Karapan Network
Journal

Vol.02, No.0, July 2026
Available online at: https://ejournal.omahtabing.com/index.php/knj/id

# Implementasi Artificial Intelligence of Things dalam Sistem Smart Agriculture untuk Monitoring Lingkungan, Pengelolaan Irigasi, dan Keamanan Data Pertanian

**Moh Andrian Maulana [1)*], Habibullah Sukron [2)]**

[1)2)] *Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia*
[1)]mohandrianmaulana56@gmail.com [2)] sihabeb16@gmail.com

***Abstract***

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence of Things (AIoT) telah mendorong transformasi sektor pertanian menuju sistem Smart Agriculture yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan. AIoT mengintegrasikan kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), jaringan sensor nirkabel, serta teknologi komunikasi data untuk mendukung proses monitoring lingkungan, pengelolaan irigasi, dan keamanan data pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi AIoT dalam sistem Smart Agriculture yang berfokus pada monitoring lingkungan, pengelolaan irigasi cerdas, dan keamanan data pertanian. Metode penelitian yang digunakan adalah literature review dengan menganalisis berbagai jurnal nasional dan internasional yang membahas AIoT, IoT, Wireless Sensor Network (WSN), irigasi cerdas, serta keamanan siber pada sektor pertanian. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan AIoT mampu meningkatkan efektivitas monitoring lingkungan melalui pemantauan kondisi suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan parameter pertanian lainnya secara real-time. Sistem irigasi berbasis AIoT juga terbukti mampu mengoptimalkan penggunaan air melalui pengambilan keputusan otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Selain itu, teknologi komunikasi seperti LoRa, ZigBee, BLE, dan jaringan mesh berperan penting dalam meningkatkan keandalan transmisi data pada area pertanian yang luas. Kajian ini juga menunjukkan bahwa penerapan mekanisme keamanan data diperlukan untuk melindungi sistem pertanian dari ancaman akses tidak sah, manipulasi data, dan serangan siber. Dengan demikian, AIoT memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan sistem pertanian modern. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan model AI yang lebih adaptif, peningkatan interoperabilitas perangkat, dan penguatan keamanan siber pada ekosistem Smart Agriculture.

***Keywords:*** Smart Agriculture, Artificial Intelligence of Things, Internet of Things, Irigasi Cerdas, Monitoring Lingkungan, Keamanan Data Pertanian.

***Article history:*** Received 5 April 2026, first decision 22 April 2026, accepted 22 August 2026, available online 28 October 2026

## I. PENDAHULUAN

Sektor pertanian nyatanya memiliki kedudukan strategis karena bertanggung jawab memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, sekaligus mendorong peningkatan ekonomi negara. Jumlah penduduk dunia yang terus bertumbuh membuat permintaan terhadap hasil bumi pertanian mengalami kenaikan signifikan. Sayangnya, sektor ini kini menghadapi beragam persoalan yang semakin rumit, di antaranya perubahan iklim global, ketersediaan air yang

* Moh Andrian Maulana

ISSN 2443-2xxx (online) 2598-6xxx (print) © 2026 The Authors. Published by Omah Tabing.
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
doi: http://dx.doi.org/10.20473/KNJ.X.X.pp-pp

terbatas, penurunan kualitas tanah, serangan Organisme Penggangar Tanaman (OPT), serta kondisi cuaca yang tidak menentu. Situasi ini mengharuskan adanya pembaruan radical dalam sistem pengelolaan pertanian demi mencapai hasil panen maksimal dengan pemanfaatan sumber daya yang lebih optimal[1], [2], [3], [4], [5].

kemunculan teknologi digital telah melahirkan inovasi bernama pertanian cerdas atau Smart Agriculture sebagai jawaban atas berbagai permasalahan sektor pertanian masa kini. Smart Agriculture adalah strategi yang mengintegrasikan teknologi informasi, komunikasi, serta otomatisasi demi meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian. Berkat pendekatan ini, petani dapat memperoleh data mengenai keadaan lahan secara cepat dan presisi sehingga setiap keputusan yang diambil menjadi lebih akurat. Aplikasi teknologi dalam bidang ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan hasil panen, tetapi juga mendukung kelestarian lingkungan melalui pengelolaan sumber daya yang lebih terkontrol dan hemat. Teknologi yang paling banyak diterapkan dalam pengembangan Smart Agriculture adalah Internet of Things (IoT). IoT memungkinkan piranti dan sensor saling terhubung melalui jaringan komunikasi untuk mengumpulkan, mentransmisikan, serta mengolah data secara otomatis. Dalam konteks pertanian, sensor dapat mengawasi kadar air tanah, temperatur udara, kelembaban udara, intensitas cahaya matahari, tingkat keasaman tanah, hingga keadaan pertumbuhan tanaman secara real-time. Data yang dikumpulkan sensor tersebut menjadi landasan dalam pengambilan keputusan terkait proses penanaman, pemupukan, serta pengaturan irigasi[6], [7], [8], [9], [10].

Kendati IoT mampu menyediakan data dalam volume besar, teknologi ini tetap memiliki kelemahan dalam menganalisis dan mengambil keputusan secara mandiri. Mengadaptasi teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) ke dalam IoT memunculkan konsep baru yang bernama Artificial Intelligence of Things (AIoT). AIoT merupakan paduan antara kapabilitas pengumpulan data dari IoT dan kemampuan analisis serta pembelajaran dari kecerdasan buatan. Penyatuan kedua teknologi tersebut memungkinkan sistem tidak sekadar melakukan pemantauan, tetapi juga mampu memproyeksikan keadaan tertentu dan menyarankan tindakan secara otomatis dengan mengacu pada pola data yang ada. Penerapan AIoT dalam Smart Agriculture memberikan berbagai keuntungan penting. Sistem dapat mengawasi keadaan lingkungan secara terus-menerus untuk mendeteksi perubahan pada lahan dan tanaman. Data yang terkumpul selanjutnya diproses menggunakan algoritma kecerdasan buatan sehingga menghasilkan informasi yang lebih presisi dan mudah mempromosiskan. Sebagai ilustrasi, sistem dapat mengetahui penurunan kadar air tanah dan segera mengaktifkan sistem irigasi tanpa campur tangan manusia. Selain itu, AIoT juga dapat memproyeksikan kebutuhan air tanaman dengan mempertimbangkan kondisi cuaca, jenis tanaman, serta karakteristik lahan sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien[11], [12], [13], [14].

