



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 10959-10969

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Implementasi Sistem *Monitoring* Kelembapan Tanah Berbasis *Internet Of Things*

Alwin Okta^{1✉}, Firmansyah²

UIN Ar-raniry Banda Aceh

Email: 210212042@student.ar-raniry.ac.id^{1✉}

Abstrak

Sektor pertanian memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan, namun Meskipun sektor pertanian memainkan peran penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan, metode manual untuk mengelola kelembapan tanah masih kurang akurat. Dalam penelitian ini, mikrokontroler ESP32, yang terintegrasi dengan platform ThingSpeak, digunakan untuk mengembangkan sistem yang melacak kelembapan tanah. Tiga jenis sensor, Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2, Soil Moisture Sensor FC-28, dan Waterproof & Anti-Karat Sensor, diuji dan dibandingkan pada media yang digunakan untuk menanam cabai, tomat, dan terong. Untuk mengukur akurasi, data diperoleh secara real-time dan dianalisis dengan metode Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor kapasitif v1.2 memiliki akurasi terbaik dengan MAE 6,4 dan MAPE 7% pada tomat, sedangkan sensor FC-28 memiliki akurasi sedang dan sensor waterproof memiliki kesalahan terbesar. Temuan ini menegaskan bahwa sensor kapasitif lebih direkomendasikan untuk sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT karena lebih akurat dan efisien.

Kata Kunci: *Internet Of Things, Kelembapan Tanah, Sensor, ESP32, Monitoring*

Abstract

The agricultural sector plays a crucial role in meeting food needs, but manual methods for managing soil moisture are still inaccurate. In this study, an ESP32 microcontroller, integrated with the ThingSpeak platform, was used to develop a system that tracks soil moisture. Three types of sensors, Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2, Soil Moisture Sensor FC-28, and Waterproof & Anti-Karat Sensor, were tested and compared on media used to grow chilies, tomatoes, and eggplants. To measure accuracy, data were acquired in real-time and analyzed using the Mean Absolute Error (MAE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) methods. The test results showed that the capacitive sensor v1.2 had the best accuracy with an MAE of 6.4 and a MAPE of 7% on tomatoes, while the FC-28 sensor had moderate accuracy and the waterproof sensor had the largest error. These findings confirm that capacitive sensors are more recommended for IoT-based soil moisture monitoring systems because they are more accurate and efficient.

Keywords: *Internet Of Things, Soil Moisture, Sensor, ESP32, Monitoring*

PENDAHULUAN

Sektor pertanian sangat penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dan mendukung ekonomi, terutama di negara-negara agraris seperti Indonesia. Kondisi kelembaban tanah yang ideal merupakan faktor kunci keberhasilan budidaya tanaman karena berpengaruh pada penyerapan nutrisi dan air oleh akar (Junaidi & Ramadhani, 2024). Sayangnya, sebagian besar praktik pengelolaan kelembaban tanah masih dilakukan secara manual dan konvensional, yang membuatnya kurang akurat dan tidak dapat memberikan data historis.

Perkembangan teknologi, khususnya *Internet of Things (IoT)*, menawarkan solusi untuk masalah ini. Dengan *IoT*, berbagai perangkat fisik termasuk sensor, dapat terhubung dan berkomunikasi melalui internet, memungkinkan untuk memantau kondisi lingkungan, termasuk kelembaban tanah, secara *real-time*, otomatis, dan akurat. Dalam sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT, sensor akan mengukur kadar air dan mengubahnya menjadi data digital. Data ini kemudian dapat dikirimkan melalui mikrokontroler seperti *ESP32* ke platform *cloud*, di mana data dapat diakses secara *online* (Hilman et al., 2022; Mansa, Kainde, & Sangkop, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT, untuk memantau kelembaban tanah, serta membandingkan kinerja tiga jenis sensor yang berbeda: *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*, *Soil Moisture Sensor FC-28*, dan *Sensor Waterproof & Anti-Karat*. Dengan

membandingkan ketiga sensor ini, diharapkan dapat diketahui perbandingan akurasi dan keefektifannya.

