



Sistem Smart Garden Berbasis Arduino Uno Untuk Mengoptimalkan Penggunaan Air Di Taman Universitas Bina Bangsa Getsempena

Insan Mahtuah¹, Lili Kasmini², Mukhroji³, Teuku Muhammad Mirza Keumala⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa Getsempena

¹insanmahtuah27@gmail.com, ²lilikasmini@bbg.ac.id, ³mukhroji@bbg.ac.id, ⁴mirza@bbg.ac.id

Abstrak

Penggunaan air yang kurang efisien pada proses penyiraman tanaman secara manual menjadi salah satu permasalahan dalam pengelolaan taman. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno untuk mengoptimalkan penggunaan air melalui penyiraman otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian kinerja sensor, relay, pompa air, dan efisiensi penggunaan air. Sistem memanfaatkan dua sensor kelembapan tanah sebagai masukan, Arduino Uno sebagai pengendali utama, relay sebagai saklar elektronik, dan pompa air DC sebagai aktuator penyiraman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi tanah kering, lembap, dan basah dengan nilai rata-rata sensor masing-masing sebesar 449,4; 281,3; dan 182,8. Pompa air bekerja secara otomatis ketika tanah berada pada kondisi kering dan berhenti ketika kelembapan telah mencukupi. Pengujian penggunaan air selama sepuluh kali menunjukkan bahwa sistem otomatis mengonsumsi total air sebesar 7,55 liter, sedangkan penyiraman manual sebesar 10,05 liter. Dengan demikian, sistem mampu menghemat penggunaan air sebesar 24,88%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Smart Garden berbasis Arduino Uno efektif dalam mengotomatisasi penyiraman tanaman serta meningkatkan efisiensi penggunaan air, sehingga berpotensi diterapkan pada taman kampus maupun lahan berskala kecil.

Kata Kunci: Smart Garden, Arduino Uno, sensor kelembapan tanah, penyiraman otomatis, efisiensi penggunaan air.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki potensi besar di sektor pertanian berkat kondisi geografis dan iklim tropisnya. Namun, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal karena masih banyak permasalahan mendasar dalam pengelolaan sumber daya alam, khususnya air. Berdasarkan data Kementerian Pertanian (2023), sekitar 40% penggunaan air di sektor pertanian tidak termanfaatkan secara efektif akibat sistem penyiraman manual yang belum menyesuaikan dengan kondisi aktual tanaman. Hal ini mengakibatkan pemborosan air, meningkatnya biaya operasional, dan menurunnya produktivitas pertanian secara keseluruhan (Sari et al., 2024). Pertanian memiliki peran penting dalam kehidupan manusia karena berfungsi sebagai penyedia kebutuhan pangan dan gizi. Sebagian besar masyarakat Indonesia menggantungkan hidupnya pada sektor ini, terutama di daerah pedesaan. Namun, sebagian besar petani masih menggunakan metode tradisional dalam mengelola lahan, termasuk dalam hal penyiraman tanaman. (Prasetyo et al., 2024)

Metode manual yang dilakukan tanpa memperhatikan kelembapan tanah menyebabkan penggunaan air tidak efisien, sementara di sisi lain, perubahan iklim global menyebabkan ketersediaan air semakin terbatas. Kondisi ini menunjukkan bahwa dibutuhkan teknologi modern yang mampu membantu petani mengelola air secara hemat dan sesuai kebutuhan tanaman. Air merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan pertanian. Kekurangan atau kelebihan air dapat menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan menyebabkan gagal panen. Sistem penyiraman manual sering kali sulit menentukan waktu dan jumlah air yang tepat untuk diberikan. Dalam praktiknya, penyiraman dilakukan berdasarkan kebiasaan, bukan berdasarkan data kondisi tanah. (Firly et al., 2022) Akibatnya, banyak air yang terbuang karena penyiraman dilakukan terlalu sering atau terlalu lama. Selain itu, perubahan iklim yang tidak menentu juga memperumit pengelolaan air di lahan pertanian. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi sistem penyiraman otomatis yang dapat menyesuaikan penyiraman dengan kondisi kelembapan tanah secara real-time, sehingga air digunakan secara efisien dan produktivitas tanaman dapat ditingkatkan.

Teknologi mikrokontroler memungkinkan berbagai perangkat elektronik bekerja secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Dalam sistem Smart Garden, sensor kelembapan tanah digunakan untuk mendeteksi kondisi tanah dan mengirimkan data ke Arduino Uno. Selanjutnya, Arduino Uno mengolah data tersebut dan mengendalikan relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air sesuai dengan tingkat kelembapan tanah yang terdeteksi. (Saskia Eka Cahyani et al., 2023). Dengan mekanisme ini, proses penyiraman dapat dikontrol berdasarkan kondisi aktual tanaman, bukan perkiraan manusia, sehingga efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan secara signifikan. Perkembangan teknologi mikrokontroler telah membuka peluang besar dalam penerapan sistem

pertanian yang lebih efisien dan modern. Teknologi ini memungkinkan berbagai perangkat elektronik bekerja secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Dalam bidang pertanian, penggunaan mikrokontroler seperti Arduino Uno dapat membantu proses penyiraman tanaman berdasarkan kondisi kelembapan tanah sehingga penggunaan air menjadi lebih efektif dan efisien (Dewanto et al., 2024). Dalam konteks pertanian, Teknologi mikrokontroler dapat digunakan untuk menciptakan sistem penyiraman otomatis yang mampu membaca kondisi lingkungan seperti kelembapan tanah, suhu, dan kebutuhan air tanaman (Rahman & Akbar, 2024). kemudian mengatur proses penyiraman berdasarkan data tersebut. Penerapan konsep ini dikenal sebagai Smart Garden, yaitu sistem kebun cerdas yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan aktuator seperti pompa air untuk mengatur penyiraman secara otomatis dan efisien sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Sistem Smart Garden bekerja dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air yang dibutuhkan tanaman. Ketika tanah dalam kondisi kering atau kelembapannya berada di bawah ambang batas tertentu, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman. Ketika kelembapan tanah sudah mencapai nilai yang sesuai, sistem akan menghentikan aliran air. Dengan cara ini, penggunaan air menjadi lebih efisien karena hanya diberikan saat tanaman benar-benar memerlukannya. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh (Firmansyah, 2024) menunjukkan bahwa penerapan sistem Smart Garden dapat meningkatkan hasil panen hingga 34,9% dan mengurangi penggunaan air hingga hampir 48% dibanding metode konvensional. Dalam sistem Smart Garden, komponen utama yang berperan sebagai pengendali adalah mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno memiliki kemampuan membaca data dari sensor dan mengendalikan perangkat lain seperti pompa air atau motor servo. Arduino dipilih karena bersifat open-source, mudah diprogram, dan memiliki kompatibilitas tinggi dengan berbagai jenis sensor. Arduino Uno berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses informasi dari sensor kelembapan tanah dan memberikan perintah kepada aktuator untuk menyalakan atau mematikan pompa air sesuai kebutuhan. Dengan sistem ini, penyiraman dapat berjalan otomatis tanpa pengawasan langsung, sekaligus mengurangi risiko pemborosan air (Sari et al., 2024).

Penerapan teknologi Arduino dalam sistem Smart Garden tidak hanya membantu menghemat air, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia. Melalui pengaturan otomatis, petani dapat meminimalkan waktu dan tenaga yang diperlukan untuk penyiraman, terutama di lahan yang luas atau sulit dijangkau. Penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pertumbuhan tanaman. Misalnya, (Rahman & Akbar, 2024) menemukan bahwa sistem berbasis Arduino Uno dan sensor kelembapan tanah mampu mengurangi pemborosan air hingga 35% dibanding penyiraman manual. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman & Akbar, 2024) dan (Yusuf & Suryono, 2025) telah berhasil merancang sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino. Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum menganalisis secara kuantitatif tingkat efisiensi penggunaan air yang dihasilkan sistem pada skala taman kecil atau rumah tangga. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengukuran efisiensi penggunaan air secara nyata pada taman mini dengan sistem Smart Garden berbasis arduino uno. Penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno. Namun, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada perancangan sistem dan belum mengevaluasi penggunaan air berdasarkan kondisi kelembapan tanah melalui pengukuran volume air yang digunakan pada setiap proses penyiraman. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem penyiraman otomatis sekaligus analisis penggunaan air pada skala taman mini.