Pengelolaan irigasi merupakan faktor krusial dalam sektor pertanian mengingat ketersediaan air sangat menentukan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pada sistem pertanian tradisional, penyiraman seringkali dilaksanakan sesuai jadwal tetap tanpa memperhatikan keadaan sebenarnya lahan. Metode ini berpotensi mengakibatkan pemborosan air maupun kekurang supply air bagi tanaman. Dengan adanya sistem irigasi cerdas berbasis AIoT, proses penyiraman dapat dilaksanakan secara otomatis sesuai data dari sensor dan hasil analisis kecerdasan buatan. Ini tidak hanya menghemat penggunaan air tetapi juga menjaga kelestarian sumber daya alam yang semakin langka. Selain pemantauan lingkungan dan pengelolaan irigasi, keamanan data menjadi aspek vital dalam implementasi Smart Agriculture. Seiring membayanya penggunaan piranti yang terhubung ke internet, ancaman keamanan siber juga

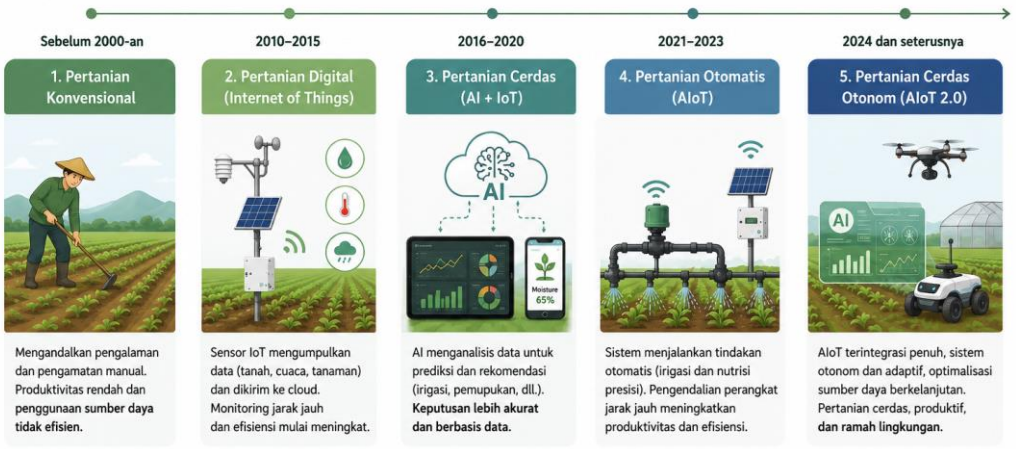
meningkat. Sistem pertanian modern menghasilkan berbagai data sensitif yang mencakup keadaan lahan, hasil produksi, pola penanaman, serta informasi operasional lainnya. Apabila data tersebut bocor, dimanipulasi, atau diakses oleh pihak tidak berwenang, maka dapat mengakibatkan kerugian baik secara finansial maupun operasional. Oleh karena itu, penerapan sistem keamanan data yang meliputi autentikasi, enkripsi, kontrol akses, serta perlindungan jaringan menjadi kebutuhan mutlak dalam ekosistem Smart Agriculture[15], [16], [17].

Dari tinjauan informatika, implementasi AIoT dalam Smart Agriculture tidak hanya mencakup piranti keras dan sensor, tetapi juga meliputi aspek jaringan komputer, transfer data, komputasi cerdas, dan keamanan informasi. Infrastruktur jaringan yang kuat menjadi faktor esensial untuk menjamin proses pertukaran data berlangsung cepat dan presisi. Teknologi komunikasi seperti LoRa, ZigBee, Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi, serta jaringan mesh banyak diterapkan untuk mendukung konektivitas piranti pada area pertanian yang luas. Pemilihan teknologi komunikasi yang sesuai akan mempengaruhi jangkauan jaringan, konsumsi energi, kecepatan transfer data, serta keandalan sistem secara keseluruhan[18], [19], [20].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Evolusi Artificial Intelligence of Things pada Pertanian Cerdas

Transformasi teknologi digital telah memicu perubahan fundamental dalam pengelolaan sektor pertanian, bergeser dari pendekatan konvensional menuju sistem yang lebih pintar, terhubung, dan berbasis informasi. Salah satu kemajuan teknologi yang berkembang pesat recently adalah Artificial Intelligence of Things (AIoT), yang merupakan penyatuan antara kecerdasan buatan dan Internet of Things (IoT). Fusi ini memungkinkan perangkat tidak hanya berperan sebagai accumulator data, melainkan juga mampu melaksanakan analisis, pembelajaran, dan pengambilan keputusan secara otomatis dengan landasan kondisi actual lapangan[21], [22], [23], [24].




Gambar 1. Transformasi Pertanian Konvensional Menuju Pertanian Cerdas Berbasis AIoT

Dalam lingkup Smart Agriculture, AIoT menjadi elemen krusial karena dapat menyatukan berbagai piranti sensor, sistem komunikasi, dan algoritma kecerdasan buatan dalam satu ekosistem yang saling terintegrasi. Lewat pendekatan ini,proses pengelolaan pertanian dapat berjalan lebih presisi dan optimal. Data yang terhimpun dari surroundings pertanian dapat diolah secara real-time sehingga menghasilkan insight yang lebih bernilai dalam mendukung pengambilan keputusan. Bandingkan dengan sistem pertanian konvensional berbasis IoT yang lebih menekankan pada

akuisisi data, AIoT memberikan kapabilitas prediktif dan adaptif yang memungkinkan sistem merespons perubahan kondisi surroundings secara otomatis[25], [26], [27], [28].

