

## **Monitoring Kelembapan Tanah Berbasis Arduino Untuk Mendukung Efisiensi Pertanian**

Wendi Marsa Putra<sup>1</sup>, Dzikran Fauzu Ramadan<sup>2</sup>, Jazil Saidi<sup>3</sup>

Adri Iqbal<sup>4</sup>, Muhammad Dzaki<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Program Studi Informatika, Universitas Adzkia

wendimarsaputra@gmail.com<sup>1</sup>

### **ABSTRAK**

Pertanian merupakan sektor vital dalam pemenuhan kebutuhan pangan, namun efisiensi penggunaannya, terutama dalam pengelolaan air irigasi, masih menjadi tantangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis Arduino sebagai solusi otomatisasi dalam pertanian. Sistem ini menggunakan sensor kelembapan tanah FC-28 yang terhubung ke mikrokontroler Arduino UNO untuk mendeteksi kadar kelembapan tanah secara real-time. Jika kelembapan berada di bawah ambang batas yang ditentukan, Arduino secara otomatis mengaktifkan pompa air melalui modul relay untuk melakukan penyiraman. Informasi kelembapan juga ditampilkan melalui LCD 16x2 agar mudah dipantau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara efektif dengan merespons kondisi tanah kering dan lembab secara akurat. Sistem ini memberikan manfaat dalam menghemat penggunaan air, meningkatkan produktivitas tanaman, serta mengurangi beban kerja petani dan penghobi tanaman. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi untuk diintegrasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT) guna mendukung pertanian cerdas dan berkelanjutan.

Kata kunci: Kelembapan tanah, Arduino, otomatisasi, sensor FC-28, efisiensi pertanian, penyiraman otomatis

*JRSKM is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.*



### **1. PENDAHULUAN**

Pertanian merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki peran vital dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi, khususnya di negara agraris seperti Indonesia. Namun, di tengah tantangan perubahan iklim, alih fungsi lahan, dan keterbatasan sumber daya, efisiensi dalam pengelolaan pertanian menjadi hal yang semakin penting untuk diperhatikan. Salah satu aspek penting dalam pertanian adalah pengelolaan air, terutama terkait dengan kelembapan tanah yang sangat memengaruhi produktivitas tanaman.

Kelembapan tanah berperan langsung dalam proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis, respirasi, dan penyerapan nutrisi. Tanah yang terlalu kering dapat menyebabkan tanaman mengalami dehidrasi dan stres, sedangkan tanah yang terlalu basah dapat memicu pembusukan akar dan terganggunya sistem pernapasan tanaman (Nurdiana & Perawati, 2021). Oleh karena itu, pengelolaan kelembapan tanah yang tepat menjadi kunci keberhasilan dalam budidaya tanaman.

Sayangnya, praktik pengelolaan kelembapan tanah di lapangan masih banyak dilakukan secara manual dan berdasarkan pengalaman subjektif petani. Penggunaan metode penyiraman rutin tanpa mempertimbangkan kondisi aktual kelembapan tanah dapat menyebabkan pemborosan air atau kekurangan air, yang keduanya berdampak negatif pada hasil panen. Daniel (2022) menyebutkan bahwa mayoritas petani di Indonesia belum mengadopsi teknologi pemantauan kelembapan tanah, sehingga pengambilan keputusan terkait irigasi seringkali tidak akurat dan tidak efisien.

Perkembangan teknologi, khususnya Internet of Things (IoT) dan mikrokontroler seperti Arduino, membuka peluang besar untuk menciptakan sistem monitoring kelembapan tanah yang otomatis, akurat, dan dapat diakses secara real-time. Arduino adalah platform mikrokontroler open-source yang mudah diprogram dan kompatibel dengan berbagai jenis sensor, salah satunya adalah sensor kelembapan tanah FC-28. Dengan mengintegrasikan sensor kelembapan dan modul relay yang mengatur pompa air, sistem ini dapat mendeteksi kondisi tanah dan mengaktifkan penyiraman hanya saat dibutuhkan, sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien (Jumasa & Saputro, 2019).

Implementasi sistem monitoring berbasis Arduino tidak hanya memberikan efisiensi, tetapi juga memberikan kemudahan bagi pengguna, baik petani skala besar maupun penghobi tanaman di perkotaan. Alat ini mampu menampilkan informasi kelembapan secara langsung melalui layar LCD dan bahkan berpotensi dikembangkan menjadi sistem berbasis IoT yang terhubung ke smartphone atau dashboard digital.

