

Analisis Penerapan *Internet Of Things* (IoT) dalam Pertanian Cerdas di Era 4.0

Harry Pribadi Fitrian¹, Reza Ramdan Permana², Nida Rahma Lestari^{3*},
Yehezkiel Tampanatu Rotty⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Teknologi Digital

*nida20125095@digitechuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak besar terhadap berbagai bidang, termasuk pertanian. Teknologi ini memungkinkan proses pemantauan, pengendalian, dan pengambilan keputusan dilakukan secara otomatis menggunakan sensor dan sistem yang terhubung ke jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teknologi IoT dalam pertanian cerdas di Indonesia dan secara global menggunakan metode Narrative Literature Review. Cara yang digunakan adalah dengan mengkaji 17 jurnal yang terakreditasi nasional (SINTA 3-5) dan internasional yang terbit antara tahun 2019 sampai 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan IoT di bidang pertanian fokus pada pemantauan kelembaban tanah, suhu udara, pengendalian irigasi otomatis, dan pemantauan kualitas lingkungan tanaman. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) di bidang pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya, produktivitas tanaman, serta efektivitas proses kerja. Selain itu, salah satu penelitian yang dikaji melaporkan bahwa penerapan sistem pemupukan berbasis IoT mampu mengurangi penggunaan pupuk hingga 49% pada komoditas tertentu. Meski demikian masih ada beberapa tantangan, seperti biaya penerapan yang mahal, keadaan infrastruktur jaringan, masalah keamanan data, dan keterbatasan pengetahuan teknologi petani. Kesimpulannya, penerapan IoT di bidang pertanian memiliki peluang besar untuk mendukung transformasi digital dalam sektor pertanian Indonesia menuju sistem pertanian yang berkelanjutan dan lebih efisien.

Kata kunci : *Internet of Things, pertanian cerdas, pertanian, sensor lingkungan.*

Abstract

The development of Internet of Things (IoT) technology has had a major impact on various fields, including agriculture. This technology enables monitoring, control, and decision-making processes to be carried out automatically using sensors and systems connected to a network. This study aims to analyze the application of IoT technology in smart agriculture in Indonesia and globally using the Narrative Literature Review method. The method used was to review 17 nationally accredited (SINTA 3-5) and international journals published between 2019 and 2025. The results showed that the application of IoT in agriculture focused on monitoring soil moisture, air temperature, automatic irrigation control, and monitoring the quality of the plant environment. The application of Internet of Things (IoT) technology in agriculture has been proven to increase resource utilization efficiency, crop productivity, and work process effectiveness. In addition, one of the studies reviewed reported that the application of an IoT-based fertilization system was able to reduce fertilizer use by up to 49% for certain commodities. However, there are still several challenges, such as high implementation costs, network infrastructure conditions, data security issues, and farmers' limited technological knowledge. In conclusion, the application of IoT in agriculture has great potential to support digital transformation in Indonesia's agricultural sector towards a more sustainable and efficient agricultural system

Keywords : Internet of Things, smart farming, agriculture, environmental sensors

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi pada era Industri 4.0 telah mendorong munculnya berbagai inovasi, salah satunya penerapan *Internet of Things* (IoT) pada sektor pertanian. IoT memungkinkan perangkat seperti sensor, *aktuator*, dan sistem kendali saling terhubung melalui jaringan internet untuk memantau dan mengelola kondisi lingkungan secara otomatis. Dalam konteks pertanian, IoT memfasilitasi terbentuknya konsep *smart farming*, yaitu sistem pertanian berbasis data yang mampu meningkatkan efektivitas pemantauan dan pengambilan keputusan^[1]. Salah satu studi menunjukkan bahwa penerapan *Internet of Things* (IoT) mampu mengoptimalkan penggunaan air dan pupuk, memantau kondisi pH tanah, serta mendeteksi kualitas lingkungan pertanian secara *real-time* melalui sistem *monitoring* berbasis aplikasi *mobile*. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor kelembaban tanah sebagai komponen utama dalam pengambilan data^[2]. Penerapan teknologi ini di lapangan pun semakin meluas dan variatif menyesuaikan dengan karakteristik komoditas. Di sektor tanaman pangan, teknologi ini telah diterapkan untuk meningkatkan produktivitas padi melalui sistem perawatan cerdas (*smart plant care*)^[3]. Sementara itu, pada komoditas hortikultura