B. Pengawasan Lingkungan pada Sistem Pertanian Modern

Pengawasan lingkungan menjadi salah satu fondasi esensial dalam penerapan Smart Agriculture. Keberhasilan proses cultivation sangat ditentukan oleh berbagai faktor surroundings seperti temperatur, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya, jumlah hujan, serta keadaan nutrisi. Oleh karena itu, ketersediaan data yang valid dan berkelanjutan menjadi kebutuhan vital dalam pengelolaan pertanian era modern[29], [30].

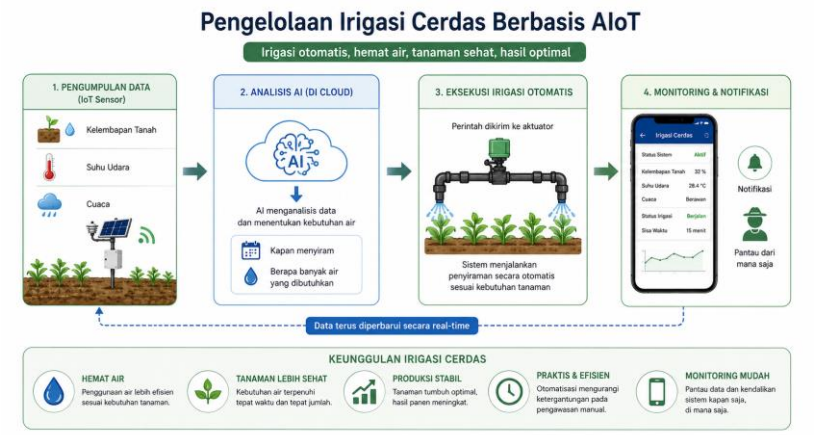
Implementasi sensor yang terintegrasi melalui jaringan komunikasi memungkinkan proses pemantauan berjalan secara nonstop tanpa batasan lokasi dan waktu. Data yang terhimpun dapat memberikan gambaran tentang status lahan secara actual sehingga menolong petani dalam memahami perubahan lingkungan yang terjadi. Dengan dukungan AIoT, data tersebut tidak hanya disajikan sebagai informasi, tetapi juga dianalisis untuk menghasilkan anjuran yang lebih spesifik sesuai kebutuhan tanaman. Kemampuan ini memberikan nilai tambah dibandingkan metode pemantauan konvensional yang masih mengandalkan observasi langsung dan pengetahuan empiris petani[31], [32].

Di samping meningkatan validitas informasi, sistem pemantauan berbasis AIoT juga dapat menurunkan risiko kesalahan dalam pengambilan keputusan. Deteksi awal terhadap perubahan kondisi lingkungan memungkinkan tindakan korektif dilakukan lebih sigap sehingga potensi kerugian akibat kekeringan, genangan air, atau perubahan cuaca ekstrem dapat diminimalkan. Dengan demikian, pengawasan lingkungan menjadi salah satu aspek yang paling menentukan dalam keberhasilan implementasi Smart Agriculture[33], [34], [35].

C. Pengelolaan Irigasi Cerdas Berbasis AIoT

Air merupakan sumber daya utama dalam aktivitas pertanian sehingga pengelolaannya harus dilakukan secaraefisien dan efektif. Pada sistem pertanian tradisional, proses irigasi umumnya dilakukan berdasarkan jadwal tetap atau estimasi petani tanpa memperhatikan kondisi actual lahan. Pendekatan ini seringkali mengakibatkan penggunaan air yang tidak optimal, baik dalam bentuk pemborosan maupun kekurangan pasokan bagi tanaman[36].

Implementasi AIoT memungkinkan sistem irigasi bekerja secara lebih adaptif dengan menggunakan data yang diperoleh dari sensor lingkungan. Informasi tentang kelembaban tanah, temperatur udara, dan kondisi cuaca dapat dianalisis untuk menentukan waktu serta volume air yang dibutuhkan tanaman. Sistem kemudian dapat menjalankan proses penyiraman secara otomatis sesuai hasil analisis yang dilakukan[37].




Gambar 2. Mekanisme Kerja Sistem Irigasi Cerdas Berbasis AIoT

Keunggulan utama irigasi cerdas terletak pada kemampuannya dalam menyesuaikan kebutuhan air berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatan efisiensi penggunaan air, tetapi juga membantu mempertahankan kesehatan tanaman dan kestabilan produksi. Selain itu, применasi sistem otomatis dapat mengurangi ketergantungan terhadap pengawasan manual sehingga proses pengelolaan pertanian menjadi lebih praktis dan efisien[38], [39], [40].

D. Keamanan Data dalam Ekosistem Smart Agriculture

Seiring meningkatnya penggunaan perangkat digital dalam sektor pertanian, volume data yang dihasilkan juga semakin banyak. Data tersebut mencakup informasi lingkungan, keadaan tanaman, aktivitas irigasi, produktivitas lahan, hingga berbagai parameter operasional lainnya. Data yang tersimpan dan ditransmisikan melalui jaringan memiliki nilai penting karena menjadi landasan dalam proses pengambilan keputusan pada sistem Smart Agriculture[41], [42].

Namun, semakin meningkatnya tingkat konektivitas juga meningkatkan risiko terhadap serangan keamanan siber. Akses tidak sah, pembobolan data, manipulasi informasi, serta gangguan terhadap jaringan komunikasi dapat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Apabila data yang digunakan sebagai landasan pengambilan keputusan mengalami perubahan atau kerusakan, maka keputusan yang dihasilkan sistem juga berpotensi menjadi tidak akurat[43], [44].

Karenanya, keamanan data menjadi salah satu komponen penting dalam implementasi AIoT pada Smart Agriculture. Perlindungan terhadap data tidak hanya bertujuan menjaga kerahasiaan informasi, tetapi juga memastikan integritas dan availability data selama proses pengiriman maupun penyimpanan. Keamanan yang baik akan meningkatkan keandalan sistem dan memberikan kepercayaan bagi pengguna dalam memanfaatkan teknologi pertanian cerdas[45].