Tujuan penelitian ini adalah:

- Bagaimana Merancang sistem monitoring kelembapan tanah berbasis *IoT*.
- Untuk mengetahui hasil perbandingan antara *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*, *Soil Moisture Sensor FC-28*, dan Sensor *Waterproof & Anti-Karat* pada sistem monitoring kelembapan berbasis *IoT*,

Manfaat penelitian ini meliputi peningkatan efisiensi kerja, peningkatan kualitas dan kuantitas hasil panen, dan dukungan terhadap prinsip pertanian berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Jenis eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk menghasilkan kesimpulan yang objektif dengan mengukur variabel dan menguji hipotesis melalui penggunaan data numerik dan analisis statistik.

Subyek dan Sumber Data:

Subyek penelitian adalah sistem monitoring kelembapan berbasis *IoT* yang dirancang dan diuji. Perangkat keras dalam sistem ini termasuk sensor (*Capacitive Soil Moisture Sensor*), (*Soil Moisture Sensor FC-28*), (*Sensor Waterproof & Anti-Karat*), serta mikrokontroler (ESP32) (Kushwaha, Panigrahi, & Pandey, 2024; Akbar, 2023; ProboRetno, Hirzan, & File, 2023), dan juga perangkat lunak berupa antarmuka pemantauan data secara *real-time* melalui platform *IoT* yaitu *thingspeak*. Penelitian ini dilakukan di perkarangan rumah dengan menggunakan media tanaman pada polybag, diuji coba pada tanaman cabai, tomat dan terong (Daniel, Utomo, & Setyoko, 2022; Khairunisa, Sunardi, & Antony, 2024; Mukhayat, Ciptadi, & Hardyanto, 2021) atau media tanah untuk mengetahui kinerja sistem secara langsung. Data sumber terdiri dari dua bagian: data primer, yang berasal dari pembacaan sensor di lapangan kelembapan secara langsung, dan data sekunder, yang berasal dari literatur, jurnal ilmiah, dokumentasi teknis *mikrokontroler*, dan penelitian terdahulu yang mendukung proses perancangan dan pengujian sistem.

Teknik Pengumpulan Data:

Data dikumpulkan melalui observasi. Pada penelitian ini menggunakan sistem mikrokontroler berbasis *IoT* untuk memonitoring kelembapan tanah pada tanaman cabai, tomat dan terong. Pengujian Sensor *Waterproof & Anti-Karat*, sensor *Soil Moisture*

FC-28, dan sensor *Capacitive Soil Moisture v1.2* untuk mengukur kelembapan tanah pada tanaman cabai, tomat dan terong (Daniel, Utomo, & Setyoko, 2022; Khairunisa, Sunardi, & Antony, 2024; Mukhayat, Ciptadi, & Hardyanto, 2021). Kemudian melakukan perbandingan nilai *error* antara Sensor *Waterproof & Anti-Karat* dengan sensor *Soil Moisture FC-28* pada tanaman cabai, perbandingan nilai *error* antara Sensor *Capacitive Soil Moisture v1.2* dengan Sensor *Waterproof & Anti-Karat* pada tanaman tomat, dan melakukan perbandingan nilai *error* antara sensor *Soil Moisture FC-28*, dengan sensor *Capacitive Soil Moisture v1.2* pada tanaman terong.

Teknik Analisis Data:

Data dianalisis menggunakan dua metode:

- *Mean Absolute Error* (MAE) : Ini adalah ukuran yang digunakan untuk menghitung perbedaan rata-rata absolut antara nilai referensi dan hasil pembacaan sensor.

- Rumus MAE:

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Keterangan

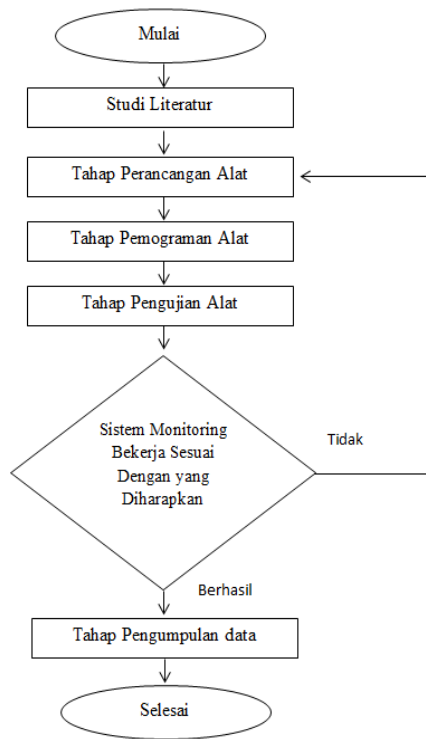
- y_i = Nilai hasil pengukuran sensor
 - \hat{y}_i = Nilai referensi
 - n = Jumlah data
- *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) : Ini adalah ukuran yang digunakan untuk menghitung persentase kesalahan rata-rata.

- Rumus MAPE:

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n} \sum_{i=0}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right|$$

Keterangan

- y_i = Nilai hasil pengukuran sensor
- \hat{y}_i = Nilai referensi
- n = Jumlah data...(Azmi, Hadi, & Soraya, 2020).



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

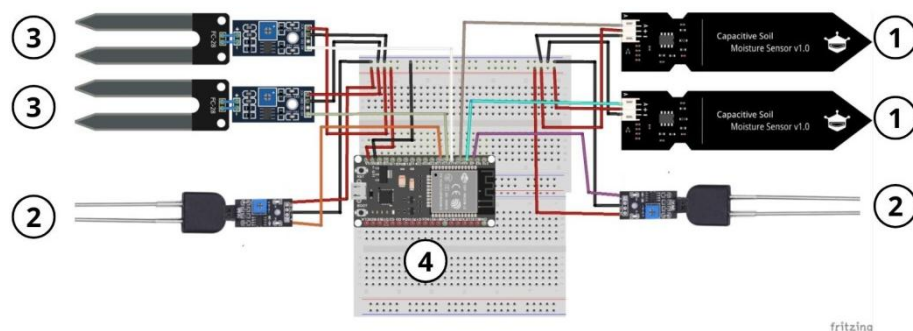
Rancangan Penelitian:

Rancangan penelitian meliputi beberapa tahapan utama:

- a. Studi Literatur: Mengumpulkan referensi yang diperoleh melalui pembacaan buku atau jurnal yang relevan dengan topik perancangan sistem, pemantauan, dan *Internet Of Things (IoT)*.
- b. Tahap Perancangan Alat: Dimulai dengan identifikasi kebutuhan dan studi literatur untuk menentukan parameter lingkungan yang akan dipantau serta teknologi yang sesuai.
- c. Tahap Pemrograman Alat: Merupakan langkah penting dalam memastikan seluruh komponen perangkat keras dapat berfungsi sesuai dengan tujuan sistem, yang diawali dengan penulisan kode program pada *mikrokontroler ESP32* dengan menggunakan software IDE seperti Arduino IDE.
- d. Tahap Pengujian Alat: Dilakukan setelah seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak selesai dirakit dan diprogram, dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem bekerja secara optimal sesuai dengan fungsinya.
- e. Tahap Pengumpulan Data: Proses mengumpulkan informasi dari sensor yang sudah dipasang pada alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penggunaan sistem yang berbasis *internet of thinks* untuk memantau kelembaban tanah disajikan dalam bagian ini. Sistem terdiri dari *mikrokonteles ESP32*, *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*, *Soil Moisture Sensor FC-28*, dan *Sensor Waterproof & Anti-Karat*.



No	Komponen	Jumlah
1	<i>Capacitive Soil moisture sensor v1.2</i>	2
2	<i>Sensor waterproof & anti-karat</i>	2
3	<i>Soil moisture sensor FC-28</i>	2
4	<i>Mikroprosesor ESP32</i>	1
5	<i>Kabel jumper</i>	Secukupnya

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan rangkaian, komponen-komponen yang ada telah dihubungkan ke alat pemantauan kelembaban berbasis IoT untuk memastikan bahwa alat tersebut bekerja dengan baik. Rangkaian keseluruhan komponen sistem pemantauan dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



