



## THE UTILIZATION OF INTERNET OF THINGS (IOT) TECHNOLOGY IN AGRICULTURE

Rifaldi Azhar<sup>1</sup>, Asep Saeppani<sup>2</sup>, Yanyan Sofiyan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Informatics, Faculty of Information Technology, Sebelas April University Sumedang  
Email: [a2.2100112@mhs.stmik-sumedang.ac.id](mailto:a2.2100112@mhs.stmik-sumedang.ac.id), [saeppani@unsap.ac.id](mailto:saeppani@unsap.ac.id), [yanyan@unsap.ac.id](mailto:yanyan@unsap.ac.id)

(Article received: 29 Nopember 2024; Revision: 3 Desember 2024; published: 5 Desember 2024)

### Abstract

*The agricultural sector plays a vital role in meeting global food demands. However, traditional farming methods which that rely on manual labor, present challenges to improving agricultural productivity and efficiency. This paper explores the implementation of Internet of Things (IoT) technology in agriculture to address these issues. IoT-based solutions, such as smart irrigation systems, soil fertility detection tools, automated watering mechanisms, and pest control systems, have proven effective in increasing efficiency, productivity, and accuracy in farming operations. These systems leverage real-time monitoring, adaptive decision-making, and process automation, significantly reducing dependency on less efficient manual methods. The research employ a literature review methodology, syntheizing insight from scholarly articles published between 2012 to 2022. The findings demonstrate the transformative potential of IoT in modern agriculture, highlighting key innoavations like Fuzzy Tsukamoto-based irrigation, MQTT protocol for environmental monitoring, and automated soil fertility assesments. This study contributes to advancing IoT applications in agriculture and offers practical solutions for modernizing the sector to enhance yield quality and efficiency.*

**Keywords:** Utilization, Agriculture, Technology, Internet of Things

## PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN

### Abstrak

Sektor Pertanian memiliki peran penting dalam memenuhi pangan global. Namun, metode pertanian tradisional yang masih mengandalkan tenaga kerja manual menghadirkan tantangan dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Penelitian ini membahas penerapan teknologi Internet of Things (IoT) di bidang pertanian untuk mengawasi permasalahan tersebut. Solusi berbasis IoT, seperti sistem irigasi pintar, alat pendeteksi kesuburan tanah, mekanisme penyiraman otomatis, dan sistem pengusir hama, terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan akurasi operasional pertanian. Sistem ini memanfaatkan pemantauan secara real-time, pengambilan keputusan adaptif, serta otomasisasi proses, sehingga mamou mengurangi ketergantungan pada metode manual yang kurang efisien. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka dengan menganalisis literatur ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2012-2022. hasilnya menunjukkan potensi transformatif IoT dalam pertanian modern, dengan inovasi seperti irigasi berbasis Fuzzy Tsukamoto, protokol MQTT untuk pemantauan lingkungan, dan penilaian kesuburan tanah otomatis. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan aplikasi IoT di bidang pertanian serta menawarkan solusi praktis modernisasi sektor ini supaya meningkatkan kualitas dan efisiensi hasil panen.

**Kata kunci:** Pemanfaatan, Pertanian, Teknologi, Internet of Things

### 1. PENDAHULUAN

Pertanian adalah sektor yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan pangan global. [1] Akan tetapi, proses mengolah dan menjaga lahan pertanian masih dilakukan dengan cara lama oleh tenaga manusia. Proses pengelolaan lahan pertanian yang masih bersifat manual akan sangat mempengaruhi terhadap hasil panen. [2] Namun, tantangan dalam meningkatkan efisiensi produksi pertanian menjadi semakin kompleks. Salah satu pendekatan yang dapat

digunakan untuk mengatasi tantangan ini adalah penerapan teknologi internet of things.