yang lebih sensitif, IoT dimanfaatkan untuk optimasi pertumbuhan tomat^[2], serta pengkabutan otomatis pada budidaya jamur tiram^[4]. Tidak hanya sebatas pemantauan, teknologi ini juga berkembang ke arah otomatisasi penuh, seperti sistem manajemen irigasi untuk efisiensi air^[5] hingga penggunaan robotika untuk membantu proses pertanian secara lebih masif^[6].

Meskipun teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan berbagai manfaat signifikan bagi sektor pertanian, penerapannya di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu kendala utama adalah kesulitan dalam mengumpulkan data lingkungan secara akurat pada lahan pertanian terbuka, seperti radiasi matahari, arah dan kecepatan angin, curah hujan, suhu, serta kandungan kimia tanah. Di sisi lain, infrastruktur pendukung berupa web server, perangkat elektronika, jaringan internet, dan perangkat lunak sebenarnya telah tersedia dan terus berkembang. Namun, keterbatasan infrastruktur jaringan di beberapa wilayah, tingginya biaya implementasi, serta rendahnya literasi teknologi di kalangan petani masih menjadi hambatan utama dalam penerapan sistem IoT secara luas dan efektif di sektor pertanian Indonesia^[7].

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Berikut adalah beberapa penelitian yang relevan dengan kajian ini, khususnya terkait penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada pertanian cerdas.

- Penelitian tahun 2022 mengembangkan prototype pengairan sawah dan monitoring pH tanah berbasis IoT untuk mengatasi pengelolaan irigasi manual. Sistem ini mampu memantau pH tanah secara real-time dan menjaga pH optimal (6–7), sehingga mendukung pertumbuhan tanaman padi serta meningkatkan efisiensi kerja petani^[8].
- Ambarwari et al. (2021) mengintegrasikan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi dalam sistem pemantauan lingkungan pertanian tanaman pangan. Dengan memanfaatkan sensor suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya, sistem ini menampilkan data kondisi lahan secara real-time melalui platform web dan aplikasi mobile, yang terbukti meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan dan pengambilan keputusan petani^[9].
- Gunawan dan Ahmadi (2021) mengembangkan sistem pengkabutan otomatis berbasis IoT pada budidaya jamur tiram menggunakan NodeMCU dan sensor DHT11 yang terhubung ke aplikasi Blynk. Sistem ini mampu menjaga stabilitas suhu dengan melakukan pengkabutan otomatis saat suhu melebihi ambang batas, sehingga mencegah kekeringan pada media tanam^[4].
- Setyawan dan Syahputri. (2022) menerapkan IoT pada sistem pertanian cerdas untuk optimasi pertumbuhan tanaman tomat. Sistem ini memanfaatkan sensor pH tanah, sensor kelembaban tanah, ESP32, relay, dan pompa air. Penyiraman dilakukan secara otomatis maupun manual melalui aplikasi mobile, dengan hasil berupa peningkatan efisiensi penggunaan air dan pupuk^[2].
- Haj et al. (2025) mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 dan logika berbasis aturan (rule-based system). Data kelembaban tanah diproses untuk menentukan penyiraman secara otomatis, dan hasilnya ditampilkan melalui sistem berbasis web. Penelitian ini menunjukkan adanya pengurangan pemborosan air dan peningkatan efisiensi irigasi^[5].
- Wulandari dan Afriyanto (2022) merancang sistem reminder dan monitoring pertanian terintegrasi berbasis IoT untuk penjadwalan penyiraman dan pemupukan. Sistem ini terbukti meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan serta ketepatan waktu perawatan tanaman^[10].
- Setiawan et al. mengkaji pertanian vertikal pintar berbasis IoT yang memanfaatkan sensor lingkungan untuk memantau suhu, kelembaban, dan nutrisi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu

meningkatkan produktivitas tanaman pada lahan terbatas dan mendukung pertanian perkotaan berkelanjutan^[11].