Selain itu, penggunaan teknologi ini juga sejalan dengan upaya mewujudkan pertanian presisi dan pertanian berkelanjutan. Sistem otomatisasi seperti ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, tetapi juga mendukung pemanfaatan sumber daya secara optimal, terutama air yang semakin terbatas.

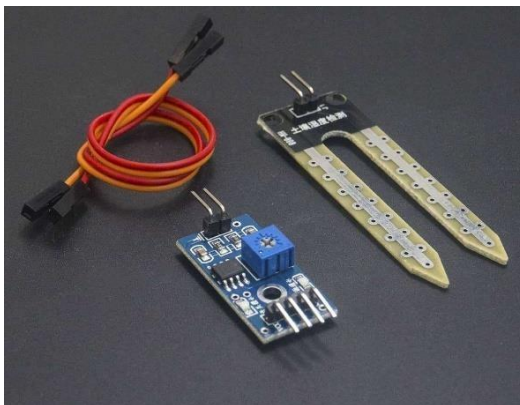
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis Arduino yang dilengkapi sensor kelembapan tanah dan pompa air otomatis. Sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis dalam pengelolaan kelembapan tanah, meningkatkan efisiensi penyiraman, serta mempercepat adopsi teknologi dalam sektor pertanian.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Internet of Things (IoT) dalam Pertanianor Gaya Hidup**

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui internet dan bertukar data tanpa intervensi manusia secara langsung. Dalam konteks pertanian, IoT dapat diterapkan untuk berbagai kebutuhan, seperti monitoring cuaca, kelembapan tanah, suhu, dan otomatisasi sistem irigasi. Menurut Sarwansah et al. (2022), implementasi IoT dalam pertanian mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan meminimalkan intervensi manual dan memaksimalkan akurasi data yang diperoleh dari lapangan.

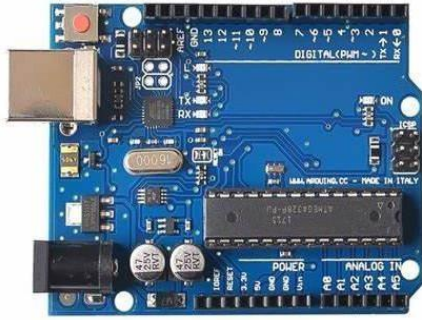
### **2.2 Sensor Kelembapan Tanah FC-28**



Gambar 1. Soil Moisture Sensor

Sensor FC-28 merupakan salah satu sensor kelembapan tanah yang umum digunakan dalam eksperimen otomatisasi pertanian. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip resistansi, di mana nilai konduktivitas tanah berubah sesuai kadar air yang ada. Tanah basah memiliki resistansi rendah, sedangkan tanah kering memiliki resistansi tinggi. Sensor ini cocok digunakan dalam sistem monitoring sederhana karena mudah diakses dan memiliki kompatibilitas tinggi dengan mikrokontroler seperti Arduino (Husdi, 2018).

## 2.3 Arduino sebagai Mikrokontroler



Gambar 2. Arduino Uno

Arduino UNO merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang mendukung pemrograman terbuka dan cocok untuk prototipe otomatisasi. Arduino memiliki keunggulan berupa ketersediaan library, komunitas luas, dan kompatibilitas dengan berbagai sensor dan aktuator. Arduino juga memiliki kemampuan untuk membaca input analog dari sensor dan menghasilkan output digital untuk mengontrol perangkat seperti pompa atau relay (Jumasa & Saputro, 2019).

## 2.4 Sistem Otomatisasi Irigasi Berbasis Sensor

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan penggunaan Arduino dan sensor kelembapan tanah untuk sistem penyiraman otomatis. Daniel (2022) mengembangkan sistem monitoring kelembapan dan pH tanah yang secara otomatis mengatur penyiraman sesuai kebutuhan tanaman. Sementara itu, Merbawani (2021) merancang sistem yang lebih canggih dengan penggunaan komunikasi LoRa dan dashboard digital berbasis Node-RED, memungkinkan pengawasan kelembapan tanah jarak jauh.