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi yang terjadi saat ini, berlangsung dengan pesat dan sudah banyak digunakan di berbagai bidang kehidupan seperti dunia industri, bidang kesehatan, pertahanan, pengelolaan pertanian dan yang lainnya. Di bidang pertanian, manfaat dari adanya teknologi informasi dan komunikasi (TIK) sudah banyak memberikan kemudahan dalam kegiatan pengolahan lahan pertanian. Pemanfaatan adanya teknologi di

bidang pertanian ini dapat menjadi faktor penting untuk kegiatan pengembangan di sektor pangan saat ini. Selain dapat berguna untuk mengurangi waktu panen, teknologi yang dimaksud ini bisa memberikan kemudahan yang lainnya. Teknologi ini dikenal dengan Internet of Things (IoT). [3]

Teknologi yang digunakan adalah IoT. Teknologi IoT pada awal mulanya digagas untuk memperbaiki proses bisnis dalam industri manufaktur, sekarang ini telah jadi bagian dari bermacam bidang perekonomian, termasuk dalam sektor utama seperti pertanian menggunakan teknologi ini dapat menghubungkan berbagai alat dengan koneksi internet untuk melakukan suatu kegiatan. [4]

Teknologi IoT yang dipilih untuk pengembangan di sektor pertanian karena kemampuannya dalam menangani berbagai tantangan yang di hadapi petani secara digital. Sensor Iot dapat digunakan untuk memantau kondisi tanaman, seperti mendeteksi penyakit, aktivitas hama, dan tingkat kesuburan tanah. Selain itu, dengan dukungan teknologi nirkabel, pemantauan cuaca dan iklim menjadi lebih efektif. Perangkat IoT juga memungkinkan otomatisasi dalam pemupukan, penemprotan pestisida, dan irigasi, sehingga pekerjaan petani menjadi lebih efisien dan terjadwal dengan baik.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah yang muncul adalah tentang bagaimana pemanfaatan teknologi IoT dalam sektor pertanian. Tujuan penulisan karya ilmiah ini adalah untuk memberikan pemahaman mengenai berbagai penerapan teknologi IoT yang dapat membantu pekerjaan manusia dan dapat mengoptimalkan hasil di bidang pertanian. Selain itu, diharapkan tulisan ini dapat memberikan inspirasi bagi peneliti lain untuk mengembangkan inovasi baru dalam penerapan IoT di dunia pertanian. Bagi masyarakat, khususnya petani, tulisan ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang manfaat IoT, sehingga mereka dapat menggunakannya untuk meningkatkan kualitas, hasil produksi, dan kemajuan sektor pertanian Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* atau tinjauan pustaka. Literature review merupakan kegiatan yang fokus terhadap sebuah topik spesifik yang menjadi minat untuk dianalisis secara kritis terhadap isi naskah yang dipelajari. Literature review ini menggunakan literatur terbitan tahun 2012-2022 yang dapat diakses fulltext dalam format pdf dan scholarly (peer reviewed journals) [5] dengan menggunakan google scholar dalam aplikasi Publish or Perish (PoP). Jurnal yang direview merupakan jurnal yang memenuhi kriteria berupa artikel jurnal penelitian berbahasa Indonesia dan Inggris dengan tema penerapan pembelajaran berdiferensiasi. Pencarian literatur difokuskan pada

kata kunci pertama “Pembelajaran berdiferensiasi” mendapatkan 17 artikel, dan kata kunci kedua “the effect of differentiated learning” mendapatkan 30 artikel, sehingga total artikel yang diperoleh sebanyak 38 artikel. Karena literature review ini ingin mengetahui penerapan pembelajaran berdiferensiasi dalam pembelajaran IPA maka, dari 47 artikel dilakukan identification (kegiatan menganalisa lebih dalam tentang sebuah hal), diperlukan juga pemilihan data (screening), dan tidak lupa juga dilakukan uji kelayakan (eligibility), sehingga diperoleh 15 artikel yang sesuai dengan tujuan literature review.[5]

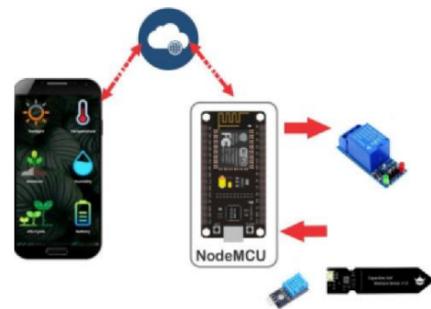
Literature review ini disintesis menggunakan metode naratif dengan mengelompokkan data-data hasil ekstraksi yang sejenis sesuai dengan hasil yang diukur untuk menjawab tujuan. Jurnal penelitian yang sesuai dengan tema kemudian dikumpulkan dan dibuat ringkasan jurnal meliputi nama dan tahun terbit jurnal, judul penelitian, metode penelitian, jenjang sekolah, variabel terikat yang diukur dan ringkasan hasil atau temuan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Penerapan Sistem Irigasi Sawah Berbasis IoT

Menurut [6] Sistem irigasi sawah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto di Kecamatan Remboken, Sulawesi Utara, menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan hasil panen dalam pertanian. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem ini memonitor kondisi tanah secara real-time, memungkinkan pengaturan irigasi yang tepat waktu dan efisien. Penggunaan metode Fuzzy Tsukamoto membantu sistem dalam pengambilan keputusan adaptif berdasarkan variabel-variabel kompleks, seperti tingkat kelembaban.