- Mastul et al. meneliti penerapan IoT pada pertanian cerdas di Filipina dengan fokus pada sistem monitoring berbasis sensor dan cloud. Hasil kajian menunjukkan bahwa IoT berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan pengambilan keputusan berbasis data^[12].

- Setyawan et al. melakukan kajian literatur mengenai automasi dan IoT dalam pertanian cerdas. Studi ini mengidentifikasi tren teknologi, jenis sensor, serta sistem otomatisasi yang berperan dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pertanian modern^[13].

- Gunawan et al. mengembangkan sistem monitoring kualitas tanah tanaman herbal berbasis IoT. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi tanah secara *real-time*, sehingga membantu petani dalam perawatan tanaman herbal secara berkelanjutan^[14].

2.2. Landasan Teori

1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Objek-objek tersebut dilengkapi dengan sensor, *aktuator*, serta

perangkat komputasi yang mampu mengumpulkan, memproses, dan mengirimkan data secara otomatis. Konsep IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh^[15].

Dalam konteks pertanian, IoT berperan sebagai fondasi utama dalam pengembangan sistem pertanian cerdas (*smart farming*), yang menekankan pada pemanfaatan data lingkungan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian^[1].

2. Arsitektur Sistem IoT

Secara umum, arsitektur IoT tersusun atas tiga lapisan fundamental: *perception layer* yang bertugas mengakuisisi data lingkungan melalui sensor; *network layer* yang memfasilitasi transmisi data ke server menggunakan protokol komunikasi; serta *application layer* yang berfungsi mengolah dan memvisualisasikan data kepada pengguna melalui antarmuka aplikasi^[15] [7].

3. Sensor dalam Sistem Pertanian Berbasis IoT

Dalam ekosistem IoT pertanian, sensor berfungsi sebagai komponen vital untuk mengakuisisi data lingkungan (seperti suhu, kelembaban, dan pH) secara *real-time*. Data tersebut diolah oleh *mikrokontroler* untuk memicu sistem otomatisasi melalui aktuator (pompa atau *relay*), sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan dan meminimalkan ketergantungan pada pengawasan manual^[9] [16] [17].

4. Otomatisasi dan Pengambilan Keputusan Berbasis Data. Salah satu keunggulan utama IoT adalah kemampuannya dalam mendukung otomatisasi dan pengambilan keputusan berbasis data. Data lingkungan yang dikumpulkan oleh sensor dapat diproses menggunakan aturan tertentu (rule-based system) untuk mengendalikan aktuator, seperti sistem penyiraman otomatis, dan pemupukan otomatis. Pendekatan ini memungkinkan sistem pertanian bekerja secara lebih efisien, responsif, dan konsisten dibandingkan metode konvensional^{[16][8]}

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Narrative Literature Review* (NLR) untuk mengkaji dan menganalisis penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian cerdas (*smart farming*). Metode ini dipilih karena bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan penelitian, teknologi yang digunakan, manfaat yang diperoleh, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasi IoT pada sektor pertanian berdasarkan hasil penelitian sebelumnya.

Narrative Literature Review memungkinkan peneliti untuk menyusun, membandingkan, dan mensintesis temuan dari berbagai sumber literatur secara deskriptif dan analitis, tanpa prosedur seleksi ketat seperti pada *Systematic Literature*

Review. Pendekatan ini sesuai untuk memahami tren riset dan pola penerapan IoT di pertanian yang bersifat multidimensi dan berkembang pesat.

3.2. Sumber Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah pada jurnal nasional dan internasional. Sumber data meliputi Jurnal nasional terakreditasi SINTA 3–5, Jurnal internasional bereputasi, Prosiding dan artikel ilmiah yang relevan. Sebanyak 17 jurnal digunakan sebagai bahan kajian, dengan kriteria umum sebagai berikut:

1. Membahas penerapan *Internet of Things* (IoT) di bidang pertanian atau *smart farming*.
2. Diterbitkan dalam rentang tahun 2019–2025.
3. Memuat penjelasan sistem, teknologi, sensor, atau hasil implementasi IoT.
4. Artikel tersedia secara penuh dan dapat diakses.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Penelusuran Literatur. Penelusuran jurnal dilakukan menggunakan platform ilmiah seperti Google Scholar, portal jurnal nasional, dan situs penerbit jurnal internasional dengan kata kunci

antara lain *Internet of Things*, IoT, *smart farming*, pertanian cerdas, dan sensor pertanian.