Selain diterapkan pada lahan pertanian, sistem Smart Garden ini juga sangat relevan digunakan di lingkungan kampus. Banyak taman dan area hijau di kampus yang masih disiram secara manual oleh petugas kebersihan, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan air dan tenaga. Dengan menerapkan sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino UNO, kampus dapat menghemat air, mengurangi biaya operasional, serta mendukung program penghijauan dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi media pembelajaran praktis bagi mahasiswa dalam mengaplikasikan penyiraman otomatis berbasis Arduino UNO di bidang pertanian cerdas. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem Smart Garden dengan mikrokontroler Arduino Uno merupakan solusi tepat untuk mengoptimalkan penggunaan air pada lahan pertanian atau di taman. Melalui pengukuran kelembapan tanah secara otomatis, sistem ini mampu menyalakan atau mematikan pompa air sesuai kebutuhan tanaman. Dengan demikian, air digunakan secara efisien, produktivitas tanaman meningkat, dan ketergantungan terhadap metode manual dapat dikurangi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam penerapan teknologi pertanian cerdas (smart garden) yang berkelanjutan, efisien, serta ramah lingkungan, khususnya pada skala kecil seperti taman atau kebun kampus.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk merancang dan menguji sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno yang memanfaatkan sensor kelembapan tanah, relay, dan pompa air DC untuk penyiraman

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12182>

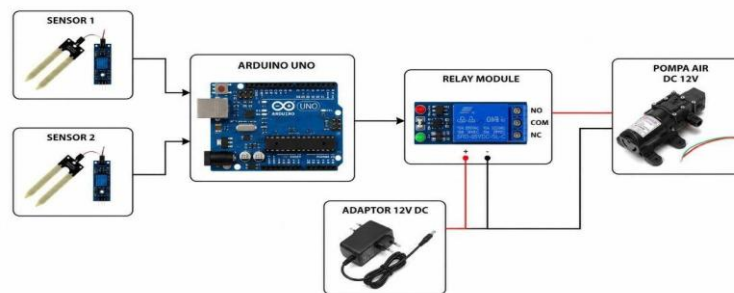
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

otomatis. Sistem bekerja dengan mendeteksi tingkat kelembapan tanah, kemudian mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika kondisi tanah berada di bawah batas kelembapan yang ditentukan. Penelitian dilaksanakan di taman Universitas Bina Bangsa Getsempena, Banda Aceh. Pengujian dilakukan pada kondisi tanah kering, lembap, dan basah untuk mengamati respons sensor serta kinerja sistem penyiraman otomatis. Alat yang digunakan meliputi laptop, Arduino Uno, sensor kelembapan tanah, relay module, pompa air DC 12 V, kabel jumper, dan breadboard. Bahan yang digunakan berupa tanaman, media tanam (tanah dan kompos), selang air, serta wadah penampungan air. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, pencatatan nilai kelembapan tanah dari Serial Monitor Arduino IDE, frekuensi penyiraman, waktu penyiraman, dan volume air yang digunakan. Data didukung dengan dokumentasi serta validasi melalui perbandingan hasil pembacaan sensor dan pengamatan manual. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil penyiraman otomatis dan manual, mengevaluasi konsistensi pembacaan sensor, serta menilai efisiensi penggunaan air. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian deskriptif untuk mengetahui efektivitas sistem dalam menjaga kelembapan tanah dan mengoptimalkan penggunaan air.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambaran Umum

Sistem Smart Garden merupakan sistem penyiraman tanaman otomatis yang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama untuk memproses data dari dua sensor kelembapan tanah dan mengontrol pompa air melalui relay. Sistem bekerja ketika sensor membaca kondisi kelembapan tanah, kemudian Arduino Uno memproses data tersebut. Apabila nilai kelembapan tanah berada di bawah batas yang telah ditentukan, Arduino mengaktifkan relay sehingga pompa air menyala dan melakukan penyiraman tanaman secara otomatis. Sebaliknya, apabila kondisi tanah masih lembap atau basah, relay tetap tidak aktif sehingga pompa air tidak menyala. Komponen utama sistem meliputi Arduino Uno, dua sensor kelembapan tanah, relay, adaptor sebagai sumber daya pompa air, dan pompa air. Seluruh komponen bekerja secara terintegrasi sehingga sistem mampu mendeteksi tingkat kelembapan tanah dan melakukan penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kebutuhan.



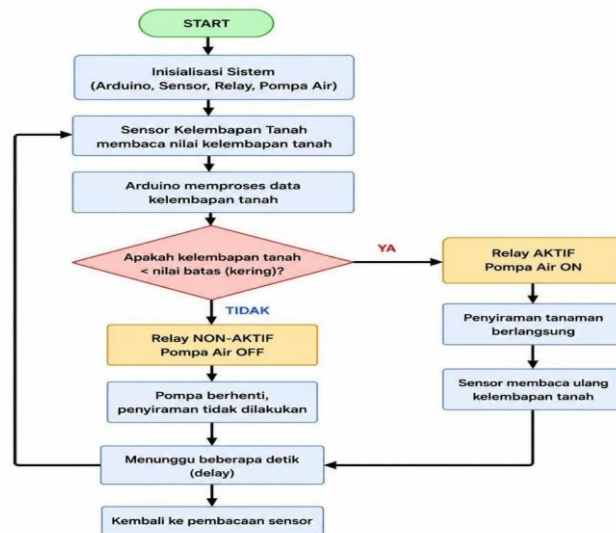
Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Perancangan Dan Implementasi Sistem

Perancangan Sistem

Perancangan sistem Smart Garden bertujuan untuk merancang suatu sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu bekerja secara efisien berdasarkan kondisi kelembapan tanah. Sistem ini dirancang untuk membantu proses perawatan tanaman agar tidak lagi dilakukan secara manual, sehingga penggunaan air menjadi lebih hemat dan penyiraman dapat dilakukan secara tepat sesuai kebutuhan tanaman. Sistem Smart Garden bekerja berdasarkan pembacaan dua sensor kelembapan tanah yang mendeteksi kondisi media tanam secara real-time. Nilai dari kedua sensor kemudian dirata-ratakan dan dikirimkan ke Arduino Uno untuk diproses sebagai pusat pengendali sistem. Apabila tanah terdeteksi kering, maka Arduino akan mengaktifkan relay sehingga pompa air menyala dan melakukan proses penyiraman secara otomatis. Sebaliknya, apabila kondisi tanah masih lembap, maka relay tidak diaktifkan sehingga pompa air tetap dalam keadaan mati. Sistem Smart Garden menggunakan dua sensor kelembapan tanah yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi tanah pada area tanaman. Nilai pembacaan kedua sensor diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan kondisi tanah dan mengendalikan pompa air secara otomatis.

Diagram Alur Sistem Smart Garden

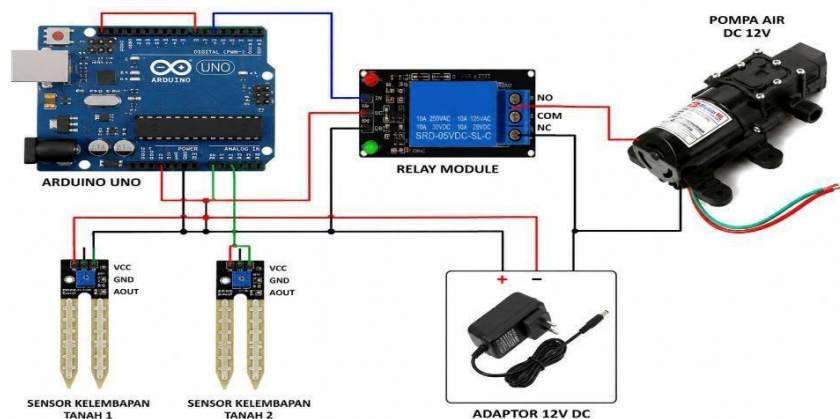


Gambar 2 Diagram Alur Sistem Smart Garden

Implementasi Hardware

Implementasi hardware dilakukan dengan merakit seluruh komponen utama yang digunakan pada sistem Smart Garden berbasis arduino uno. Komponen yang digunakan meliputi Arduino Uno, dua sensor kelembapan tanah, relay module, pompa air DC 12 volt, kabel jumper, breadboard, adaptor 12 volt sebagai sumber daya pompa air, serta sumber daya listrik. Seluruh komponen dirangkai sesuai dengan desain sistem yang telah dibuat sebelumnya.