**Ringkasan Penelitian**

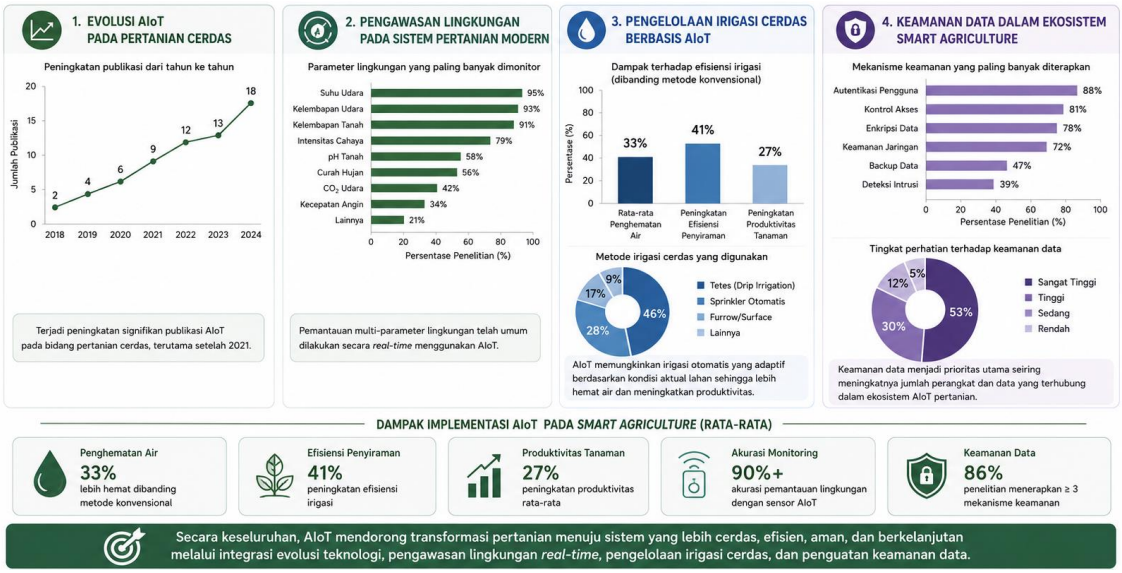
Berdasarkan perkembangan teknologi yang ada, dapat disimpulkan bahwa implementasi AIoT dalam Smart Agriculture tidak hanya berfokus pada penggunaan sensor atau otomasi semata, melainkan merupakan integrasi antara pengawasan lingkungan, pengelolaan irigasi, infrastruktur komunikasi, dan keamanan data dalam satu sistem yang saling mendukung. Pengawasan lingkungan menyediakan data yang diperlukan untuk memahami kondisi pertanian, sistem irigasi cerdas menggunakan data tersebut untuk melakukan tindakan otomatis, sedangkan keamanan data berfungsi mempertahankan keandalan seluruh proses yang berlangsung[46], [47], [48].

Keterkaitan ketiga aspek tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan Smart Agriculture sangat bergantung pada kapabilitas sistem dalam mengelola data secara efektif, melakukan analisis secara cerdas, serta menjaga keamanan informasi yang dipertukarkan melalui jaringan. Dengan demikian, implementasi AIoT memiliki potensi besar untuk meningkatan produktivitas pertanian, efisiensi penggunaan sumber daya, dan keberlanjutan sistem pertanian modern di masa depan[49], [50].

## III. HASIL

Sesuai dengan kajian literatur yang telah dilaksanakan, penggunaan Artificial Intelligence of Things (AIoT) dalam sistem Smart Agriculture menampilkan kemajuan berarti dalam sektor pemantauan lingkungan, pengelolaan irigasi,

serta keamanan data pertanian. Penyatuan teknologi kecerdasan buatan dengan Internet of Things (IoT) memungkinkan prosedur akuisisi, pemrosesan, dan penggunaan data berjalan secara otomatis dan real-time.




Gambar 3. Hasil Kajian Literatur Implementasi AIoT pada Smart Agriculture

Dalam sektor pemantauan lingkungan, berbagai studi ilmiah membuktikan bahwa implementasi sensor dan jaringan komunikasi dapat melaksanakan pengawasan temperatur udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya, serta keadaan lingkungan lain secara berkelanjutan. Data yang terkumpul selanjutnya dipakai sebagai landasan dalam prosedur pengambilan keputusan pada sistem pertanian cerdas. Dalam sektor pengelolaan irigasi, hasil kajian membuktikan bahwa implementasi AIoT memungkinkan sistem irigasi berfungsi secara otomatis dengan menyesuaikan kondisi actual lahan. Data yang terhimpun dari sensor lingkungan dimanfaatkan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman sehingga prosedur penyiraman dapat dilakukan secara lebih hemat dibandingkan metode tradisional.

Selain itu, hasil kajian pun membuktikan bahwa keamanan data menjadi komponen krusial dalam implementasi Smart Agriculture. Semakin banyak piranti yang terhubung ke jaringan menyebabkan meningkatnya keperluan akan perlindungan data dan keamanan komunikasi. Berbagai studi ilmiah menekankan Signifikansi mekanisme keamanan seperti autentikasi pengguna, kontrol akses, enkripsi data, dan pengamanan jaringan untuk mempertahankan keandalan pertanian berbasis AIoT. Secara total, hasil kajian membuktikan bahwa implementasi AIoT dapat mendukung pengembangan Smart Agriculture melalui peningkatan kapabilitas pemantauan lingkungan, optimalisasi pengelolaan irigasi, serta penguatan keamanan данных pertanian. Penemuan ini membuktikan bahwa AIoT menjadi salah satu teknologi yang berpotensi mendukung transformasi pertanian menuju sistem yang lebih cerdas, hemat, dan berkelanjutan.