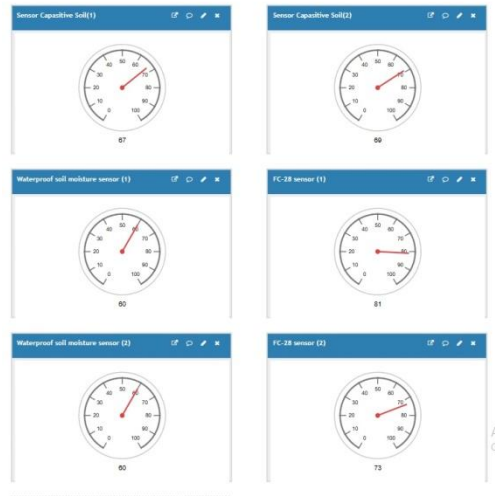
Gambar 3 prototype sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT.

Pada pemrograman alat sistem monitoring kelembapan tanah, peneliti menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai wadah untuk pemrograman *mikrokontroler ESP 32* agar bisa memerintahkan *sensor Capacitive Soil moisture sensor v1.2*, *Sensor waterproof & anti-karat dan Soil moisture sensor FC-28* sebagai input untuk membaca kelembapan tanah ke website Thingspeak dengan melalui jaringan internet agar mempermudah pengguna untuk mengetahui nilai kelembapan dari jarak jauh.

```
alwin2ino | Arduino IDE 1.8.6
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
alwin2ino
1 #include <WiFi.h>
2 #include <HTTPClient.h>
3
4 // Ganti dengan wifi kamu
5 const char* ssid = "esolhome-722E";
6 const char* password = "8a03AD7E209";
7
8 // Thingspeak API Key
9 const char* thingspeakAPIKey = "7M9QWV30U2IFQK";
10
11 // Pin sensor
12 const int capPin = 32;
13 const int capDPin = 33;
14 const int wpPin = 34;
15 const int wpDPin = 35;
16 const int fcPin = 25;
17 const int fcDPin = 26;
18
19 // Kalibrasi masing-masing sensor (adjust jika perlu)
20 const int capDry = 3000, capWet = 1200;
21 const int wpDry = 3000, wpWet = 1000;
22 const int fcDry = 1000, fcWet = 3000;
23
24 // Konversi nilai analog ke X (sumbu)
25 int convertToPercent(int raw, int dry, int wet) {
26   int percent = map(raw, dry, wet, 0, 100);
27   if (percent < 0) percent = 0;
28   if (percent > 100) percent = 100;
29   return percent;
30 }
31
32 void setup() {
33   Serial.begin(115200);
```

Gambar 4. Tampilan data pemrograman pada aplikasi Arduino IDE

Pada Gambar 5 peneliti juga memerintahkan mikrokontroler agar mengirim hasil data yang diterima ditampilkan pada website *Thingspeak* sehingga memudahkan pengguna untuk memantau situasi kelembapan dari jarak jauh yang terhubung di internet.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kelembaban Tanah

Pada tahap ini, pengujian dilakukan terhadap tiga jenis sensor, yaitu *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*, *Soil Moisture Sensor FC-28*, dan *Sensor Waterproof & Anti-Karat*. Data kelembaban tanah dicatat setiap 15 menit sekali, kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat soil tester digital yang digunakan sebagai nilai acuan.



Gambar 6. Tahap Pengumpulan Data

Pembahasan

Tabel 2 menyajikan hasil perhitungan tingkat akurasi untuk setiap sensor pada tanaman cabai, tomat, dan terong menggunakan metode MAE dan MAPE (Azmi, Hadi, & Soraya, 2020).