## 2.5 Efisiensi Air dan Keberlanjutan Pertanian

Penggunaan sistem monitoring kelembapan berbasis teknologi dapat secara signifikan mengurangi pemborosan air. Nurdiana dan Perawati (2021) menyatakan bahwa penyiraman tanaman yang dilakukan berdasarkan data sensor lebih hemat dibandingkan penyiraman manual yang bersifat rutin dan tidak berbasis kondisi aktual tanah. Oleh karena itu, otomatisasi berbasis sensor tidak hanya meningkatkan efisiensi irigasi, tetapi juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

# 3. METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian rekayasa atau eksperimen, yang bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem monitoring kelembapan tanah otomatis berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi kelembapan tanah dan mengatur penyiraman secara otomatis agar lebih efisien dalam penggunaan air. Penelitian dilakukan pada skala kecil sebagai prototipe awal untuk mendemonstrasikan fungsi sistem yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

## 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah **metode prototyping**. Menurut Yuliani dan Firmansyah (2021), metode prototyping merupakan pendekatan dalam pengembangan sistem yang dilakukan secara iteratif, dimulai dari perancangan sistem awal (prototipe), kemudian diuji dan disempurnakan berdasarkan hasil evaluasi. Metode ini sangat sesuai digunakan untuk proyek pengembangan alat berbasis mikrokontroler karena memungkinkan pengujian langsung terhadap fungsi sistem dalam kondisi nyata.

Adapun tahapan dalam metode prototyping yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Pengumpulan Kebutuhan Sistem

Pada tahap awal ini, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem berdasarkan masalah yang ada di lapangan. Sistem harus mampu membaca kelembapan tanah secara real-time, menampilkan informasi melalui LCD, dan mengontrol pompa air otomatis. Fitur-fitur tersebut menjadi dasar dalam perancangan sistem.

## 2. Perancangan Prototipe Awal

Perancangan meliputi skema rangkaian elektronik antara Arduino UNO, sensor kelembapan tanah FC-28, modul relay, LCD 16x2, dan pompa air mini. Selain itu, dilakukan juga perancangan alur logika program yang akan diimplementasikan pada Arduino IDE.

## 3. Pembuatan dan Pemrograman Sistem

Setelah rancangan disusun, sistem mulai dirakit pada breadboard, dan dilakukan pemrograman menggunakan Arduino IDE. Kode program bertugas membaca nilai kelembapan dari sensor, memproses data, dan mengontrol pompa air jika nilai berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan.

## 4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk dua kondisi tanah: kering dan lembab. Pengujian menggunakan metode **black box testing** untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan respons otomatis yang sesuai dengan input dari sensor kelembapan tanah.

## 5. Evaluasi dan Revisi

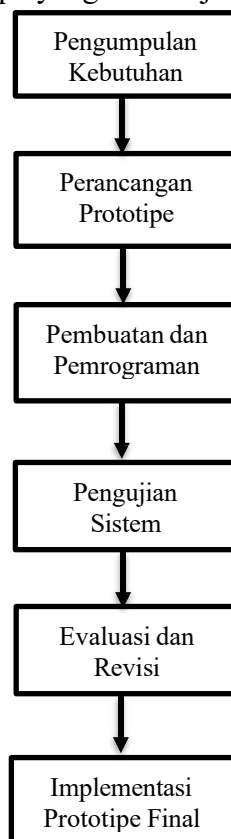
Setelah pengujian, sistem dievaluasi berdasarkan keakuratan pembacaan sensor, keefektifan logika program, dan stabilitas kerja alat. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan perbaikan baik pada kode maupun rangkaian fisik alat.

## 6. Implementasi Prototipe Final

Setelah melalui tahap revisi dan evaluasi, sistem dianggap layak sebagai prototipe awal monitoring kelembapan tanah otomatis yang dapat diterapkan dalam pertanian rumah tangga atau hidroponik skala kecil.

### 3.4 Bagan Alur Penelitian

Bagan alur berikut menggambarkan secara visual tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan berdasarkan metode prototype yang telah dijelaskan sebelumnya