## IV. PEMBAHASAN

Dalam sektor pemantauan lingkungan, penggunaan sensor yang terintegrasi dengan AIoT memungkinkan keadaan pertanian diawasi secara berkelanjutan. Data yang diperoleh dari sensor seperti temperatur udara, kelembaban udara,

kelembaban tanah, dan intensitas cahaya menyediakan informasi yang lebih valid mengenai keadaan lingkungan pertanian. Ketersediaan data secara real-time memungkinkan sistem mendeteksi perubahan keadaan lingkungan dengan lebih sigap dibandingkan metode tradisional. Selain itu, kapabilitas kecerdasan buatan dalam menganalisis data yang terkumul dapat membantu mengenali pola tertentu yang berdampak terhadap pertumbuhan tanaman sehingga prosedur pengelolaan pertanian menjadi lebih terstruktur dan terarah.

Dalam pengelolaan irigasi, AIoT berfungsi dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya air melalui sistem irigasi cerdas. Data yang diperoleh dari sensor lingkungan dimanfaatkan sebagai landasan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman secara otomatis. Pendekatan ini memberikan keunggulan dibandingkan metode penyiraman berdasarkan jadwal tetap karena sistem dapat menyesuaikan kebutuhan air dengan keadaan actual lahan. Penggunaan air yang lebih hemat tidak hanya mengurangi pemborosan sumber daya, tetapi juga membantu mempertahankan keadaan tanah dan tanaman agar tetap berada pada tingkat kelembaban yang optimal. Dengan demikian, penerapan AIoT dapat mendukung meningkatan produktivitas pertanian sekaligus mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Dari perspektif jaringan komputer, keberhasilan penerapan AIoT sangat dipengaruhi oleh kualitas infrastruktur komunikasi yang digunakan. Smart Agriculture membutuhkan prosedur pertukaran data yang berjalan secara nonstop antara sensor, perangkat pemroses data, dan pengguna. Karenanya, teknologi komunikasi seperti LoRa, ZigBee, Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi, dan jaringan mesh menjadi komponen penting dalam mendukung konektivitas perangkat di area pertanian. Pemilihan teknologi jaringan yang sesuai akan mempengaruhi jangkauan komunikasi, konsumsi daya perangkat, kecepatan transmisi data, serta keandalan sistem secara menyeluruh.

Di samping sektor pemantauan dan irigasi, keamanan data menjadi faktor yang semakin krusial dalam pengembangan Smart Agriculture berbasis AIoT. Tingkat konektivitas yang tinggi menyebabkan meningkatnya potensi serangan keamanan siber, seperti akses tidak sah, pembobolan data, manipulasi informasi, maupun gangguan terhadap komunikasi jaringan. Data pertanian yang dihasilkan oleh sensor memiliki nilai strategis karena dipakai sebagai landasan pengambilan keputusan dalam sistem. Karenanya, penerapan mekanisme keamanan seperti autentikasi, kontrol akses, enkripsi data, dan perlindungan jaringan menjadi keperluan yang tidak dapat diabaikan. Keamanan yang baik akan meningkatkan keandalan sistem sekaligus mempertahankan integritas data yang dipakai dalam prosedur analisis dan pengambilan keputusan.

Meskipun penerapan AIoT memberikan berbagai keunggulan, masih terdapat beberapa hambatan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah keterbatasan infrastruktur jaringan pada wilayah pertanian yang terletak di daerah terpencil. Selain itu, biaya penerapan perangkat sensor, keperluan sumber daya energi, serta keahlian pengguna dalam mengoperasikan teknologi juga menjadi faktor yang mempengaruhi keberhasilan penerapan AIoT. Hambatan lainnya adalah keperluan terhadap interoperabilitas antarperangkat yang berasal dari berbagai platform dan produsen agar seluruh komponen dapat berfungsi secara terintegrasi. Secara menyeluruh, hasil kajian mengungkapkan bahwa AIoT memiliki potensi besar dalam mendukung transformasi Smart Agriculture melalui integrasi pemantauan lingkungan, pengelolaan irigasi cerdas, dan keamanan data pertanian. Kombinasi ketiga aspek tersebut dapat menciptakan sistem pertanian yang lebih responsif, hemat, dan adaptif terhadap perubahan keadaan lingkungan. Dengan infrastruktur

jaringan yang memadai serta penerapan keamanan yang baik, AIoT dapat menjadi salah satu teknologi utama dalam merealisasikan pertanian modern yang berkelanjutan.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilaksanakan, penerapan Artificial Intelligence of Things (AIoT) memiliki kedudukan strategis dalam mendukung pengembangan sistem Smart Agriculture. Perpaduan antara kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), jaringan sensor, serta teknologi komunikasi data memungkinkan prosedur pemantauan lingkungan, pengelolaan irigasi, serta pengelolaan data pertanian dijalankan secara lebih efektif, otomatis, dan berbasis informasi. Implementasi AIoT pada pemantauan lingkungan dapat menyediakan informasi keadaan pertanian secara real-time melalui berbagai sensor yang dipergunakan untuk mengawasi parameter lingkungan. Dalam sektor pengelolaan irigasi, AIoT berkontribusi dalam meningkatan efisiensi penggunaan air melalui sistem penyiraman otomatis yang menyesuaikan kebutuhan tanaman berdasarkan keadaan actual lahan. Selain itu, keamanan data menjadi komponen krusial dalam ekosistem Smart Agriculture karena tingkat konektivitas perangkat yang tinggi memerlukan adanya perlindungan terhadap data dan komunikasi jaringan dari berbagai serangan keamanan siber.

Hasil kajian mengungkapkan bahwa penggabungan pemantauan lingkungan, irigasi cerdas, dan keamanan data dalam satu sistem AIoT dapat meningkatan efisiensi operasional, mendukung pengambilan keputusan yang lebih valid, serta mendorong penerapan pertanian yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Oleh karena itu, AIoT memiliki potensi besar untuk menjadi teknologi pendukung utama dalam transformasi sektor pertanian modern. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan algoritma kecerdasan buatan yang lebih adaptif, peningkatan interoperabilitas antarperangkat, serta penguatan mekanisme keamanan data guna mendukung implementasi Smart Agriculture yang lebih optimal dan berkelanjutan.