Gambar Diagram Sistem



Gambar 3 Diagram Sistem

Gambar 3 menunjukkan rangkaian sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno yang digunakan pada penelitian ini. Sistem terdiri dari Arduino Uno sebagai pusat pengendali, dua sensor kelembapan tanah sebagai perangkat masukan (input), modul relay sebagai pengendali arus listrik, pompa air mini sebagai aktuator penyiraman, serta adaptor 12 volt sebagai sumber daya pompa air. Kedua sensor kelembapan tanah dihubungkan ke pin analog Arduino Uno untuk mendeteksi kondisi kelembapan tanah pada dua titik pengukuran yang berbeda.

Data hasil pembacaan sensor diproses oleh Arduino Uno, kemudian dibandingkan dengan nilai ambang yang telah ditentukan. Apabila kondisi tanah terdeteksi kering, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal ke modul relay sehingga relay aktif dan pompa air menyala untuk melakukan penyiraman tanaman secara

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12182>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

otomatis. Sebaliknya, ketika tanah telah mencapai kondisi lembap atau basah, Arduino Uno akan menonaktifkan relay sehingga pompa air berhenti bekerja. Dengan rangkaian tersebut, sistem mampu melakukan penyiraman tanaman secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembapan tanah sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

Tabel 1 Koneksi Pin Arduino UNO Dengan Komponen Sistem

NO	Komponen	Pin	Pin Arduino Uno
Komponen			
1.	Sensor Kelembapan Tanah 1	VCC	5V Arduino UNO
2.	Sensor Kelembapan Tanah 1	GND	GND Arduino UNO
3.	Sensor Kelembapan Tanah 1	AO	A0 Arduino UNO
4.	Sensor Kelembapan Tanah 2	VCC	5V Arduino UNO
5.	Sensor Kelembapan Tanah 2	GND	GND Arduino UNO
6.	Sensor Kelembapan Tanah 2	AO	A1 Arduino UNO
7.	Relay Module	VCC	5V Arduino UNO
8.	Relay Module	GND	GND Arduino UNO
9.	Relay Module	IN	D8 Arduino UNO
10.	Pompa Air DC 12 v	Positif (+)	NO Relay
11.	Pompa Air DC 12 v	Negatif(-)	(-) Adaptor 12 v
12.	Adaptor 12 v	Positif (+)	COM Relay
13.	Adaptor 12 v	Negatif(-)	(-) Pompa Air

Berdasarkan Tabel 1, Sensor kelembapan tanah pertama dihubungkan ke pin analog A0 dan sensor kelembapan tanah kedua dihubungkan ke pin analog A1 pada Arduino Uno. Relay module dihubungkan ke pin digital D8 untuk mengontrol pompa air secara otomatis. Pompa air memperoleh sumber daya dari adaptor 12 volt yang dihubungkan melalui relay. Ketika relay aktif, arus listrik dari adaptor 12 volt mengalir ke pompa air sehingga pompa dapat melakukan penyiraman secara otomatis.

Berdasarkan hasil implementasi hardware yang telah dilakukan, seluruh komponen dapat bekerja dengan baik sesuai fungsi masing-masing. Kedua sensor kelembapan tanah mampu membaca kondisi tanah secara real-time pada area pengukuran yang berbeda. Arduino Uno berhasil memproses data dari kedua sensor dan mengendalikan relay secara otomatis. Relay dan pompa air dapat bekerja dengan baik untuk melakukan penyiraman ketika kondisi tanah berada dalam keadaan kering.

Implementasi Software

Implementasi software dilakukan dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai media pemrograman mikrokontroler Arduino Uno. Program dibuat menggunakan bahasa pemrograman C/C++ untuk mengatur proses pembacaan sensor, pengolahan data, dan pengendalian relay serta pompa air (Sari et al., 2024).

Program kemudian diunggah ke Arduino Uno sehingga sistem dapat dijalankan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Program dirancang agar Arduino Uno membaca nilai kelembapan tanah dari dua sensor secara terus-menerus. Data hasil pembacaan sensor kemudian dihitung nilai rata-ratanya dan dibandingkan dengan nilai ambang yang telah ditentukan. Nilai rata-rata menunjukkan kondisi tanah kering, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal HIGH ke relay sehingga pompa air menyala secara otomatis. Sebaliknya, apabila tanah berada pada kondisi lembap atau basah, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal LOW sehingga relay tidak aktif dan pompa air berhenti bekerja.

Arduino Uno akan membaca nilai kelembapan tanah secara terus-menerus melalui sensor. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses untuk menentukan kondisi tanah dalam keadaan kering, lembap, atau basah berdasarkan nilai kelembapan yang diperoleh dari kedua sensor. Sistem menggunakan struktur percabangan (if-else) untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan (Kumar et al., 2021). Selain mengendalikan proses penyiraman, program juga menampilkan hasil pembacaan kedua sensor melalui Serial Monitor pada Arduino IDE untuk memudahkan proses pemantauan dan pengujian sistem. Implementasi software mampu mendukung kerja sistem Smart Garden dalam melakukan penyiraman tanaman secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembapan tanah.

```
1 // SMART GARDEN INSAN MAHTUAH (Kamus Kampus UIR)
2
3
4
5 // Pin konfigurasi
6 const int sensor1 = A0;
7 const int sensor2 = A1;
8
9 // Pin konfigurasi relay
10 const int relayPin = 8;
11
12 // Nilai ambang batas kering
13 const int batasKering = 400;
14
15 void setup() {
16   pinMode(relayPin, OUTPUT);
17   digitalWrite(relayPin, LOW);
18   Serial.begin(9600);
19   Serial.println("=== SMART GARDEN ===");
20 }
21
22 void loop() {
23
24   // Read sensor data
25   int nilai1 = analogRead(sensor1);
26   int nilai2 = analogRead(sensor2);
27
28   // Calculate average
29   int rataRata = (nilai1 + nilai2) / 2;
30
31   // Print sensor data
32   Serial.print("Sensor 1 : ");
33   Serial.print(nilai1);
34   Serial.print(" | Sensor 2 : ");
35   Serial.print(nilai2);
36
37   // Print average
38   Serial.print(" | Rata-rata : ");
39   Serial.print(rataRata);
40
41   // Decision making
42   if (rataRata >= 400) {
43     digitalWrite(relayPin, HIGH);
44     Serial.println(" ---> TANAH KERING | POMPA HIDUP");
45   }
46   else if (rataRata >= 200) {
47     digitalWrite(relayPin, LOW);
48     Serial.println(" ---> TANAH LEMBAP | POMPA MATI");
49   }
50   else {
51     digitalWrite(relayPin, LOW);
52     Serial.println(" ---> TANAH BASAH | POMPA MATI");
53   }
54
55   delay(1000);
56 }
```

Gambar 4 Program Arduino Uno Sistem Smart Garden

Gambar 4 menunjukkan tampilan program yang digunakan pada sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno. Program diawali dengan pendefinisian pin sensor kelembapan tanah dan relay, kemudian dilanjutkan dengan proses pembacaan data dari kedua sensor. Nilai yang diperoleh dihitung menjadi nilai rata-rata sebagai dasar pengambilan keputusan menggunakan struktur percabangan (if-else). Selanjutnya, Arduino Uno mengirimkan sinyal ke relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air sesuai dengan kondisi kelembapan tanah. Selain itu, hasil pembacaan sensor juga ditampilkan pada Serial Monitor sebagai media pemantauan selama proses pengujian.