2. Seleksi Artikel. Artikel diseleksi berdasarkan kesesuaian judul, abstrak, dan isi dengan topik penelitian. Artikel yang tidak berkaitan langsung dengan penerapan IoT di sektor pertanian tidak disertakan dalam kajian.

3. Pembacaan dan Pencatatan. Artikel yang terpilih dibaca secara menyeluruh untuk mengidentifikasi tujuan penelitian, teknologi yang digunakan, metode implementasi, serta hasil dan temuan utama.

3.4. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan pendekatan naratif dan komparatif, melalui tahapan berikut:

1. Klasifikasi Literatur. Jurnal dikelompokkan berdasarkan fokus penelitian, seperti sistem irigasi otomatis, *monitoring* lingkungan, *smart greenhouse*, pemupukan otomatis, dan manajemen pertanian berbasis IoT.

2. Analisis naratif. Setiap penelitian dianalisis untuk mengidentifikasi teknologi IoT yang digunakan, jenis sensor, sistem komunikasi, serta manfaat yang dihasilkan dalam konteks pertanian.

3. Sintesis Temuan. Hasil dari berbagai penelitian dibandingkan dan disintesis untuk menemukan pola umum, tren penerapan,

keunggulan, serta tantangan implementasi IoT di sektor pertanian.

4. Penarikan Kesimpulan. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil sintesis literatur untuk menjawab tujuan penelitian dan memberikan gambaran arah pengembangan IoT dalam mendukung pertanian cerdas yang efisien dan berkelanjutan.

3.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan, antara lain Kajian terbatas pada artikel yang diterbitkan dalam rentang tahun 2019–2025 serta Fokus penelitian hanya pada penerapan IoT di bidang pertanian cerdas, bukan pada sektor industri lainnya. Penelitian ini tidak melakukan eksperimen atau implementasi sistem secara langsung, melainkan menganalisis hasil penelitian terdahulu.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil telaah terhadap 17 jurnal yang dikaji menggunakan metode *Narrative Literature Review*, diperoleh sejumlah temuan utama terkait penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian cerdas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas penelitian berfokus pada pemantauan kelembaban tanah, suhu lingkungan, serta sistem irigasi otomatis berbasis sensor.

No	Peneliti & Tahun	Fokus Penelitian	Teknologi Utama	Hasil Utama
1	Megah Sari et al. (2022)	Irigasi & pH tanah padi	Sensor pH, IoT	Monitoring real-time & irigasi otomatis
2	Ambanwari et al. (2021)	Monitoring tanaman pangan	ESP8266, Raspberry Pi	Efektivitas pemantauan meningkat
3	Gunawan & Ahmadi (2021)	Budidaya jamur tiram	DHT11, NodeMCU	Lingkungan budidaya lebih stabil
4	Setyawan et al. (2022)	Optimasi pertumbuhan tomat	ESP32, soil moisture, sensor pH	Efisiensi air & pupuk meningkat
5	Haj et al. (2025)	Sistem irigasi otomatis	ESP32, rule-based system	Penghematan air signifikan
6	Wulandari & Afriyanto (2022)	Reminder Penyiraman & Pemupukan	IoT monitoring system	Pengelolaan lahan lebih efektif
7	Putu Ayu Citra Setiawan et al. (2021)	Pertanian vertikal pintar	Sensor lingkungan	Efisiensi ruang & kontrol lingkungan
8	Mastul et al. (2020)	Smart algriculture di pilipina	Sensor IoT, cloud platform	Produktivitas pertanian meningkat
9	Dodi Yudo Setyawan et al. (2021)	Review IoT pertanian cerdas	Studi literatur	Identifikasi tren & tantangan IoT
10	Indra Gunawan et al. (2022)	Monitoring tanah tanaman herbal	Sensor pH & kelembaban	Kualitas tanah terpantau real-time
11	Rahman et al. (2020)	Smart irrigation system	Soil moisture sensor IOT	Efisiensi penggunaan air
12	Pratama et al. (2019)	Monitoring suhu & kelembaban	DHT22, Arduino	Kondisi lingkungan lebih terkontrol
13	Sari et al. (2021)	Pemupukan otomatis	Sensor nutrisi, IoT	Penggunaan pupuk lebih efisien
14	Kurniawan et al. (2023)	Monitoring pertanian berbasis web	ESP32, web dashboard	Akses data jarak jauh
15	Nugroho et al. (2022)	Sistem pertanian cerdas terpadu	IoT & cloud computing	Pengambilan keputusan lebih cepat
16	Hidayat et al. (2024)	Monitoring kualitas lingkungan	Multi-sensor IoT	Data lingkungan akurat
17	Lestari et al. (2025)	Smart farming berbasis IoT	Sensor, mobile app	Efisiensi operasional meningkat