Gambar 1. Rangkaian Sistem Irigasi Sawah[6]



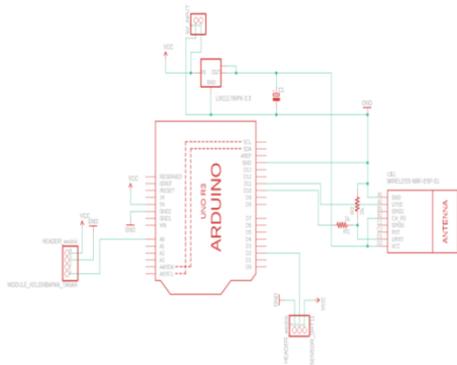
Analisis kebutuhan sistem yang ada pada sistem Irigasi sawah berbasis Internet of Things yaitu, sistem akan mengirimkan data lingkungan dan status penyiraman pada aplikasi blynk, blynk mengkonfigurasi untuk memberikan notifikasi kepada petani jika ada kondisi yang memerlukan perhatian khusus, seperti tingkat kelembaban tanah yang rendah atau kebocoran sistem irigasi, blynk sebagai pengaturan irigasi secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan

sebelumnya, berdasarkan kelembaban tanah dan jadwal penyiraman, dan petani dapat mengatur sistem agar secara otomatis mensuplai air ke sawah ketika air kurang atau pada waktu-waktu tertentu yang telah ditentukan.

Hasil pengujian dari alat ini menurut [6] ketika tingkat kelembaban dibawah 70 persen maka air di katakan kurang sehingga proses suplai terus berlanjut sampai mencapai 70 persen dan pompanya akan mati ketika air sudah melebihi 71 persen.

### 3.2 Sistem Monitoring Kelembaban Dan Suhu

Menurut [7] Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Dan Suhu Pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT dapat dirancang menggunakan soil moisture sensor untuk mendeteksi kelembaban tanah dan sensor DHT-11 yang berfungsi untuk membaca nilai dari kelembaban udara dan juga suhu lingkungan. Arduino uno berfungsi sebagai pemroses program dari perangkat sensor dan juga modul wifi ESP8266. Sedangkan juga modul wifi ESP8266 sebagai platform IoT yang berfungsi untuk mengirim data yang dibaca oleh sensor untuk ditampilkan pada webserver thingsboard dalam bentuk diagram, grafik, dan juga kondisi secara real time. pengiriman data yang dilakukan oleh modul wifi ESP8266 menggunakan protokol MQTT.



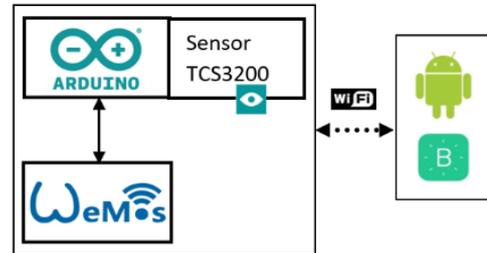
Gambar 2. Skema Rangkaian

Hasil pengujian dari alat ini menurut [7] yaitu sistem dapat menampilkan hasil monitoring pada Thingsboard. pada webserver thingsboard data yang ditampilkan yaitu nilai kelembaban tanah, nilai kelembaban udara, dan suhu lingkungan. Data ditampilkan dalam bentuk diagram, grafik dan juga kondisi secara real time. data dari hasil pembacaan sensor tersebut dapat dilihat dengan media internet pada webserver thingsboard.