Implementasi Sensor Kelembapan Tanah

Implementasi sensor kelembapan tanah dilakukan dengan memasang sensor pada media tanam di sekitar area akar tanaman. Sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mendeteksi kadar air yang terdapat di dalam tanah dan mengirimkan data hasil pembacaan ke Arduino Uno secara real-time (Hidayat et al., 2022). Implementasi sensor kelembapan tanah dilakukan dengan memasang dua sensor pada media tanam di sekitar area akar tanaman. Sensor berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah secara real time dan mengirimkan data hasil pembacaan ke Arduino Uno melalui pin analog. Penggunaan dua sensor bertujuan untuk memperoleh data kelembapan tanah dari dua titik pengukuran sehingga kondisi tanah dapat diketahui dengan lebih akurat.

Data yang diperoleh dari kedua sensor kemudian diproses oleh Arduino Uno dengan menghitung nilai rata-

ratanya sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proses penyiraman otomatis. Apabila nilai rata-rata sensor menunjukkan kondisi tanah kering, Arduino Uno akan mengaktifkan relay sehingga pompa air menyala. Sebaliknya, apabila kondisi tanah telah lembap atau basah, relay akan dinonaktifkan sehingga pompa air berhenti bekerja. Dengan demikian, sensor kelembapan tanah berperan sebagai perangkat input utama yang menentukan proses penyiraman pada sistem Smart Garden.



Gambar 5 Implementasi Sensor Kelembapan Tanah

Gambar 5 menunjukkan pemasangan dua sensor kelembapan tanah pada media tanam sebagai perangkat input dalam sistem Smart Garden. Kedua sensor ditempatkan pada dua titik pengukuran yang berbeda untuk memperoleh data kelembapan tanah secara lebih akurat.

Data hasil pembacaan sensor selanjutnya dikirimkan ke Arduino Uno sebagai dasar pengendalian relay dan pompa air dalam proses penyiraman otomatis. Hasil implementasi sensor kelembapan tanah menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kondisi tanah dengan baik dan memberikan data pembacaan yang stabil kepada Arduino Uno.

Implementasi Relay dan Pompa Air

Implementasi relay dan pompa air dilakukan sebagai bagian utama dalam proses penyiraman otomatis pada sistem Smart Garden. Relay digunakan sebagai saklar otomatis yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik menuju pompa air berdasarkan perintah dari Arduino Uno (Hidayat & T., 2023). Relay dihubungkan ke pin digital Arduino Uno, sedangkan pompa air dihubungkan ke relay dan sumber daya listrik. Ketika sensor kelembapan tanah mendeteksi kondisi tanah kering, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal ke relay untuk mengaktifkan pompa air. Setelah relay aktif, pompa air akan menyala dan mengalirkan air dari wadah penampungan menuju tanaman melalui selang air.

Pompa air pada sistem ini menggunakan sumber daya terpisah yang berasal dari adaptor 12 volt. Penggunaan sumber daya terpisah bertujuan agar pompa air memperoleh tegangan yang stabil sehingga dapat bekerja dengan optimal tanpa membebani satu daya Arduino Uno. Relay berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus dari adaptor 12 volt menuju pompa air sesuai perintah yang diberikan oleh Arduino Uno. Kondisi tanah telah mencapai tingkat kelembapan yang ditentukan, Arduino Uno akan mematikan relay sehingga pompa air berhenti bekerja secara otomatis. Proses ini membuat sistem mampu melakukan penyiraman tanaman tanpa perlu dilakukan secara manual. Pada tahap implementasi, relay dan pompa air diuji untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik tanpa gangguan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa relay mampu merespons perintah dari Arduino Uno dengan baik dan pompa air dapat menyala maupun mati secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah.



Gambar 6 Implementasi Pompa Air

Gambar 6 menunjukkan implementasi relay dan pompa air pada sistem Smart Garden. Relay digunakan untuk mengontrol pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor. Ketika relay aktif, pompa air akan menyala dan mengalirkan air menuju tanaman melalui selang penyiraman. Hasil implementasi relay dan pompa air menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan proses penyiraman tanaman secara otomatis ketika kondisi tanah berada dalam keadaan kering. Relay mampu merespons perintah dari Arduino Uno dengan baik, sedangkan pompa air dapat bekerja secara stabil untuk mengalirkan air ke area tanaman sesuai kebutuhan penyiraman.

Pengujian Sistem

Setelah tahap implementasi sistem selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap seluruh komponen yang terdapat pada sistem Smart Garden. Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui apakah setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang serta memastikan bahwa sistem penyiraman otomatis mampu beroperasi dengan baik berdasarkan kondisi kelembapan tanah. Pengujian dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengujian sensor kelembapan tanah, relay, dan pompa air, kemudian dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan sistem. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap respons sistem dalam mendeteksi perubahan kondisi kelembapan tanah dan memberikan tindakan penyiraman secara otomatis. Hasil pengujian selanjutnya disajikan dalam beberapa subbab yang meliputi pengujian sensor kelembapan tanah, pengujian relay dan pompa air, pengujian keseluruhan sistem, serta analisis penggunaan air pada metode penyiraman otomatis dan penyiraman manual. Pada penelitian ini, sistem Smart Garden menggunakan dua sensor kelembapan tanah yang ditempatkan pada titik pengukuran yang berbeda. Data

dari kedua sensor diproses oleh Arduino Uno dengan menghitung nilai rata-ratanya untuk menentukan kondisi tanah. Berdasarkan hasil pengujian, kondisi tanah kering memiliki nilai rata-rata sensor pada rentang 440–454, kondisi tanah lembap berada pada rentang 275–277, sedangkan kondisi tanah basah berada pada rentang 189–195. Data tersebut digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara otomatis. Pengujian sistem dilakukan selama 5 hari, Pada setiap sesi pengujian dilakukan pengamatan terhadap kondisi tanah kering, lembap, dan basah untuk mengetahui respons sensor kelembapan tanah, relay, dan pompa air terhadap perubahan kondisi tanah. Data hasil pembacaan sensor diperoleh melalui Serial Monitor Arduino IDE dan digunakan untuk menganalisis kinerja sistem pada berbagai kondisi kelembapan tanah. Data yang disajikan pada penelitian ini merupakan hasil pengamatan yang dilakukan selama periode pengujian dan digunakan sebagai representasi kinerja sistem dalam mendeteksi kondisi tanah kering, lembap, dan basah.

Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan kadar air pada media tanam. Pengujian dilakukan pada tiga kondisi tanah, yaitu kering, lembap, dan basah. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan melalui Serial Monitor Arduino IDE.

1). Pengujian Kondisi Tanah Kering

Tabel 2 Pengujian Kondisi Tanah Kering

Penyiraman	Sensor 1	Sensor 2	Rata-Rata	Status Pompa
Pengujian 1	432	449	440	ON

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12182>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Pengujian 2	445	463	454	ON
Pengujian 3	445	464	454	ON
Pengujian 4	445	464	454	ON
Pengujian 5	444	464	454	ON
Pengujian 6	445	463	454	ON
Pengujian 7	444	464	454	ON
Pengujian 8	433	449	440	ON
Pengujian 9	448	442	445	ON
Pengujian10	452	438	445	ON

Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian sebanyak 10 kali pada kondisi tanah kering menunjukkan nilai pembacaan sensor berada pada rentang 440–454 dengan nilai rata-rata sebesar 449,4. Nilai tersebut berada di atas batas kering yang telah ditetapkan 400, sehingga sistem mengidentifikasi kondisi tanah sebagai kering dan mengaktifkan pompa air secara otomatis. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem Smart Garden mampu mendeteksi kondisi tanah yang membutuhkan penyiraman sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

2). Pengujian Kondisi Tanah Lembap

Tabel 3 Pengujian Kondisi Tanah Lembap

Penyiraman	Sensor 1	Sensor 2	Rata-Rata	Status Pompa
Pengujian 1	265	285	275	OFF
Pengujian 2	266	286	276	OFF
Pengujian 3	267	287	276	OFF
Pengujian 4	265	285	275	OFF
Pengujian 5	265	285	276	OFF
Pengujian 6	267	287	276	OFF
Pengujian 7	290	292	291	OFF
Pengujian 8	288	290	289	OFF
Pengujian 9	300	298	299	OFF
Pengujian10	278	282	280	OFF

Berdasarkan Tabel 3 hasil pengujian sebanyak 10 kali pada kondisi tanah lembap menunjukkan nilai pembacaan sensor berada pada rentang 275–299 dengan nilai rata-rata sebesar 281,3. Nilai tersebut berada di bawah batas kering yang telah ditetapkan 400, sehingga sistem mengidentifikasi kondisi tanah sebagai lembap dan pompa air tetap berada dalam keadaan mati (OFF). Hasil ini menunjukkan bahwa sistem Smart Garden mampu mendeteksi kondisi tanah lembap dengan baik sehingga penyiraman tidak dilakukan karena kelembapan tanah masih mencukupi.