Gambar 1. Ringkasan Penelitian Penerapan IoT di Bidang Pertanian

4.2. Pembahasan

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian cerdas menunjukkan kecenderungan penggunaan perangkat dan komponen yang relatif seragam, meskipun diterapkan pada jenis komoditas dan lingkungan pertanian yang berbeda. Perbedaan utama terletak pada tujuan penerapan, jenis sensor yang digunakan, serta tingkat otomatisasi sistem.

1. Komponen dan Perangkat IoT yang Digunakan.

Sebagian besar penelitian yang dikaji memanfaatkan sensor kelembaban tanah (*soil moisture*) sebagai komponen utama dalam sistem pemantauan dan pengendalian pertanian. Sensor ini digunakan untuk menentukan kondisi kadar air tanah sebagai dasar pengambilan keputusan, khususnya pada sistem irigasi otomatis. Selain itu, beberapa penelitian juga menggunakan sensor pH tanah untuk memantau tingkat keasaman tanah, terutama pada tanaman pangan dan tanaman herbal.

Sensor suhu dan kelembaban udara, seperti DHT11 atau DHT22, banyak digunakan pada penelitian yang berfokus pada pengendalian lingkungan budidaya, seperti jamur tiram dan pertanian vertikal. Data dari sensor-sensor tersebut diproses oleh *mikrokontroler*, antara lain ESP8266, ESP32, dan *Arduino*, yang berperan sebagai pusat pengendali sistem.

No	Gambar	Nama Perangkat	Keterangan
1		NodeMCU ESP8266	Pengendali Dari seluruh Komponen lainnya
2		Arduino UNO R3	Pengendali Dari seluruh Komponen lainnya
3		Raspberry PI	Pengendali Dari seluruh Komponen lainnya
4		Esp32	Pengendali Dari seluruh Komponen lainnya
5		Buzzer	untuk memberikan peringatan, notifikasi, atau umpan balik suara kepada pengguna secara langsung
6		Sensor Soil Moisture	untuk mengukur kadar air tanah secara real-time
7		Sensor Ultrasonic	untuk mengirimkan data jarak objek atau ketinggian cairan secara real-time
8		Motor servo	sebagai aktuator presisi untuk mengontrol gerakan objek secara akurat (rotasi atau sudut) dalam sistem otomatisasi
9		DHT11 / DHT22	sensorsuhu dan kelembaban

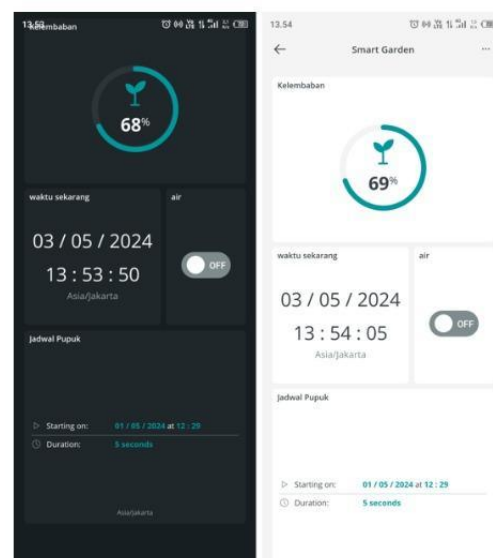
Gambar 2. perangkat keras yang umum digunakan dalam sistem IoT pertanian

2. Sistem Monitoring dan Platform Akses Data
Hasil kajian juga menunjukkan bahwa hampir seluruh sistem IoT pertanian dilengkapi dengan mekanisme *monitoring* jarak jauh. Data hasil pengukuran sensor dikirimkan ke server atau platform berbasis *cloud*, kemudian ditampilkan melalui *dashboard* web atau aplikasi mobile. Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk

memantau kondisi lahan secara *real-time* tanpa harus berada langsung di lokasi pertanian.