**Kontribusi Penulis:** Penulis utama (Moh Andrian Maulana) bertanggung jawab dalam penentuan topik penelitian, penyusunan kerangka penelitian, pengumpulan literatur, analisis data, serta penyusunan naskah artikel. Penulis kedua (Habibullah Sukron) berkontribusi dalam proses telaah literatur, validasi hasil analisis, penyempurnaan isi artikel, dan peninjauan akhir naskah.

**Pendanaan:** Penelitian ini tidak menerima dukungan pendanaan dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi lainnya. Seluruh proses penelitian dilaksanakan secara mandiri oleh penulis.

**Ucapan Terima Kasih:** Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan referensi yang membantu proses penyusunan artikel ini.

**Konflik Kepentingan:** Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam bentuk apa pun yang berkaitan dengan penelitian, penulisan, maupun publikasi artikel ini.

**Ketersediaan Data:** Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari berbagai artikel ilmiah, jurnal, dan sumber literatur yang tersedia secara publik serta dapat diakses melalui basis data ilmiah yang relevan.

**Persetujuan Etik:** Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*) dan tidak melibatkan subjek manusia, hewan, maupun eksperimen laboratorium sehingga tidak memerlukan persetujuan etik.

## REFERENCES

[1] F. P. Eka Putra, . S., A. Ramadhani, and . M., "Integrasi Teknologi Kuantum dan fiber Optik untuk Meningkatkan Keamanan dan Efisiensi Jaringan Masa Depan," *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO - Ilmu Komputer & Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 151–163, Jul. 2025, doi: 10.47324/ilkominfo.v8i2.342.

[2] A. F. Rachman, F. P. E. Putra, S. Syirofi, and D. Wahid, "Case Study of Computer Network Development for the Internet Of Things (IoT) Industry in an Urban Environment," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 399–407, Aug. 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4302.

[3] A. Bagus Prakoso, M. Anugrah Putra, M. Hanif Hilmi, S. Yoma Patria Risky, and J. Maulindar, "Penerapan Algoritma Regresi Random Forest Untuk Prediksi Produksi Jagung Menggunakan Data Statistik Sistem Pertanian Cerdas Smart City," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis*, pp. 28–33, Jul. 2025, doi: 10.47701/19h5ny78.

[4] C. S. Mutengwa, P. Mnkeni, and A. Kondwakwenda, "Climate-Smart Agriculture and Food Security in Southern Africa: A Review of the Vulnerability of Smallholder Agriculture and Food Security to Climate Change," *Sustainability*, vol. 15, no. 4, p. 2882, Feb. 2023, doi: 10.3390/su15042882.

[5] J. A. Mbanasor *et al.*, "Climate smart agriculture practices by crop farmers: Evidence from south east Nigeria," *Smart Agricultural Technology*, vol. 8, p. 100494, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.atech.2024.100494.

[6] D. N. Halawa, "Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia," *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, vol. 6, no. 02, pp. 502–512, Aug. 2024, doi: 10.53863/kst.v6i02.1226.

[7] H. K. Adli *et al.*, "Recent Advancements and Challenges of AIoT Application in Smart Agriculture: A Review," *Sensors*, vol. 23, no. 7, p. 3752, Apr. 2023, doi: 10.3390/s23073752.

[8] A. Rosadi and M. S. Hadi, "Exploring the Integration of Artificial Intelligence and IoT in Smart Farming: A Systematic Review," *JOINCS (Journal of Informatics, Network, and Computer Science)*, vol. 8, no. 1, pp. 70–86, Apr. 2025, doi: 10.21070/joincs.v8i1.1668.

[9] S. Nimmala, M. Ramchander, M. Mahendar, P. Manasa, M. A. Kiran, and B. Rambabu, "A Recent Survey on AI Enabled Practices for Smart Agriculture," in *2024 International Conference on Intelligent Systems for Cybersecurity (ISCS)*, IEEE, May 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/ISCS61804.2024.10581009.

[10] A. Nurani, H. Taqiya Azza Nabila, and I. Bintang Herlambang, "PERAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM SISTEM IOT UNTUK PERTANIAN CERDAS," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 1, pp. 1446–1455, Jan. 2025, doi: 10.36040/jati.v9i1.12705.

[11] M. A. Setiawan and S. Sulistyasni, "Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis Internet of Things pada Lahan Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 118–129, Jan. 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i1.973.

[12] Fauziya Bagawat Sari, "Implementasi Internet Of Thing Untuk Pertanian Cerdas di Geopark Ciletuh Sukabumi," *JOURNAL ZETROEM*, vol. 7, no. 1, pp. 52–58, Mar. 2025, doi: 10.36526/ztr.v7i1.4435.

[13] X. Luo, S. Xiong, X. Jia, Y. Zeng, and X. Chen, "AIoT-Enabled Data Management for Smart Agriculture: A Comprehensive Review on Emerging Technologies," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 102964–102993, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3578751.

[14] F. P. E. Putra, F. Mu'minin, A. Nuraini, S. N. R. Barokah, and K. Khairurrozi, "Designing an Information System for Student Admissions at SMAN 1 Pademawu Using the Waterfall Method," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 1, pp. 582–591, Jul. 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6508.

[15] S. Arifin, N. P. Dewi, . U., M. N. Arifin, and F. P. E. Putra, "APLIKASI PENGOLAHAN DATA MAHASISWA KKN PADA UNIVERSITAS MADURA," *Insand Comtech : Information Science and Computer Technology Journal*, vol. 8, no. 2, p. 24, Oct. 2023, doi: 10.53712/jic.v8i2.2085.