3). Pengujian Kondisi Tanah Basah

Tabel 4 Hasil Pengujian Kondisi Tanah Basah

Penyiraman	Sensor 1	Sensor 2	Rata-Rata	Status Pompa
Penyiraman 1	189	190	189	OFF
Penyiraman 2	177	179	178	OFF
Penyiraman 3	191	193	192	OFF
Penyiraman 4	188	190	189	OFF
Penyiraman 5	185	187	186	OFF
Penyiraman 6	182	184	183	OFF
Penyiraman 7	179	181	180	OFF
Penyiraman 8	170	172	171	OFF

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12182>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Penyiraman 9	176	178	174	OFF
Penyiraman 10	185	187	186	OFF

Berdasarkan Tabel 4 hasil pengujian sebanyak 10 kali pada kondisi tanah basah menunjukkan nilai pembacaan sensor berada pada rentang 171–192 dengan nilai rata-rata sebesar 182,8. Nilai tersebut berada jauh di bawah batas kering yang telah ditetapkan 400, sehingga sistem mengidentifikasi kondisi tanah sebagai basah dan pompa air tetap berada dalam keadaan mati (OFF). Hasil ini menunjukkan bahwa sistem Smart Garden mampu mendeteksi kondisi tanah basah dengan baik sehingga penyiraman tidak dilakukan karena kandungan air pada tanah masih mencukupi.

Grafik Perbandingan Rata-rata Nilai Sensor Kelembapan Tanah



Grafik di atas menunjukkan rata-rata nilai sensor pada kondisi tanah kering sebesar 449,4, tanah lembap sebesar 281,3, dan tanah basah sebesar 182,8. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor kelembapan tanah mampu membedakan kondisi tanah dengan baik sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengendalian penyiraman otomatis.

4). Ringkasan Hasil Pengujian

Tabel 5 Ringkasan Hasil Pengujian

No	Kondisi Tanah	Rentang Nilai Rata-Rata	Rata-Rata Nilai Keseluruhan	Kondisi Pompa
1	Kering	440–454	449,4	ON
2	Lembap	275–299	281,3	OFF
3	Basah	171–192	182,8	OFF

Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata sensor pada kondisi tanah kering berada pada rentang 440–454 dengan rata-rata keseluruhan sebesar 449,4 sehingga pompa air menyala (ON). Pada kondisi tanah lembap, nilai rata-rata sensor berada pada rentang 275–299 dengan rata-rata keseluruhan sebesar 281,3 dan pompa air tetap mati (OFF). Sementara itu, pada kondisi tanah basah nilai rata-rata sensor berada pada rentang 171–192 dengan rata-rata keseluruhan sebesar 182,8 dan pompa air juga dalam keadaan mati (OFF). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi tanah kering, lembap, dan basah dengan baik serta mengaktifkan pompa air secara otomatis hanya ketika tanah berada dalam kondisi kering. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ambang (threshold) sebesar 400 yang digunakan pada sistem mampu membedakan kondisi tanah kering, lembap, dan basah dengan baik. Nilai tersebut menjadi acuan Arduino

Uno dalam mengendalikan relay sehingga pompa air hanya aktif ketika tanaman benar-benar membutuhkan penyiraman. Hasil pengujian sebanyak 10 kali pada setiap kondisi tanah, diperoleh nilai pembacaan sensor yang konsisten dengan rata-rata sebesar 449,4 pada tanah kering, 281,3 pada tanah lembap, dan 182,8 pada tanah basah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dua sensor kelembapan tanah mampu membedakan setiap kondisi tanah dengan baik sehingga data yang diperoleh dinyatakan valid dan dapat digunakan sebagai dasar pengendalian penyiraman otomatis serta analisis efisiensi penggunaan air pada penelitian ini.

Pengujian Relay Dan Pompa Air

Pengujian relay dan pompa air dilakukan untuk memastikan bahwa relay mampu mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor. Pada pengujian ini, relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan dan memutuskan arus listrik dari charger USB menuju pompa air sesuai perintah yang diberikan oleh Arduino Uno.

Tabel 6 Pengujian Relay Dan Pompa Air

No	Kondisi Tanah	Sensor 1	Sensor 2	Rata-Rata	Status Relay	Status Pompa
1	Kering	432	449	440	Aktif	Menyala
2	Lembap	275	299	275	Tidak Aktif	Mati
3	Basah	189	190	189	Tidak Aktif	Mati

Berdasarkan Tabel 6 relay dan pompa air dapat bekerja sesuai dengan kondisi kelembapan tanah yang dideteksi oleh sensor. Pada kondisi tanah kering, relay berada dalam keadaan aktif sehingga pompa air menyala untuk melakukan penyiraman secara otomatis. Sebaliknya, pada kondisi tanah lembap dan basah, relay tidak aktif sehingga pompa air tetap dalam keadaan mati.



Gambar 7 Pompa Air

Gambar 7 menunjukkan proses pengujian relay dan pompa air pada sistem Smart Garden. Relay berfungsi mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah yang dideteksi oleh sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa relay mampu merespons perintah dari Arduino Uno dengan baik berdasarkan data yang diperoleh dari kedua sensor kelembapan tanah. Dengan demikian, relay dan pompa air berhasil menjalankan fungsinya sebagai komponen output dalam sistem Smart Garden dan mampu mendukung proses penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem Smart Garden secara menyeluruh setelah seluruh komponen dirangkai dan diprogram. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor kelembapan tanah, Arduino Uno, relay, dan pompa air dapat bekerja secara terintegrasi dalam melakukan proses penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah. Pada pengujian ini, sensor ditempatkan pada media tanam dengan kondisi tanah, yaitu kering, lembap, dan basah.

Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan kondisi tanah dan mengendalikan relay serta pompa air sesuai dengan program yang telah dibuat.

Tabel 7 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Kondisi Tanah	Status Relay	Status Pompa	Hasil
1	Kering	Aktif	Menyala	Berhasil
2	Lembap	Tidak Aktif	Mati	Berhasil
3	Basah	Tidak Aktif	Mati	Berhasil



Gambar 8 Pengujian Keseluruhan Sistem Smart Garden

Gambar 8 menunjukkan proses pengujian keseluruhan sistem Smart Garden yang terdiri dari sensor kelembapan tanah, Arduino Uno, relay, dan pompa air yang bekerja secara terintegrasi. Berdasarkan Tabel 7 hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen pada sistem Smart Garden dapat bekerja secara baik. Sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi kondisi tanah dan mengirimkan data ke Arduino Uno untuk diproses. Data dari kedua sensor kemudian dihitung nilai rata-ratanya sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengendalikan relay dan pompa air.

Pada kondisi tanah kering, nilai rata-rata sensor sebesar 449,4 sehingga relay aktif dan pompa air menyala secara otomatis. Sebaliknya, pada kondisi tanah lembap dan basah, nilai rata-rata sensor masing-masing sebesar 281,3 dan 182,8 sehingga relay tidak aktif dan pompa air tetap dalam keadaan mati. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem Smart Garden mampu menjalankan proses penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah. Dengan demikian, seluruh komponen yang terdiri dari sensor kelembapan tanah, Arduino Uno, relay, dan pompa air telah terintegrasi dengan baik serta mampu bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

Pengujian Efisiensi Penggunaan Air

Pengujian efisiensi penggunaan air dilakukan untuk mengetahui perbedaan penggunaan air antara sistem penyiraman otomatis dan penyiraman manual. Pengujian dilakukan selama lima hari dengan dua kali penyiraman setiap hari. Pada setiap pengujian digunakan volume air awal yang sama, kemudian diukur volume air yang keluar selama proses penyiraman serta volume air yang tersisa setelah penyiraman selesai. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisis tingkat efisiensi penggunaan air pada sistem penyiraman otomatis dibandingkan dengan penyiraman manual.

