D. P. M. Ludong, and M. E. I. Najoan, “Sistem Pertanian Cerdas Pada Greenhouse berbasis IoT (Internet of Things) untuk Tanaman Selada Keriting (*Lactuca sativa* L.),” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, Jan. 2021, doi: 10.35793/JTEK.V10I1.31982.
- [35] Y. I. Mukti, F. Rahmadayanti, and D. T. U. Diti, “A Smart Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler,” *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, vol. 5, no. 1, pp. 77–84, Jun. 2021, doi: 10.29303/JCOSINE.V5I1.399.
- [36] G. M. Putra and D. Faiza, “Pengendali Suhu, Kelembaban Udara, Dan Intensitas Cahaya Pada Greenhouse Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Internet Of Things (IOT),” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 5, no. 3, pp. 11404–11419, Nov. 2021, doi: 10.31004/JPTAM.V5I3.2162.
- [37] S. A. Wulandari, A. Sucipto, A. F. Rosyady, M. D. R. Ardana, O. D. P. Cahyono, and A. N. Khomarudin, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Untuk Mendeteksi Keadaan Tidak Normal atau Penyakit Pada Tambak Ikan Mujaer Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Mobile,” *Technologica*, vol. 3, no. 1, pp. 42–54, Jan. 2024, doi: 10.55043/TECHNOLOGICA.V3I1.153.
- [38] A. N. K. Raroeng, Moch. Yusron, A. Mubarak, S. A. Fiqiyah, A. S. Habibie, and R. E. Rachmanita, “Penerapan Teknologi Venturi Finebubble Portable Buoy Berbasis Solar Cell dan Internet Of Things Pada Tambak Udang Vaname Karangrejo Banyuwangi,” *Journal of Community Development*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, May 2023, doi: 10.47134/COMDEV.V4I1.128.
- [39] H. P. Ramadhan, C. Kartiko, and A. Prasatiadi, “Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan NodeMCU, Firebase, dan Flutter,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, Apr. 2020, doi: 10.28932/JUTISI.V6I1.2365.
- [40] B. P. Nugroho, A. F. Setiawan, and D. Rudhistiar, “Sistem Monitoring Dan Controlling Alat Penguras Air Otomatis Pada Kolam Lobster Berbasis IoT: Studi Kasus Gas Farm Blitar,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 881–889, Jun. 2023, doi: 10.36040/JATI.V7I1.6209.
- [41] A. Zamzami, O. Fransisco, Irwan, and M. I. Nugraha, “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet Of Things (IOT),” in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 2021, pp. 1–7.
- [42] A. Kurniawan, A. Ristiono, and S. Sulistiadi, “Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak,” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, vol. 10, no. 4, pp. 468–480, Dec. 2021, doi: 10.23960/JTEP-L.V10I4.468-480.
- [43] J. L. Gaol *et al.*, “Aplikasi Android untuk Monitoring Lahan Pertanian secara Realtime Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 6, no. 3, Dec. 2020, doi: 10.28932/JUTISI.V6I3.3039.
- [44] A. Chairunnas and A. P. Putra, “Optimization Of Livestock Monitoring System In Outdoor Based On Internet Of Things (IOT),” *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 323–329, Feb. 2024, doi: 10.33480/JITK.V9I2.5312.
- [45] A. Rifaini, S. Sintaro, and A. Surahman, “Alat Perangkap Dan Kamera Pengawas Dengan Menggunakan Esp32-Cam Sebagai Sistem Keamanan Kandang Ayam,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 52–63, Jan. 2022, doi: 10.33365/JTIKOM.V2I2.1486.

- [46] M. A. Setiawan and Sulistiyasni, "Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT pada Lahan Urban/ Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat," *Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 118–129, 2024.
- [47] D. C. Runtuwene, V. C. Poekoel, and P. D. K. Manembu, "Sistem Kontrol Dan Pemantauan Berbasis IoT untuk Kenyamanan Ternak Unggas: IoT Based Control And Monitoring System for Poultry Convenience," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 13, no. 02, pp. 91–96, Aug. 2024, Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdanekom/article/view/51842>
- [48] N. Ananda and C. Umari, "Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Bayam Berbasis Internet Of Things (IOT)," *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, vol. 2, no. 2, pp. 26–33, Mar. 2022, Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: [https://www.balai2bmkg.id/index.php/buletin\\_mkg/article/view/21](https://www.balai2bmkg.id/index.php/buletin_mkg/article/view/21)
- [49] Dr. Z. Baig, P. M, R. S, P. H. S, and V. G. K, "Monitoring and Controlling Of Poultry Farm Using Iot," in *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, 2021, pp. 256–260.
- [50] S. Debda, "Automation Of Temperature, Humidity Regulation and Feeding System in Broiler Farming using IOT," in *IEEE 2nd International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation*, Hyderabad: IEEE, Aug. 2022