### 3.3 Mendeteksi Kesuburan Tanah

Menurut [8] penerapan alat pendeteksi kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan proses EDP dapat membantu dalam merekomendasikan dosis pupuk. Dalam proses pengembangan alat ini diperlukan penyempurnaan sistem dengan memanfaatkan robot agar dapat dikendalikan pada

jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk. Sistem direkomendasikan agar dapat menginformasikan kalkulasi pemberian pupuk yang tepat berdasarkan data data tingkat kesuburan tanah yang didapatkan.



Gambar 3. Blue Print Sistem[8]

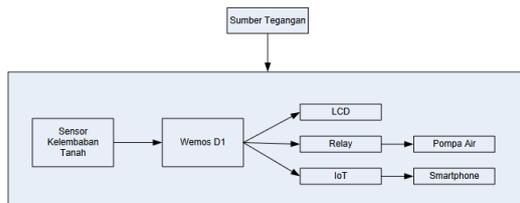
Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi untuk menerima data Sensor TCS3200 dan mengolahnya, hasil pengolahan data sensor tersebut dikirimkan ke WeMos D1 R1 untuk kemudian memberikan notifikasi ke smartphone Android melalui sistem nternet of Things (IoT) menggunakan Aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk pada Smartphone Android juga dapat dimanfaatkan sebagai perangkat untuk memberikan instruksi kepada Sensor TCS3200 untuk aktif dan mengambil data. Adapun cara kerja sistem tersebut di antaranya penetapan nilai-nilai warna referensi tingkat kesuburan tanah dari tanah yang subur menggunakan aplikasi Blynk pada smartphone untuk instruksikan agar sistem mengaktifkan sensor warna. Instruksi diterima WeMos selanjutnya WeMos mengirimkan instruksi ke Arduino Uno sehingga sensor warna aktif dan mengambil data. Sensor akan mengambil data warna tanah kemudian akan mengirimkan hasil pengambilan data ke WeMos melalui Arduino Uno. WeMos mengolah data tersebut sehingga dapat teridentifikasi tingkat kesuburan tanah. Hasil pengolahan data oleh WeMos dikirimkan ke smartphone menggunakan aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Berdasarkan data yang diterima kemudian sensor akan menampilkan hasil deteksi terhadap warna tanah yang sedang dilakukan pengamatan.

Hasil pengujian dari alat ini menurut [8] adalah bahwa deteksi tingkat kesuburan tanah terbukti dapat terlihat melalui tampilan visual dalam hal ini adalah warna tanahnya, semakin hitam warna tanah maka semakin tinggi unsur hara yang terkandung. Dengan memanfaatkan teknologi digital, maka deteksi kesuburan tanah akan dapat diketahui tanpa membandingkan sampel tanah dengan buku M secara langsung, dan dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things maka data tingkat kesuburan tanah dapat dengan mudah diketahui dimana saja tanpa terkendala jarak pengambilan data, sehingga menghasilkan efisiensi pekerjaan. Penelitian yang telah dilakukan terhadap 4 sampel tanah berbeda dengan tingkat warna berbeda pula. Semua sub sistem telah diuji dan menunjukkan keberhasilan, namun belum didapat kalibrasi secara tepat dan akurat untuk

menunjukkan warna tanah yang subur maupun yang tidak subur

### 3.4 Penyiraman Tanaman Otomatis

Menurut [9] Sistem penyiram tanaman berbasis Internet Of Things menggunakan soil moisture sensor dan sensor cahaya telah berhasil di buat dan di uji coba menggunakan Wemos D1, LCD, Relay, dan pompa air. Alat ini dapat di implementasikan dan siap untuk digunakan. Sistem ini bekerja dengan baik berdasarkan nilai kelembaban tanah yang dideteksi oleh sensor kelembaban.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Penyiraman

Penyiram tanaman otomatis berbasis Internet Of Things maka alat ini dirancang telah selesai yaitu alat penyiram tanaman menggunakan sensor kelembaban dan sensor cahaya untuk mendeteksi kadar kelembaban tanah. Apabila kadar kelembaban di atas atau sama dengan 1000 nilai kelembaban tanah maka pompa akan menyiram secara otomatis dan akan berhenti apabila kadar kelembaban tanah dibawah atau sama dengan 500 nilai kelembaban tanah.