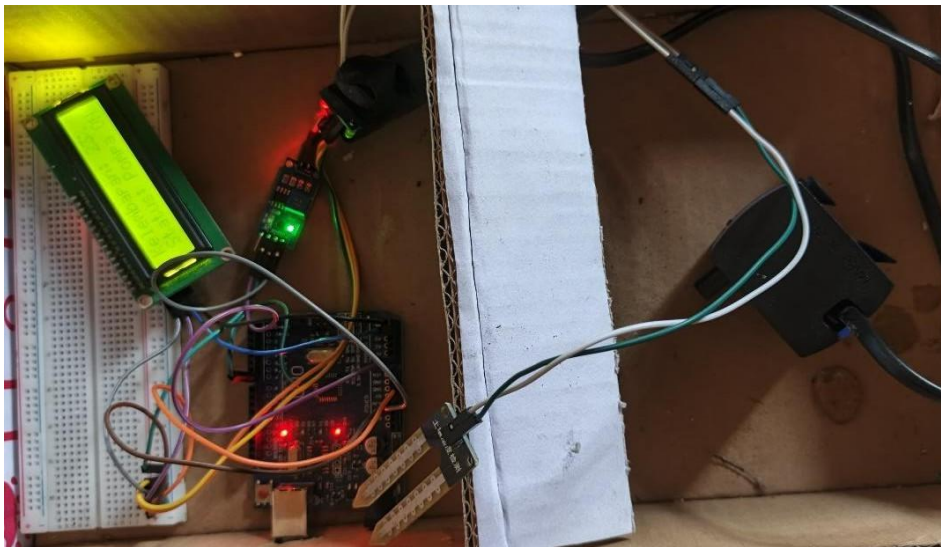
### 3.4 Alat dan Bahan

Berikut alat dan bahan yang digunakan

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Komponen	Jumlah
1	Arduino UNO	1
2	Sensor Kelembapan FC-28	1
3	Modul Relay	1
4	Pompa Air Mini	1
5	LCD 16x2 (12C)	1
6	Breadboard	1
7	Kabel jumper	Secukupnya
8	Laptop dengan Arduino IDE	1
9	Power supply	1

### 3.5 Desain Sistem



Gambar 3. Rancangan

Sistem ini dibagi menjadi lima bagian utama:

1. Sensor kelembapan tanah (FC-28)  
Berfungsi membaca kadar air dalam tanah dan mengirimkan data dalam bentuk analog ke mikrokontroler (Arduino UNO)
2. Arduino UNO  
Sebagai pusat kendali, menerima data dari sensor, mengolah logika, dan mengendalikan pompa air melalui modul relay.
3. Modul Relay  
Berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan Arduino untuk Mengaktifkan atau mematikan pompa air.

4. Pompa Air Mini (Submersible Pump)  
Akan aktif jika sensor mendeteksi tanah dalam kondisi kering dan nonaktif saat kelembapan sudah cukup.
5. LCD 16x2 (I2C)  
Menampilkan data kelembapan tanah secara real-time untuk memudahkan pengguna dalam memantau kondisi tanah

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Pengujian Prototipe

Pengujian sistem dilakukan menggunakan pot tanaman berisi tanah lempung. Sensor kelembapan tanah FC-28 ditanam ±5 cm ke dalam media. Saat sensor mendeteksi tanah dalam kondisi kering (kelembapan < 40%), sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air mini 5V. Setelah beberapa detik penyiraman, sistem mematikan pompa ketika kelembapan tanah telah mencapai ambang batas atau lebih.

Logika sistem:

1. Jika kelembapan < 40%, maka pompa aktif (menyiram).
2. Jika kelembapan ≥ 40%, maka pompa mati (tanah dianggap lembab).

Hasil Pengujian

Tabel 2. Hasil Pengujian System

Kondisi Tanah	Kelembapan (%)	Status Pompa	Tampilan LCD
Kering	24%	On	"Kelembapan: 24%"
Lembab	100%	Off	"Kelembapan: 100%"

Sistem bekerja dengan respon cepat dan akurat, menyiram secara otomatis saat tanah kering, dan berhenti saat kondisi lembab tercapai. Tampilan LCD juga memperlihatkan informasi kelembapan secara real-time.

##### 4.2 Performa Pompa dan Volume Air

Pompa air mini 5V yang digunakan memiliki debit 1 liter/menit berdasarkan pengukuran aktual. Saat pompa aktif selama 30 detik, volume air yang disalurkan ke pot adalah:

$$V = \frac{1 \text{ liter}}{60 \text{ detik}} \times 30 \text{ detik} = 0,5 \text{ liter} = 500 \text{ ml}$$

Volume tersebut terbukti cukup untuk membasahi media tanam dalam pot hingga tingkat kelembapan mencapai 100%, berdasarkan pembacaan sensor.

##### 4.3 Efisiensi Air

Penyiraman manual biasanya dilakukan menggunakan gayung kecil berisi ±800–1000 ml air untuk satu pot. Sistem otomatis hanya menggunakan 500 ml, yang artinya terdapat penghematan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi air} = \frac{1000 - 500}{1000} \times 100\% = 50\%$$

Dengan demikian, sistem ini mampu **menghemat sekitar 50% air** dibanding penyiraman manual, dengan hasil kelembapan akhir yang sama atau lebih stabil.

##### 4.4 Evaluasi Sensor dan LCD

Sensor FC-28 memberikan pembacaan yang cukup stabil saat diuji dalam kondisi statis. LCD 16x2 menampilkan data kelembapan secara langsung, membantu pengguna memantau kondisi tanah setiap saat. Ketika kelembapan di bawah ambang batas, sistem menampilkan status “Pompa ON”, dan berubah menjadi “Pompa OFF” saat tanah cukup lembab.