Gambar 3 Sistem *monitoring* berbasis web



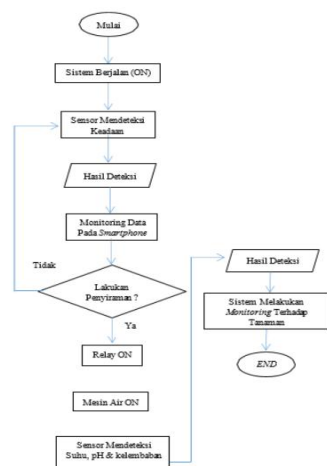
Gambar 4. Sistem *Monitoring* berbasis aplikasi *mobile*

3. Otomatisasi Sistem Pertanian

Selain pemantauan, sejumlah penelitian mengembangkan sistem otomatisasi pertanian, khususnya pada irigasi dan pemupukan. Otomatisasi dilakukan dengan menerapkan logika berbasis aturan (*rule-based system*) yang memanfaatkan nilai ambang batas tertentu dari data sensor. Ketika kondisi lingkungan tidak sesuai dengan parameter yang ditentukan, sistem

secara otomatis mengaktifkan *aktuator*, seperti pompa air atau sistem pemupukan.

Pendekatan ini terlihat pada penelitian irigasi otomatis dan sistem *reminder* pertanian, di mana proses penyiraman dan pemupukan tidak lagi sepenuhnya bergantung pada intervensi manual.



Gambar 5 Ilustrasi alur kerja sistem otomatisasi penyiraman otomatis

4. Variasi Penerapan IoT Berdasarkan Komoditas

Hasil pembahasan juga menunjukkan bahwa penerapan IoT disesuaikan dengan karakteristik komoditas pertanian. Pada tanaman pangan seperti padi, IoT difokuskan pada pengendalian irigasi dan pemantauan pH tanah. Pada komoditas hortikultura, sistem lebih diarahkan pada pengendalian kelembaban dan nutrisi tanaman. Sementara itu, pada budidaya jamur dan pertanian vertikal, IoT digunakan untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban lingkungan. Variasi penerapan ini menunjukkan

fleksibilitas teknologi IoT dalam mendukung berbagai kebutuhan pertanian, baik pada skala kecil maupun menengah, dengan menyesuaikan jenis sensor dan sistem kendali yang digunakan

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian literatur terhadap 17 jurnal yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi pendukung yang efektif dalam mewujudkan konsep *smart farming*. Penerapan IoT pada sektor pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya, khususnya dalam penggunaan air dan pupuk, serta mendukung peningkatan produktivitas tanaman melalui pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan secara *real-time*. Sistem pertanian berbasis IoT umumnya memanfaatkan integrasi sensor lingkungan, *mikrokontroler*, dan platform *monitoring* berbasis web atau aplikasi *mobile* untuk mendukung proses otomatisasi pertanian. Otomatisasi tersebut memungkinkan pengambilan keputusan dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan konsisten dibandingkan metode pertanian konvensional, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual. Meskipun demikian, hasil kajian juga menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam pertanian di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan. Tantangan utama meliputi

keterbatasan infrastruktur jaringan di wilayah pertanian Indonesia, tingginya biaya implementasi sistem IoT, serta rendahnya tingkat literasi teknologi di kalangan petani. Oleh karena itu, diperlukan upaya berkelanjutan dalam pengembangan teknologi, peningkatan infrastruktur, dan edukasi pengguna agar pemanfaatan IoT dalam smart farming dapat diterapkan secara lebih luas dan optimal di Indonesia.