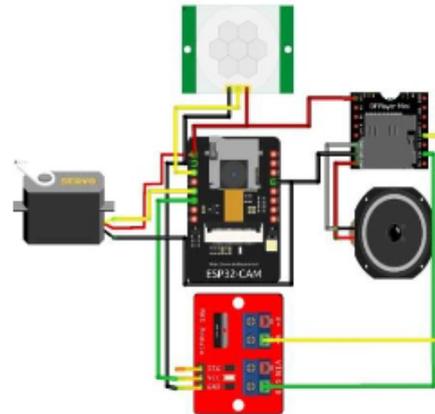
Hasil pengujian yang telah dilakukan menurut [9] diperoleh kadar tanah yang paling baik dengan nilai 600 PH.

### 3.5 Sistem Keamanan Pengusir Hama

Menurut [10] alat pengusir hama burung berbasis IoT telah terbukti menjadi solusi yang efektif dalam

mengatasi masalah serangan burung pada pertanian dan lingkungan lainnya. Dengan memanfaatkan teknologi sensor gerak, mikrokontroler, dan konektivitas internet, alat ini mampu mendeteksi kehadiran burung secara akurat dan memberikan respons yang cepat dalam mengusir mereka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh serangan burung secara signifikan, sehingga membantu petani dan pemilik tanaman untuk menjaga hasil panen mereka. Selain itu, integrasi dengan platform IoT dan aplikasi pengendalian jarak jauh seperti Blynk atau Telegram memberikan kemudahan dalam pengoperasian dan pemantauan alat dari jarak jauh. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol alat dan menerima notifikasi secara real-time, sehingga mempermudah manajemen dan pengawasan terhadap keadaan di lapangan. Keunggulan lain dari alat ini adalah konsumsi daya yang rendah, yang membuatnya ramah lingkungan dan ekonomis dalam jangka panjang. Dengan demikian, alat pengusir hama burung berbasis IoT ini tidak hanya efektif

dalam mengurangi kerugian pertanian, tetapi juga membantu dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mempromosikan pertanian yang berkelanjutan.



Gambar 5. Rangkaian[10]

Rangkaian di atas dapat dilihat bahwa Sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan burung, motor servo sebagai pergerakan tali yang diikatkan ke kaleng bekas, ESP 32 CAM sebagai mikrokontroler dan untuk mengambil gambar, baterai sebagai sumber daya listrik pada komponen, DF player untuk memutar audio dari SD Card ke Loudspeaker / Toa sebagai penguat suara. Ada beberapa hardware atau perangkat keras yang dimanfaatkan dalam penelitian ini, yaitu: Sensor PIR, Esp 32 Cam, Servo motor, DF Player, Speaker, dan Baterai. Sensor PIR yang akan diletakkan pada alat dan menghadap kepada padi. Gunanya peletakan ini adalah mendeteksi hama dan akan dihubungkan pada pin-pin Esp 32 Cam. Pada esp 32 cam sebagai mikrokontroler yang memperoleh informasi dari sensor PIR, kemudian diteruskan ke servo motor dan Speaker yang akan menjadi arus jalannya sistem. Dan terakhir perancangan pada servo motor dan speaker yang juga akan diletakkan pada kaki penyangga. Motor servo akan bergerak menarik tali yang diikat pada benang yang membuat gerakan menghalau hama, dan speaker mengeluarkan suara sebagai penakut hama burung.

Hasil pengujian menurut [10] alat pengusir hama burung pipit pada tanaman padi dikerjakan pada siang hari hingga sore hari di lahan tempat pengujian. Pengujian alat mulai dari jam 12.00-17.00 hingga selesai. Pengujian alat ini terfokus kepada fungsi alat dan pengaruh gelombang suara terhadap burung pipit. Selanjutnya ialah menguji fungsi semua alat apakah alat yang selesai dirakit berguna dengan baik atau ada kendala dan bagaimana perilaku burung pipit ketika diberikan gelombang suara. Tingkah lakunya terbagi menjadi tiga, yaitu, tidak diganggu, sedikit diganggu, dan burung meninggalkan lahan sawah.