Perbandingan Penyiraman Manual dan Otomatis

Pengujian efisiensi penggunaan air dilakukan dengan membandingkan metode penyiraman manual dan penyiraman otomatis. Pada masing-masing metode digunakan volume air awal sebesar 2 Liter yang diukur menggunakan gelas ukur. Setelah proses penyiraman selesai, sisa air diukur kembali untuk mengetahui jumlah air yang digunakan selama proses penyiraman.



Gambar 9 Sisa Volume Air penyiraman Otomatis

Gambar 9 menunjukkan proses pengukuran sisa volume air setelah penyiraman otomatis menggunakan gelas ukur. Setelah pompa air berhenti bekerja, volume air yang masih tersisa di dalam wadah diukur, kemudian dibandingkan dengan volume air awal untuk memperoleh volume air yang telah digunakan selama proses penyiraman. Selisih antara volume air awal dan volume air sisa digunakan sebagai dasar perhitungan volume air keluar pada sistem penyiraman otomatis.



Gambar 10 Sisa Volume Air Penyiraman Manual

Gambar 10 menunjukkan proses pengukuran sisa volume air setelah penyiraman manual menggunakan gelas ukur. Setelah proses penyiraman selesai, volume air yang masih tersisa di dalam wadah diukur dan dibandingkan dengan volume air awal. Selisih antara volume air awal dan volume air sisa digunakan untuk menentukan volume air keluar pada metode penyiraman manual sehingga dapat dibandingkan dengan hasil penyiraman otomatis.

Hasil Penggunaan Air

1. Hasil Penggunaan Air Sistem Penyiraman Otomatis

Tabel 8 Hasil Penggunaan Air Sistem Penyiraman Otomatis

Penyiraman	Volume Awal	Volume Sisa Air	Volume Keluar Air
Pertama	2 Liter	1,400 L	600 ml
Kedua	2 Liter	1,300 L	700 ml
Ketiga	2 Liter	1,150 L	850 ml
Keempat	2 Liter	1,200 L	800 ml
Kelima	2 Liter	1,250 L	750 ml
Keenam	2 Liter	1,100 L	900 ml

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12182>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Ketujuh	2 Liter	1,250 L	750 ml
Kedelapan	2 Liter	1,400 L	600 ml
Kesembilan	2 Liter	1,300 L	700 ml
Kesepuluh	2 Liter	1,100 L	900 ml

Penjelasan Tabel 8 hasil pengujian penggunaan air pada sistem penyiraman otomatis yang dilakukan sebanyak 10 kali menunjukkan bahwa setiap pengujian menggunakan volume awal air sebesar 2 liter. Volume sisa air setelah penyiraman berada pada rentang 1,100–1,400 liter, sedangkan volume air yang digunakan berkisar antara 600–900 ml pada setiap pengujian. Total penggunaan air selama 10 kali pengujian adalah 7,55 liter dengan rata-rata penggunaan air sebesar 755 ml pada setiap penyiraman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem Smart Garden mampu mengontrol penggunaan air secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembapan tanah sehingga penyiraman dilakukan secara efisien tanpa menggunakan air secara berlebihan.

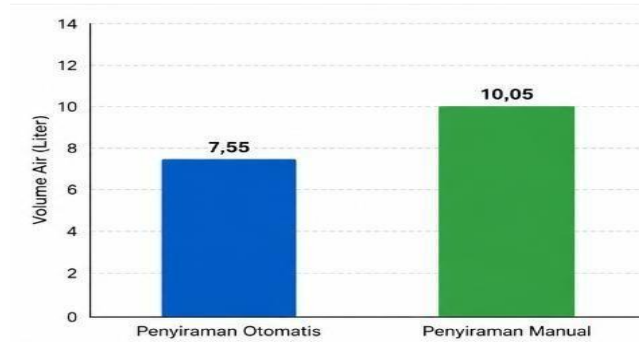
2. Hasil Penggunaan Air Penyiraman Manual

Tabel 9 Hasil Penggunaan Air Penyiraman Manual

Penyiraman	Volume Awal	Volume Sisa	Volume Keluar
		Air	Air
Pertama	2 Liter	1,100 L	900 ML
Kedua	2 Liter	1,000 L	1,000 L
Ketiga	2 Liter	900 ML	1,100 L
Keempat	2 Liter	1,200 L	800 ML
Kelima	2 Liter	800 ML	1,200 L
Keenam	2 Liter	950 ML	1,050 L
Ketujuh	2 Liter	1,100 L	900 ML
Kedelapan	2 Liter	900 ML	1,100 L
Kesembilan	2 Liter	800 ML	1,200 L
Kesepuluh	2 Liter	1,200 L	800 ML

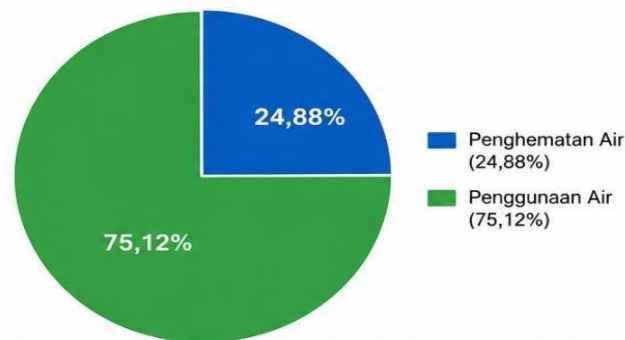
Berdasarkan Tabel 9 hasil pengujian penggunaan air pada penyiraman manual yang dilakukan sebanyak 10 kali menunjukkan bahwa setiap pengujian menggunakan volume awal air sebesar 2 liter. Volume sisa air setelah penyiraman berada pada rentang 800 ml–1,200 liter, sedangkan volume air yang digunakan berkisar antara 800 ml–1,200 liter pada setiap pengujian. Total penggunaan air selama 10 kali pengujian adalah 10,05 liter dengan rata-rata penggunaan air sebesar 1,005 liter pada setiap penyiraman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyiraman manual cenderung menggunakan air lebih banyak karena proses penyiraman dilakukan berdasarkan perkiraan pengguna tanpa memperhatikan kondisi kelembapan tanah secara langsung.

Grafik Perbandingan Penggunaan Air



Grafik di atas memperlihatkan bahwa total penggunaan air pada sistem penyiraman otomatis sebesar 7,55 liter, sedangkan penyiraman manual sebesar 10,05 liter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis menggunakan air lebih sedikit dibandingkan penyiraman manual.

Grafik Persentase Efisiensi Penggunaan Air



Dari hasil yang ditampilkan pada grafik sistem Smart Garden mampu menghemat penggunaan air sebesar 24,88% dibandingkan penyiraman manual. Persentase tersebut diperoleh dari hasil perbandingan total penggunaan air antara penyiraman otomatis dan penyiraman manual selama 10 kali pengujian. Grafik menunjukkan bahwa penggunaan sistem penyiraman otomatis menghasilkan efisiensi penggunaan air sebesar 24,88% dibandingkan dengan penyiraman manual. Hal ini menunjukkan bahwa penyiraman yang dikendalikan berdasarkan kondisi kelembapan tanah mampu mengurangi penggunaan air yang tidak diperlukan. Dengan demikian, sistem Smart Garden yang dirancang dapat membantu mengoptimalkan penggunaan air sehingga proses penyiraman menjadi lebih efektif dan efisien.

Total Penggunaan Air dan Perhitungan Efisiensi

Untuk mempermudah perbandingan penggunaan air antara metode penyiraman manual dan penyiraman otomatis, dilakukan perhitungan total volume air yang digunakan selama seluruh sesi pengujian. Hasil perhitungan total penggunaan air disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Total Penggunaan Air

No	Metode Penyiraman	Total Air Terpakai(L)
1	Otomatis	7,55 liter
2	Manual	10,05 liter

Berdasarkan Tabel 4.10 total penggunaan air pada metode penyiraman manual sebesar 10,05 liter, sedangkan pada metode penyiraman otomatis sebesar 7,55 liter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis menggunakan air lebih sedikit dibandingkan penyiraman manual. Perhitungan efisiensi penggunaan air dilakukan.