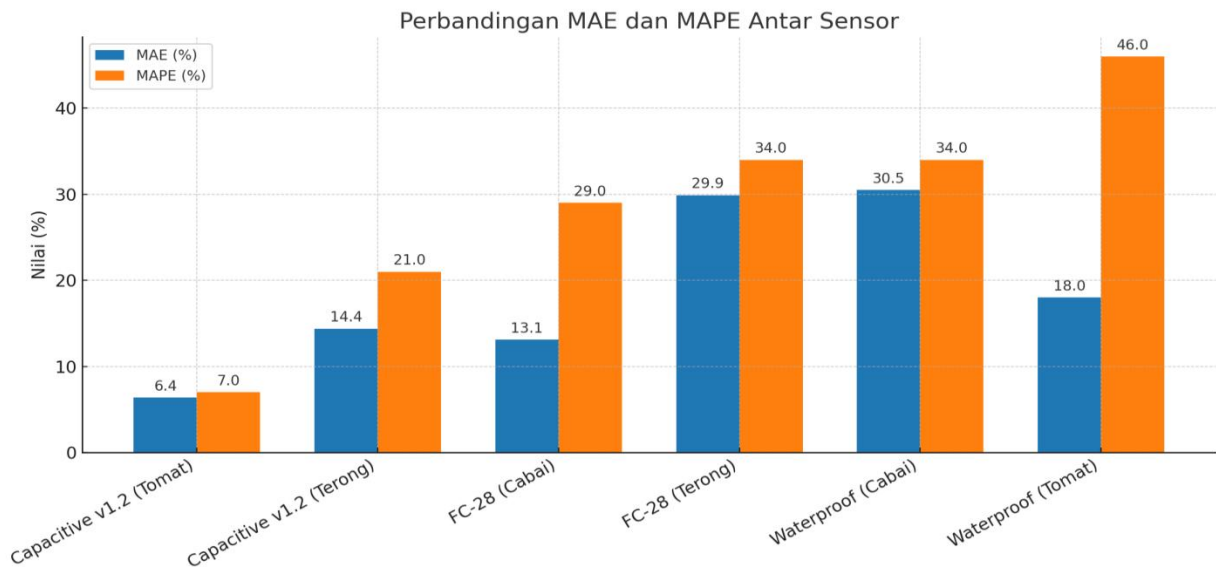
Tabel 2. Hasil Perhitungan Error (MAE & MAPE)

Jenis Sensor	Tanaman	MAE (%)	MAPE (%)
<i>Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 (1)</i>	Tomat	6.4	7%
<i>Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 (2)</i>	Terong	14,4	21%
<i>Soil Moisture Sensor FC-28 (1)</i>	Cabai	13.1	29%
<i>Soil Moisture Sensor FC-28 (2)</i>	Terong	29,9	34%
<i>Sensor Waterproof & Anti-Karat(1)</i>	Cabai	30,5	34%
<i>Sensor Waterproof & Anti-Karat(2)</i>	Tomat	18	46%

Berdasarkan hasil analisis menggunakan indikator MAE dan MAPE, terlihat adanya perbedaan tingkat akurasi dari masing-masing sensor kelembapan tanah yang diuji. *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2* pada tanaman tomat menunjukkan performa terbaik dengan nilai MAE sebesar 6,4 dan MAPE sebesar 7%, sehingga dapat dikategorikan sangat akurat karena memiliki tingkat kesalahan pengukuran yang rendah dan konsisten mendekati nilai acuan. Pada tanaman terong, sensor capacitive masih menunjukkan hasil yang cukup baik dengan MAE sebesar 14,4 dan MAPE 21%, meskipun tingkat akurasinya sedikit menurun dibandingkan pada tomat.

Sementara itu, *Soil Moisture Sensor FC-28* menghasilkan akurasi sedang, dengan MAE 13,1 dan MAPE 29% pada tanaman cabai. Namun, pada tanaman terong, tingkat kesalahannya meningkat cukup tinggi (MAE 29,9 dan MAPE 34%), yang mengindikasikan bahwa kinerja sensor ini kurang stabil terhadap variasi kondisi tanaman atau media tanam. Adapun Sensor *Waterproof & Anti-Karat* menunjukkan hasil akurasi terendah. Pada cabai, sensor ini mencatat MAE 30,5 dan MAPE 34%, sedangkan pada tomat tingkat kesalahannya bahkan lebih tinggi dengan MAPE mencapai 46%, yang menunjukkan bahwa sensor ini kurang dapat diandalkan sebagai acuan pengukuran kelembapan tanah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2* merupakan sensor yang paling akurat dan direkomendasikan untuk digunakan dalam sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT, terutama jika dibandingkan dengan sensor FC-28 maupun sensor *waterproof & anti-karat* yang menunjukkan error lebih besar. Gambar 1 menampilkan grafik perbandingan hasil pengujian kelembapan tanah dari ketiga sensor yang diuji pada tanaman cabai, tomat, dan terong. Grafik ini menunjukkan bagaimana setiap sensor merekam data kelembapan seiring waktu.