##### 4.5 Keunggulan dan Keterbatasan Sistem

###### 4.5.1 Keunggulan

1. Pompa berfungsi otomatis dengan respon cepat.
2. Penghematan air hingga 50%.
3. Dapat digunakan untuk pot atau kebun skala kecil.
4. Informasi ditampilkan langsung di LCD.

#### 4.5.2 Keterbatasan

1. Belum dilengkapi pencatatan data (data logger).
2. Sensor FC-28 bersifat konduktif dan kurang tahan lama jika digunakan terus-menerus.

#### 4.6 Pengembangan Sistem Selanjutnya

Pengembangan yang dapat dilakukan antara lain:

1. Menambahkan modul IoT (ESP8266/NodeMCU) untuk monitoring jarak jauh.
2. Menggunakan sensor kelembapan tipe kapasitif untuk daya tahan lebih lama.
3. Menambahkan timer dan penyimpanan data agar pengguna dapat mengevaluasi riwayat penyiraman.

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem monitoring kelembapan tanah berbasis Arduino yang kami lakukan, dapat kami simpulkan:

1. Sistem berhasil bekerja secara otomatis, yaitu membaca kelembapan tanah menggunakan sensor FC-28, dan mengaktifkan pompa air saat tanah dalam kondisi kering (di bawah 40%), serta mematikan pompa saat tanah sudah cukup lembab (di atas 40%).
2. Pompa air mini yang digunakan mampu mengalirkan air sebesar 1 liter per menit, dan pada saat pengujian selama 30 detik, air yang dikeluarkan mencapai sekitar 500 ml. Volume ini cukup untuk menyiram tanaman dalam pot secara efisien.
3. Dengan sistem otomatis ini, penggunaan air untuk penyiraman menjadi lebih hemat. Dibandingkan penyiraman manual yang biasanya membutuhkan 1 liter air, sistem ini hanya menggunakan sekitar 500 ml, sehingga mampu menghemat air hingga 50%.
4. Alat ini juga memberikan informasi secara real-time melalui LCD, sehingga pengguna dapat memantau kelembapan tanah tanpa harus mengecek langsung kondisi tanah.
5. Sistem ini cocok digunakan untuk tanaman pot atau pertanian skala kecil, serta dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur IoT dan sensor tambahan untuk meningkatkan fungsionalitas dan keakuratan.

### Daftar Pustaka

- [1] Daniel, R. (2022). Rancang bangun alat monitoring kelembaban, pH tanah dan pompa otomatis berbasis Arduino. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 3(2), 208–212.
- [2] Husdi, H. (2018). Monitoring kelembaban tanah pertanian menggunakan soil moisture sensor FC-28 dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243.
- [3] Jumasa, H. M., & Saputro, W. T. (2019). Prototipe penyiram tanaman dan pengukur kelembaban tanah berbasis Arduino Uno. *INTEK: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 2(2), 47–54.
- [4] Nadzif, H., Andrasto, T., & Aprilian, S. (2019). Sistem monitoring kelembaban tanah dan kendali pompa air menggunakan Arduino dan internet. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 26–30.

- [5] Nurdiana, N., & Perawati, P. (2021). Monitoring kelembaban tanah pada penyiram tanaman otomatis. *Jurnal Tekno*, 18(1), 9–15.
- [6] Sarwansah, R., Jaelani, U., Hasad, A., Supratno, S., & Sugeng, S. (2022). Aplikasi NodeMCU ESP8266 untuk monitoring kelembaban tanah berbasis Internet of Things. *Journal of Students' Research in Computer Science*, 3(1), 63–72.
- [7] Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (7th ed.). McGraw-Hill.
- [8] Novitasari, R., & Ramadhan, M. R. (2022). Pengembangan prototipe sistem IoT untuk pemantauan tanaman otomatis menggunakan Arduino dan sensor FC-28. *Jurnal Teknologi Terapan*, 12(1), 23–30.
- [9] Nurulita, R., & Pramudya, H. (2020). Metode prototyping dalam pengembangan sistem informasi berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), 213–219.
- [10] Utami, N. W., & Rahmawati, S. (2020). Rancang bangun sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembaban tanah dan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Terapan*, 6(1), 1–7.
- [11] Rahman, M. F., & Hidayat, R. (2023). Sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan ESP8266 dan Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(1), 11–19.
- [12] Nugroho, A., & Putri, S. A. (2021). Pemanfaatan sensor kelembaban tanah dalam sistem pertanian cerdas berbasis mikrokontroler. *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi dan Komputer*, 4(3), 150–158.