Rumus Perhitungan Efisiensi

$$Efisiensi = \frac{10,05 \text{ l} - 7,55 \text{ l}}{10,05 \text{ l}} \times 100\%$$

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.12182>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

$$Efisiensi = 24,88\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, sistem penyiraman otomatis mampu menghemat penggunaan air sebesar 24,88% dibandingkan metode penyiraman manual. Penghematan tersebut terjadi karena pompa air hanya bekerja ketika sensor mendeteksi kondisi tanah kering dan akan berhenti secara otomatis setelah kelembapan tanah mencapai nilai yang telah ditentukan. Dengan demikian, sistem Smart Garden yang dirancang mampu mengoptimalkan penggunaan air sehingga proses penyiraman menjadi lebih efisien dibandingkan penyiraman secara manual.

Pembahasan

Analisis Kinerja Sistem Smart Garden

Hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno mampu bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sistem memanfaatkan dua sensor kelembapan tanah sebagai masukan untuk mendeteksi kondisi kelembapan tanah, kemudian Arduino Uno memproses data tersebut untuk mengendalikan relay sebagai saklar otomatis yang mengaktifkan atau mematikan pompa air DC 12 Volt. Seluruh komponen bekerja secara terintegrasi sehingga proses penyiraman dapat dilakukan secara otomatis sesuai dengan kondisi tanah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi tanah kering diperoleh nilai rata-rata pembacaan sensor sebesar 449,4, sehingga sistem mengidentifikasi tanah berada pada kondisi kering dan mengaktifkan relay serta pompa air secara otomatis. Sementara itu, pada kondisi tanah lembap diperoleh nilai rata-rata sebesar 281,3 dan pada kondisi tanah basah sebesar 182,8. Kedua nilai tersebut berada di bawah batas kering yang telah ditetapkan, yaitu 400, sehingga relay tetap tidak aktif dan pompa air berada dalam keadaan mati (OFF). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi tanah kering, lembap, dan basah dengan baik sesuai parameter yang telah ditentukan.

Penggunaan dua sensor kelembapan tanah pada penelitian ini memberikan pembacaan yang lebih stabil karena nilai yang digunakan merupakan rata-rata dari kedua sensor. Dengan demikian, perbedaan kelembapan pada titik pengukuran dapat diminimalkan sehingga keputusan penyiraman menjadi lebih akurat. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem Smart Garden telah mampu menjalankan fungsi penyiraman otomatis sesuai tujuan penelitian.

Analisis Efisiensi Penyiraman Otomatis

Hasil pengujian penggunaan air yang dilakukan sebanyak sepuluh kali, sistem penyiraman otomatis menggunakan total air sebesar 7,55 liter, sedangkan penyiraman manual menggunakan total air sebesar 10,05 liter. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh efisiensi penggunaan air sebesar 24,88%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem Smart Garden mampu mengoptimalkan penggunaan air dibandingkan penyiraman manual. Penghematan penggunaan air terjadi karena pompa air hanya bekerja ketika sensor mendeteksi kondisi tanah berada pada kategori kering. Setelah kelembapan tanah mencapai kondisi lembap, Arduino Uno secara otomatis mematikan relay sehingga pompa berhenti bekerja. Berbeda dengan penyiraman manual yang masih bergantung pada perkiraan pengguna, sistem otomatis mampu mengurangi penggunaan air yang tidak diperlukan sehingga penyiraman menjadi lebih efisien.

Persentase efisiensi penggunaan air yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem Smart Garden telah berhasil mengurangi penggunaan air tanpa mengurangi fungsi utama penyiraman tanaman. Meskipun area penelitian hanya mencakup sekitar satu meter persegi, sistem tetap mampu mengoptimalkan penggunaan air melalui penyiraman yang dilakukan berdasarkan kondisi kelembapan tanah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat diterapkan pada taman dengan skala kecil sebagai alternatif penyiraman yang lebih efisien dibandingkan metode manual.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian Suleman (2023), yaitu sama-sama menggunakan Arduino Uno dan sensor kelembapan tanah sebagai dasar pengendalian penyiraman otomatis. Kedua penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi kondisi tanah sehingga proses penyiraman dapat dilakukan secara otomatis ketika tanah berada pada kondisi kering.

Penelitian ini juga memiliki perbedaan dengan penelitian Putri (2024) yang menggunakan NodeMCU dan aplikasi Blynk sehingga sistem dapat dipantau melalui jaringan internet. Pada penelitian ini digunakan Arduino Uno tanpa koneksi internet sehingga biaya implementasi menjadi lebih rendah, rangkaian lebih sederhana, dan lebih mudah diterapkan pada taman berskala kecil.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian Suryani (2024) yang menggunakan sensor DHT11 sebagai dasar penyiraman berdasarkan suhu dan kelembapan udara. Penelitian ini menggunakan dua sensor kelembapan tanah sehingga proses penyiraman dilakukan berdasarkan kondisi kelembapan tanah secara langsung. Dengan demikian, keputusan penyiraman menjadi lebih sesuai dengan kebutuhan air tanaman.

Keunggulan utama penelitian ini dibandingkan penelitian terdahulu adalah tidak hanya merancang sistem

penyiraman otomatis, tetapi juga melakukan pengukuran efisiensi penggunaan air melalui perbandingan antara penyiraman otomatis dan penyiraman manual. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh efisiensi penggunaan air sebesar 24,88%, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem Smart Garden mampu mengoptimalkan penggunaan air pada taman Universitas Bina Bangsa Getsempena.

Penelitian ini memberikan kontribusi berupa penerapan sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno yang tidak hanya mampu melakukan penyiraman otomatis berdasarkan kelembapan tanah, tetapi juga mengevaluasi efisiensi penggunaan air melalui perbandingan dengan penyiraman manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghemat penggunaan air sebesar 24,88%, sehingga dapat menjadi alternatif penyiraman yang sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan pada taman maupun lahan berskala kecil.

Kelebihan Sistem

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem Smart Garden memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- 1). Sistem mampu melakukan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah sehingga tidak memerlukan campur tangan pengguna selama proses penyiraman.
- 2). Sistem menggunakan dua sensor kelembapan tanah sehingga pembacaan kondisi tanah menjadi lebih stabil karena nilai yang digunakan merupakan rata-rata dari kedua sensor.
- 3). Sistem mampu membedakan kondisi tanah menjadi tiga kategori, yaitu tanah kering, tanah lembap, dan tanah basah, sehingga penyiraman dilakukan secara lebih tepat.
- 5). Sistem mampu mengoptimalkan penggunaan air dengan efisiensi sebesar 24,88% dibandingkan penyiraman manual berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.
- 6). Sistem menggunakan komponen yang sederhana, mudah diperoleh, serta memiliki biaya pembuatan yang relatif terjangkau sehingga mudah diterapkan pada taman maupun lahan berskala kecil.

Kekurangan Sistem

Meskipun sistem yang dirancang telah berfungsi dengan baik, masih terdapat beberapa keterbatasan, yaitu:

- 1). Sistem masih bergantung pada sumber listrik untuk mengoperasikan Arduino Uno dan pompa air sehingga tidak dapat bekerja apabila terjadi pemadaman listrik.
- 2). Sistem belum dilengkapi dengan fitur pemantauan maupun pengendalian jarak jauh melalui internet sehingga seluruh proses hanya dapat dipantau secara langsung.
- 3). Pengujian sistem hanya dilakukan pada area penelitian sekitar 1 meter, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kinerja sistem pada area yang lebih luas.

Ringkasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk melakukan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah. Sistem ini menggunakan dua sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kondisi tanah, Arduino Uno sebagai pengendali, relay sebagai penghubung, dan pompa air DC 12 Volt untuk melakukan penyiraman secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi tanah menjadi tiga kategori, yaitu tanah kering, tanah lembap, dan tanah basah. Pada kondisi tanah kering diperoleh nilai rata-rata sensor sebesar 449,4 sehingga pompa air menyala secara otomatis. Sedangkan pada kondisi tanah lembap dan tanah basah diperoleh nilai rata-rata masing-masing sebesar 281,3 dan 182,8 sehingga pompa air tidak menyala karena kondisi tanah masih memiliki kelembapan yang cukup.