[16] A. A. Vărzaru, "Assessing Agricultural Impact on Greenhouse Gases in the European Union: A Climate-Smart Agriculture Perspective," *Agronomy*, vol. 14, no. 4, p. 821, Apr. 2024, doi: 10.3390/agronomy14040821.

[17] A. Raza *et al.*, "Nano-enabled stress-smart agriculture: Can nanotechnology deliver drought and salinity-smart crops?," *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, vol. 2, no. 3, pp. 189–214, Sep. 2023, doi: 10.1002/sae2.12061.

[18] N. Haidar, F. P. Eka Putra, M. Arifin, M. Yasir Zain, and I. Darmawan, "Desain dan Perancangan Smart Campus berbasis ZigBee Wireless Sensor Network," *Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik*, vol. 1, no. 11, pp. 842–850, Nov. 2021, doi: 10.17977/um068v1i112021p842-850.

[19] S. Dai, X. Li, C. Jiang, J. Ping, and Y. Ying, "Triboelectric nanogenerators for smart agriculture," *InfoMat*, vol. 5, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.1002/inf2.12391.

[20] M. D. Bokasa, S. Salsabila, M. R. Abdurrahman, S. Anggi, and A. Ismail, "Implementasi Program Pelita Berbasis Training of Trainer untuk Pengembangan Desa Cerdas Pertanian di Desa Benteng," *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 10, no. 3, pp. 315–323, Oct. 2024, doi: 10.29244/agrokreatif.10.3.315-323.

[21] K. Karam, A. Mansour, M. Khaldi, B. Clement, and M. Ammad-Uddin, "Quadcopters in Smart Agriculture: Applications and Modelling," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 19, p. 9132, Oct. 2024, doi: 10.3390/app14199132.

[22] Md. N. Mowla, N. Mowla, A. F. M. S. Shah, K. M. Rabie, and T. Shongwe, "Internet of Things and Wireless Sensor Networks for Smart Agriculture Applications: A Survey," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 145813–145852, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3346299.

[23] A. P. Wirawan and H. Nugroho, "Perancangan Node Sensor Nirkabel BLE Bertenaga Baterai menggunakan ESP32 untuk Aplikasi Pertanian Cerdas," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 11, no. 1, pp. 12–22, May 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i1.9607.

[24] F. Ardiansyah, T. Handayani, B. Gilang Pratama, and J. Prasojo, "SISTEM KONTROL OTOMATIS AKUAPONIK BERBASIS IOT UNTUK PERTANIAN CERDAS," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 5, pp. 8065–8072, Jul. 2025, doi: 10.36040/jati.v9i5.14909.

[25] Faizal Rahmansyah, Prihadi Murdiyat, and Rusda, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pertanian Cerdas Berbasis LoRa Untuk Pemantauan Kondisi Persawahan Secara Real-Time," *PoliGrid*, vol. 6, no. 1, Jun. 2025, doi: 10.46964/poligrid.v6i1.62.

[26] F. P. E. Putra, H. Hasbullah, F. Muslim, and R. Paradina, "Technical Performance Comparison of Modern Frontend Frameworks Study on Svelte, React, and Vue," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 1, pp. 355–364, Jul. 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6133.

[27] Z. Muslimin *et al.*, "Pemanfaatan Solar Cell pada Sistem Pertanian Hidroponik Cerdas di Samata Green House Group Indonesia, Kabupaten Gowa," *JURNAL TEPAT : Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, vol. 7, no. 2, pp. 233–244, Dec. 2024, doi: 10.25042/jurnal_tepat.v7i2.509.

[28] F. P. E. Putra, N. Ramadhani, F. Fauzan, and Moh. Mursidi, "Service Quality Analysis of RFID-Based Smart Door Lock in Front One Azana Style Hotel Area," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 372–381, Jul. 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4292.

[29] R. Kurniasih and H. Sugeru, "SISTEM DETEKSI UNSUR HARA MIKRO ESSENSIAL Fe DAN Mn PADA TANAH UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS DAN PRESISI," *Jurnal Agrotek Tropika*, vol. 13, no. 1, p. 178, Feb. 2025, doi: 10.23960/jat.v13i1.8335.

[30] K. Paranita, S. Santoso, and N. Adriaty, "Transformasi Pertanian Cerdas: Peran Strategis eMBB, mMTC, dan uRLLC," *Seminar Nasional Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 289–295, Sep. 2025, doi: 10.46962/snte.25.091.

[31] Y. Prasetyo *et al.*, "APPLICATION OF AUTOMATIC WATERING SYSTEM FOR SMART AGRICULTURE AT PEKARANGAN PANGAN LESTARI SENGKOLO MAKMUR," *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, vol. 7, no. 3, pp. 369–374, Sep. 2023, doi: 10.20473/jlm.v7i3.2023.369-374.

[32] I. Basir, Mujirin M Yamin, W. M. Adha, and N. Fitriani, "Cerdas Saat Harga Kakao Tinggi: Edukasi Pengelolaan Keuangan, Pertanian Berkelanjutan, Dan Akses Pasar Bagi Kelompok Tani Bukti Subur Di Desa Riso," *Abdimas Toddopuli: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, vol. 7, no. 1, pp. 255–267, Oct. 2025, doi: 10.30605/atjpm.v7i1.7122.

[33] L. Makmun, D. D. Kameo, L. T. Sunaryanto, and W. W. Mubarokah, "Dukungan Kelembagaan Pertanian bagi Petani Millenial di Era Disrupsi Pertanian Cerdas (Smart Farming) (Kajian Keberlanjutan Pembangunan Pertanian di Provinsi Jawa Tengah)," *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, vol. 21, no. 1, pp. 29–41, Jun. 2024, doi: 10.36626/jppp.v21i1.1195.

[34] N. Nurdayati, B. Sudarmanto, W. W. Mubarokah, E. Purwono, L. Makmun, and M.- Akbarrizki, "Model Pendampingan Generasi Millennial Sektor Pertanian Berkelanjutan melalui Optimalisasi Pemberdayaan Asset Social Movement menghadapi Era Pertanian Cerdas Digital 4.0 (Digital Smart Farming 4.0)," *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, vol. 21, no. 1, pp. 42–59, Jun. 2024, doi: 10.36626/jppp.v21i1.1196.