## 4. DISKUSI

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penerapan teknologi internet of things (IOT) di bidang pertanian membawa dampak positif yang signifikan

terhadap efisiensi, produktivitas, dan akurasi kerja. Beberapa sistem yang dikembangkan, seperti irigasi sawah berbasis IoT dengan metode Fuzzy Tsukamoto, monitoring kelembaban dan suhu dengan protokol MQTT, deteksi kesuburan tanah berbasis sensor warna, sistem penyiraman otomatis, dan pengusir hama IoT, telah menunjukkan kinerja yang efektif dalam pengelolaan pertanian. Sistem-sistem ini mampu memberikan pemantauan real-time, pengambilan keputusan adaptif, sehingga mengurangi ketergantungan pada metode manual yang kurang efisien.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menawarkan keunggulan melalui implementasi teknologi modern seperti visualisasi data pada platform thingsboard dan penggunaan protokol komunikasi yang handal seperti MQTT. Namun, tantangan dalam kalibrasi alat dan pengoptimalan konsumsi daya masih memerlukan pengembangan lebih lanjut. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam penerapan teknologi IoT untuk pertanian, membuka peluang untuk inovasi lanjutan, dan memberikan solusi praktis untuk meningkatkan hasil dan efisiensi sektor pertanian modern.

## 5. KESIMPULAN

Sebagai hasil dari penelitian literatur yang telah dikumpulkan dan dievaluasi, ditemukan bahwa teknologi Internet of Things memiliki banyak manfaat, khususnya dalam bidang pertanian mampu memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi, produktivitas, dan akurasi dalam pengelolaan sektor ini. Berbagai sistem berbasis IoT yang telah dikembangkan, seperti irigasi otomatis berbasis Fuzzy Tsukamoto, pemantauan kelembaban dan suhu menggunakan protokol MQTT, pendeteksi kesuburan tanah dengan sensor warna, hingga sistem penyiraman tanaman dan pengusir hama otomatis. Teknologi ini memberikan kemampuan untuk memantau kondisi secara real-time, melakukan otomatisasi proses, dan menghasilkan pengambilan keputusan yang adaptif berdasarkan data. Selain itu, inovasi ini membantu petani mengatasi tantangan tradisional, seperti ketergantungan pada metode manual, sekaligus mempromosikan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan pendekatan berbasis teknologi modern ini, sektor pertanian dapat lebih siap menghadapi tantangan global dalam pemenuhan kebutuhan pangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. R. Hasibuan, "Penerapan Teknologi Precision Farming Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Pertanian," *Univ. Medan Area*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2023, [Online]. Available: <https://osf.io/yxuek/download>
- [2] A. Rouf and W. Agustiono, "Literature Review : Pemafile:///C:/Users/LENOVO/Documents/kuliah/S 2/PKM/jamsi-269-id567-rahutomo-1961-1970.pdffaatan Sistem Informasi Cerdas Pertanian Berbasis Internet of Things ( IoT )file:///C:/Users/LENOVO/Documents/kuliah/S 2/PKM/document.pdf," *J. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 45–54, 2021, [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id>
- [3] R. A. Murdiyantoro, A. Izzinnahadi, and E. U. Armin, "Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 54–61, 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.258.
- [4] 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, 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505.
- [5] A. Tamsuri, "Literatur Review Penggunaan Metode Kirkpatrick untuk Evaluasi Pelatihan di Indonesia," *J. Inov. Penelit.*, vol. 2, no. 8, pp. 2723–2734, 2022, [Online]. Available: <https://stp-mataram.e-journal.id/JIP/article/view/1154/879>
- [6] I. Inda, V. P. Rantung, and K. Santa, "Penerapan Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Irigasi Sawah Berbasis Internet of Things Di Kecamatan Remboken Sulawesi Utara," *J. Innov. Futur. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 185–192, 2024, doi: 10.47080/ifttech.v6i2.3314.
- [7] A. B. Setyawan, M. Hannats, and G. E. Setyawan, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Dan Suhu Pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 7502–7508, 2018.
- [8] F. M. Iqbal, M. Hikmatyar, and Nasrudin, "Penerapan Internet of Things Pada Sistem Deteksi Kesuburan Tanah," *Agro Wiralodra*, vol. 6, no. 1, pp. 14–20, 2023, doi: 10.31943/agrowiralodra.v6i1.79.
- [9] A. Rahman, "Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Propeler berbasis IoT," *ITEJ (Information Technol. Eng. Journals)*, vol. 3, no. 2, pp. 20–27, 2018, doi: 10.24235/itej.v3i2.29.
- [10] I. Sufaat and J. Juliandri, "IOT Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung pada Padi Sawah Petani Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 306–314, 2024, doi:

10.47065/josyc.v5i2.4921.