Dari pengujian penggunaan air tersebut, sistem penyiraman otomatis menggunakan air sebanyak 7,55 liter, sedangkan penyiraman manual menggunakan 10,05 liter. Dari hasil tersebut diperoleh efisiensi penggunaan air sebesar 24,88%, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem Smart Garden mampu mengoptimalkan penggunaan air dibandingkan penyiraman secara manual. Tujuan penelitian untuk merancang sistem Smart Garden yang mampu membantu mengoptimalkan penggunaan air pada proses penyiraman tanaman telah tercapai. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem Smart Garden yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, yaitu mampu melakukan penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah serta membantu mengoptimalkan penggunaan air pada taman Universitas Bina Bangsa Getsempena.

Kesimpulan

Sistem Smart Garden berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk melakukan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah pada taman Universitas Bina Bangsa Getsempena. Dua sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi kondisi tanah kering, lembap, dan basah dengan baik. Nilai rata-rata pembacaan sensor pada kondisi tanah kering sebesar 449,4, kondisi tanah lembap sebesar 281,3, dan kondisi tanah basah sebesar 182,8, sehingga Arduino Uno dapat mengendalikan relay dan pompa air

sesuai kondisi kelembapan tanah. Relay dan pompa air bekerja sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang. Pompa air menyala secara otomatis ketika tanah berada pada kondisi kering dan berhenti bekerja ketika tanah berada pada kondisi lembap maupun basah. Hasil pengujian penggunaan air sebanyak sepuluh kali, sistem penyiraman otomatis menggunakan total air sebesar 7,55 liter, sedangkan penyiraman manual menggunakan 10,05 liter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengoptimalkan penggunaan air dengan efisiensi sebesar 24,88% dibandingkan penyiraman manual.

Reference

- Dewanto, W. K., Seto Arifianto, A., Rakhmad, H., Putranto, H. A., & Firmansyah, M. H. (2024). JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia <https://journal.sekawan-org.id/index.php/jtim/node-red> Dan Robotik Pada Sistem Penyiraman Otomatis Ber-Basis Iot. *Jtim* 2024, 6(4), 354–367. <https://doi.org/10.35746/jtim.v6i3.609>
- Febrina, D., Agustina, S., Trisnawati, & F. (2021). Alat Pendeteksi Kelembapan Tanah Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Soil Moisture Sensor Dan Relay. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 2(2), 45–52.
- Febrina, D., Agustina, S., & Trisnawati, F. (2021). ALAT PENDETEKSI KELEMBAPAN TANAH Dan PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN SOIL MOISTUR SENSOR Dan RELAY. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 2(2), 2723–598.
- Firly, M., Wahjudi, D., & Yulianto, P. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Dan Pemupukan Otomatis (Smart Garden) Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 23(1), 115–1129. <https://doi.org/10.53810/jt.v23i1.444>
- Firmansyah, W. (2024). Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Untuk Smart Garden Berbasis Internet Of Things.
- Hidayat, R., Pratama, & M. (2022a). Pemanfaatan Sensor Kelembapan Tanah Untuk Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Iot. *Jurnal Elektro Dan Komputer*, 5(1), 78–85.
- Hidayat, R., Pratama, & M. (2022b). Pemanfaatan Sensor Kelembapan Tanah Untuk Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Iot. *Jurnal Elektro Dan Komputer*, 5(1), 78–85.
- Hidayat, & T. (2023). Penggunaan Relay Sebagai Pengendali Pompa Air Pada Sistem Otomatisasi Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro Dan Otomasi*, 7(1), 55–61.
- Kumar, S., Patel, R., Mehta, & P. (2021a). Iot-Based Smart Irrigation System Using Arduino And Soil Moisture Sensor. *International Journal Of Engineering Research And Technology (IJERT)*, 10(4), 105–110.
- Kumar, S., Patel, R., Mehta, & P. (2021b). Iot-Based Smart Irrigation System Using Arduino And Soil Moisture Sensor. *International Journal Of Engineering Research And Technology (IJERT)*, 10(4), 105–110. <https://doi.org/10.17577/IJERTV10IS040250>
- Kusuma, R., Hadi, & P. (2022). Desain Sistem Kontrol Pompa Air Otomatis Menggunakan Modul Relay Dan Mikrokontroler. *Jurnal Sistem Otomasi Dan Kendali*, 3(2), 14–21.
- Mulyani, & S. (2021). Teknik Dokumentasi Dan Validasi Data Dalam Penelitian Teknologi Terapan. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan Teknologi*, 6(2), 45–53.
- Nasution, & F. (2021). Validasi Dan Reliabilitas Data Pada Penelitian Eksperimen Kuantitatif. *Jurnal Metodologi Riset Dan Aplikasi Sains*, 2(3), 33–39.
- Prasetyo, A. N., Tri Budi Prayogo, & Sri Wahyuni. (2024). Analisis Efisiensi Saluran Irigasi Pada Kejuron Kepanjen, Daerah Irigasi Molek, Kabupaten Malang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(02), 1438–1449. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtresda.2024.004.02.120>
- Putra, D., Rahman, & A. (2024). Analisis Efisiensi Air Pada Sistem Irigasi Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(3), 250–258. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtresda.2024.004.03.128>
- Suleman, A., Hidayat (2024). Rancang Bangun Alat Pintar Menanam Tanaman Anggur Berbasis Internet Of Things (Iot). *JID (Jurna L In Fo Digit)*, 2(2), 709–721. <https://kti.potensi-utama.org/index.php/JID/article/view/1364%0Ahttps://kti.potensi-utama.org/index.php/JID/article/download/1364/432>
- Rakesh, N. (2021). Smart Irrigation Using IOT And Arduino. *International Journal For Research In Applied Science And Engineering Technology*, 9(VI), 4266–4270. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.35691>
- Rakesh, & N. (2021). Smart Irrigation Using Iot And Arduino. *International Journal For Research In Applied Science And Engineering Technology (IJRASET)*, 9(VI (6)), 4266–4270. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.35691>
- Sari, I. P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A.-K., Ramadhani, F., & Satria, A. (2024). Pemanfaatan Internet Of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino Uno R3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), 337–343. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i4.505>
- Saskia Eka Cahyani, Tatang Rohana, & Santi Arum Puspita Lestari. (2023). Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Pengairan Sawah Dalam Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air Berbasis Iot. *INFOTECH : Jurnal Informatika & Teknologi*, 4(1), 37–46. <https://doi.org/10.37373/infotech.v4i1.496>
- Sugiyono. (2022). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D (Edisi Revi). Alfabeta.
- Thamaraيمانalan, T., Vivekk, S. P., Satheshkumar, G., & Saravanan, P. (2018). Smart Garden Monitoring System Using IOT. *Asian Journal Of Applied Science And Technology (AJAST) (Open Access Quarterly International Journal)*, 2(2), 186–192.
- Wahyudi, T., Rahman, & M. (2023). Metodologi Penelitian Terapan Dalam Bidang Teknologi Dan Rekayasa. *Jurnal Ilmiah Teknologi Terapan*, 5(1), 12–22.
- Yusuf, I., & Suryono, R. R. (2025). Implementation Application For Monitoring Soil Moisture In Corn Crop Drip Irrigation Technology Implementasi Aplikasi Untuk Pemantauan Kelembapan Tanah Pada Teknologi Irigasi Tetes Tanaman Jagung. *Jurnal Institut Riset Dan Publikasi Indonesia*, 5(2), 541–549.
- Suleman, S., Hidayat, A. S., Ferdiansyah, D., Akhrianto, P. M., & Nuryadi, N. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelembapan Tanah Dan Penyiram Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 6(2), 240–249.
- Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis Iot. *Jurnal Coscitech (Computer Science And Information Technology)*, 3(2), 91–98.
- Latif, N. (2021). Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture Dan Sensor Suhu. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 7(1), 16–20.