[35] F. P. E. Putra, U. Ubaidi, A. B. Tamam, and R. W. Efendi, "Implementation And Simulation Of Dynamic Arp Inspection In Cisco Packet Tracer For Network Security," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 340–347, Jul. 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4199.

[36] W. Bhoke, M. Wewe, M. C. T. Wangge, and K. Kedhi, "PENDAMPINGAN BERBASIS COLLABORATIVE LEARNING UNTUK PENINGKATAN KETERAMPILAN REFLEKSI KRITIS GURU-GURU DI GUGUS 5 KECAMATAN BOAWAE," *Jurnal Abdi Insani*, vol. 10, no. 4, pp. 2718–2727, Dec. 2023, doi: 10.29303/abdiinsani.v10i4.1268.

[37] R. Kurniasih, H. Sugeru, H. A. Nurthoyibah, K. K. Abadi, and P. Musa, "SISTEM IRIGASI CERDAS UNTUK PERTANIAN PERKOTAAN DI DEPOK," *Jurnal Abdimas Musi Charitas*, vol. 9, no. 2, Jan. 2026, doi: 10.32524/jamc.v9i2.1739.

[38] Q. A. Putri and Dwi Safitri, "Tinjauan Penerapan Internet of Things pada Sistem Irigasi Cerdas Pertanian," *Journal of Informatics and Interactive Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 466–471, Dec. 2025, doi: 10.63547/jiite.v2i3.101.

[39] A. Ariawan, "Smart Sprout: Irigasi Cerdas Berbasis AIoT untuk Pertanian Modern dan Ramah Lingkungan," *bit-Tech*, vol. 7, no. 2, pp. 434–444, Dec. 2024, doi: 10.32877/bt.v7i2.1841.

[40] A. Haris, H. Sikumbang, and L. M. S. Anwar, "Mikro-Irigasi Cerdas dengan Sprinkler Menggunakan Fuzzy Logic Pada Lahan Terbatas Untuk Pertanian 4.0," *Faktor Exacta*, vol. 14, no. 4, p. 168, Jan. 2022, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i4.10742.

[41] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Mustafida Mustafida, Royhan Alfadili, and Afifatun Nahriyah, "Perancangan Jaringan Nirkabel Berbasis Mesh untuk Menunjang Aplikasi Smart City," *Jurnal Informatika Dan Tekonologi Komputer (JITEK)*, vol. 5, no. 1, pp. 84–92, Mar. 2025, doi: 10.55606/jitek.v5i1.5934.

[42] F. P. E. Putra, S. Syirofi, D. Wahid, and Abd. M. Syam, "Security Analysis And Data Recovery On Large-Scale Computer Networks," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 1, pp. 384–390, Jul. 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6276.

[43] T. Ahmad *et al.*, "Role of Smart Agriculture Techniques in Food Security: A Systematic Review," *J. Agron. Crop Sci.*, vol. 210, no. 5, Oct. 2024, doi: 10.1111/jac.12758.

[44] Lutfan Makmun, Daniel Daud Kameo, Lasmono Tri Sunaryanto, and Wida Wahidah Mubarokah, "Proses Transformasi dan Kesiapan Petani Millenial Menghadapi Disrupsi Pertanian Cerdas (Smart Farming) (Analisis Keberlanjutan Pembangunan Pertanian di Jawa Tengah Indonesia)," *JURNAL TRITON*, vol. 15, no. 1, pp. 140–155, Jun. 2024, doi: 10.47687/jt.v15i1.859.

[45] A. S. Wardhana, M. Ferdiansyah, and S. K. K, "Desain dan Prototipe Integrasi IoT dalam Pertanian Hidroponik Cerdas Berbasis Energi Terbarukan," *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 6, no. 1, pp. 105–114, Jan. 2025, doi: 10.35870/jimik.v6i1.1134.

[46] N. N. Permata, A. F. Jilan, I. P. Ilyas, Y. Y. Erlangga, B. Ibrahim, and A. S. Pradipta, "Kegiatan Edukasi Masyarakat Cerdas: Teknologi Pertanian di Desa Lebakmuncang Ciwidey," *Madaniya*, vol. 5, no. 2, pp. 608–615, May 2024, doi: 10.53696/27214834.813.

[47] B. Muttaqi, N. Nurchim, and P. W. Ningsih, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani dalam Sistem Penyiraman Cerdas untuk Pertanian," *Generation Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 111–120, Sep. 2024, doi: 10.29407/gj.v8i2.23175.

[48] Y. Prasetyo *et al.*, "APPLICATION OF AUTOMATIC WATERING SYSTEM FOR SMART AGRICULTURE AT PEKARANGAN PANGAN LESTARI SENGKOLO MAKMUR," *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, vol. 7, no. 3, pp. 369–374, Sep. 2023, doi: 10.20473/jlm.v7i3.2023.369-374.

[49] G. Ali, M. M. Mijwil, Bosco Apparatus Buruga, M. Abotaleb, and I. Adamopoulos, "A Survey on Artificial Intelligence in Cybersecurity for Smart Agriculture: State-of-the-Art, Cyber Threats, Artificial Intelligence Applications, and Ethical Concerns," *Mesopotamian Journal of Computer Science*, vol. 2024, pp. 53–103, Jul. 2024, doi: 10.58496/MJCSC/2024/007.

[50] Adebunmi Okechukwu Adewusi, Njideka Rita Chiekezie, and Nsisong Louis Eyo-Udo, "Securing smart agriculture: Cybersecurity challenges and solutions in IoT-driven farms," *World Journal of Advanced Research and Reviews*, vol. 15, no. 3, pp. 480–489, Sep. 2022, doi: 10.30574/wjarr.2022.15.3.0887.