6. Daftar Pustaka

- [1] I. P. Sari, A. Novita, A.-K. Al-Khowarizmi, F. Ramadhani, and A. Satria, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 4, pp. 337–343, June 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505.
- [2] D. Y. Setyawan and R. Syahputri, "Internet of Things (IoT) Application in Smart Farming to Optimize Tomato Growth".
- [3] M. Walid, A. Susanto, and F. Lazim, "SISTEM SMART PLANT CARE BERBASIS IoT UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI," vol. 4, no. 3, 2025.
- [4] I. Gunawan and H. Ahmadi, "Sistem Monitoring Dan Pengabutan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan NodeMCU dan Blynk," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 79–86, Jan. 2021, doi: 10.29408/jit.v4i1.2997.
- [5] S. U. Haj, R. T. Adek, and R. Suwanda, "Implementasi Sistem Irigasi Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Optimasi Penggunaan Air Pada Pertanian," vol. 9, 2025.
- [6] M. H. Widiyanto and B. Juarto, "Smart Farming Using Robots in IoT to Increase Agriculture Yields: A Systematic Literature Review," *J. Robot. Control JRC*, vol. 4, no. 3, pp. 330–341, May 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i3.18368.
- [7] A. T. Alamsyah, S. Syarif, and E. Saepuddin, "Implementasi BTS IoT dengan ESP Now pada Lahan Pertanian Terbuka," 2024.
- [8] D. Megah Sari, J. Jumardi, and N. Rasjid, "Prototype Pengairan Sawah dan Monitoring Kualitas PH Tanah Berbasis IOT," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 240–251, July 2022, doi: 10.29408/jit.v5i2.5749.
- [9] A. Ambarwari, Dewi Kania Widyawati, and Anung Wahyudi, "Sistem Pemantau Kondisi Lingkungan Pertanian Tanaman Pangan dengan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi Berbasis IoT," *J. RESTI Rekayasa Sist. Dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 3, pp. 496–503, June 2021, doi: 10.29207/resti.v5i3.3037.
- [10] S. Wulandari and K. M. Afriyanto, "Perancangan Smart Sistem Reminder dan Monitoring Pertanian Terintegrasi Berbasis IoT: Perancangan Smart Sistem Reminder dan Monitoring Pertanian Terintegrasi Berbasis IoT," *J. Sci. Innov. Technol. SINTECH*, vol. 3, no. 1, pp. 7–14, Jan. 2023, doi: 10.47701/sintech.v3i1.2529.
- [11] P. A. C. Setiawan, N. I. Er, and G. Sukadarmika, "Pertanian Vertikal Pintar: Peran IoT dalam Mewujudkan Keberlanjutan dan Efisiensi Sumber Daya," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, 2025.
- [12] A.-R. H. Mastul, A. Awae, Z. J. Bara, and Y. Yaro, "The Use of IoT on Smart Agriculture in the Philippines: A Narrative Review," *Bincang Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 03, pp. 98–107, Sept. 2023, doi: 10.56741/bst.v2i03.416.
- [13] D. Y. Setyawan and R. Marjunus, "Automasi dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Cerdas: review artikel pada Jurnal Terakreditasi Kemenristek".

- [14] I. Gunawan, M. Sadali, H. Ahmadi, L. K. Wijaya, and S. Ermawati, "Implementasi Internet Of Things (IOT) Untuk Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Herbal Dengan Integrasi QR Code," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 8, no. 2, pp. 426–434, July 2025, doi: 10.29408/jit.v8i2.31101.
- [15] J. Doshi, T. Patel, and S. K. Bharti, "Smart Farming using IoT, a solution for optimally monitoring farming conditions," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 160, pp. 746–751, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.016.
- [16] F. Stefwa Rifa'i Rizky Dimas Arifta, N. Akbar Rozaq Rais, and S. Rokhmah, "Rancang Bangun Teknologi Internet of Things (IoT) Dalam Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Pemupukan Tanaman Terjadwal," *DutaCom*, vol. 17, no. 1, pp. 67–81, May 2024, doi: 10.47701/dutacom.v17i1.3807.
- [17] S. R. Zulhaq, P. Gunoto, and E. Susanti, "SISTEM PEMANTAUAN NUTRISI PADA TANAMAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," vol. 8, 2025.