Gambar 7. Grapik perbandingan

Sensor *Capacitive v1.2* pada tomat menunjukkan akurasi terbaik (MAE 6,4% dan MAPE 7%), sedangkan sensor FC-28 berada pada tingkat sedang. Sensor *Waterproof* memiliki error paling tinggi, terutama pada tomat dengan MAPE 46%, sehingga kurang direkomendasikan.

SIMPULAN

Dengan menggunakan *mikrokontroler ESP32*, yang memberikan data aktual secara real-time, penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring kelembapan tanah yang berbasis IoT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Sensor *Moisture Moisture Capacitive v1.2* unggul atas FC-28 dan sensor *waterproof* untuk sistem ini. Sistem ini menawarkan solusi ekonomis dan praktis untuk pertanian pintar (Effendi et al., 2024; Saputra & Suryono, 2025). Disarankan untuk menguji sistem pada berbagai jenis tanaman dan kondisi lahan untuk pengembangan lebih lanjut. Sensor suhu, pH, dan intensitas cahaya dapat ditambahkan untuk memberikan data yang lebih lengkap

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2023). Implementasi Internet of Things untuk monitoring kelembapan tanah menggunakan mikrokontroler. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, 2(2), 91–97.
- Azmi, U., Hadi, Z. N., & Soraya, S. (2020). ARDL method: Forecasting data jumlah hari terjadinya hujan di NTB. *Jurnal Varian*, 3(2), 73–82.
- Daniel, R., Utomo, A. D., & Setyoko, Y. A. (2022). Berencana membangun alat pemantau

- kelembaban, pH tanah dan pompa otomatis pada tanaman tomat dan cabai. *LEDGER: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 1(4), 161–170.
- Effendi, N., Handoko, D., Azim, F., & Farida, F. (2024). Perancangan sistem pemantauan kelembaban tanah pembibitan kelapa sawit berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(2), 358–366.
- Hilman, A., Wijaya, D. P., Saidi, B., Budiyanto, A., & Adinandra, S. (2022). Sistem monitoring kelembaban tanah pada tanaman tebu (MONTABU) berbasis IoT. *AJIE (Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship)*, 7(1), 1–13.
- Junaidi, J., & Ramadhani, K. (2024). Efektivitas Internet of Things (IoT) pada sektor pertanian. *Jurnal Teknisi*, 4(1), 12–15.
- Khairunisa, N., Sunardi, H., & Antony, F. (2024). Implementasi sistem alarm dan monitoring kelembaban tanah dan suhu terhadap tanaman cabai berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan logika fuzzy. *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 2(1), 18–29.
- Kushwaha, Y. K., Panigrahi, R. K., & Pandey, A. (2024). Performance analysis of capacitive soil moisture, temperature sensors and their applications at farmer's field. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(9), 793.
- Mukhayat, N., Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. (2021, Mei). Sistem monitoring pH tanah, intensitas cahaya dan kelembaban pada tanaman cabai (Smart Garden) berbasis IoT. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Dinamika Informatika* (Vol. 5, No. 1).
- Mansa, J. W., Kainde, Q. C., & Sangkop, F. I. (2022). Sistem monitor kelembaban tanah berbasis Internet of Things (IoT). *JOINTER: Journal of Informatics Engineering*, 3(1), 17–21.
- ProboRetno, D. S., Hirzan, A. M., & File, N. J. F. (2023). Implementasi sistem pengairan otomatis tanaman terong berbasis Internet of Things dan Telegram bot. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(2), 55–63.
- Saputra, M. J., & Suryono, R. R. (2025). Implementasi teknologi irigasi tetes pada tanaman jagung menggunakan sensor soil moisture dan mikrokontroler ESP32: Technology implementation drip irrigation on corn plants uses soil moisture sensor and ESP32 microcontroller. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 111–118.