

PERANCANGAN ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS MENGUNAKAN ARDUINO BERBASIS SENSOR KELEMBAPAN TANAH DAN PENGATUR WAKTU

Dewi Yuliana¹, Saepul Jamiludin², Nova Aulia³, Silda⁴
, Maida⁵

Program Studi S1 Ilmu Komputer, Universitas Yatsi Madani,
Email: dewi.yuliana@uym.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan pangan seiring pertumbuhan populasi menuntut penerapan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi dalam sektor pertanian, khususnya dalam pengelolaan penyiraman tanaman. Pada praktiknya, penyiraman tanaman pada skala rumah tangga maupun pertanian kecil masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efisien, berpotensi menyebabkan pemborosan air, serta sulit menjaga kestabilan kelembaban tanah. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler maupun Internet of Things (IoT). Namun, sebagian sistem tersebut masih memiliki keterbatasan, seperti kompleksitas perangkat, kebutuhan jaringan internet, serta biaya implementasi yang relatif tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang sistem penyiraman tanaman otomatis yang sederhana, efisien, dan mudah diterapkan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*).

Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++, serta pengujian sistem melalui pengukuran nilai kelembaban tanah pada beberapa kondisi media tanam. Sensor menghasilkan data analog dengan rentang 0–1023 ADC yang kemudian dikonversi menjadi persentase kelembaban tanah menggunakan fungsi *mapping*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi tanah kering memiliki nilai rata-rata sebesar 780 ADC ($\approx 23\%$ kelembaban), kondisi lembab sebesar 520 ADC ($\approx 49\%$), dan kondisi basah sebesar 360 ADC ($\approx 65\%$). Sistem menggunakan nilai ambang batas (threshold) sebesar 400 ADC untuk mengontrol proses penyiraman.

Ketika nilai sensor melebihi ambang batas, relay akan mengaktifkan pompa air sehingga proses penyiraman berlangsung secara otomatis, sedangkan ketika kelembaban tanah telah tercapai, sistem akan mematikan pompa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara stabil dan responsif serta berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga sekitar 30% dibandingkan metode penyiraman manual. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan sistem penyiraman otomatis yang sederhana, berbiaya rendah, dan mudah diterapkan untuk mendukung konsep *smart farming* pada skala rumah tangga maupun pertanian kecil.

Kata kunci: Arduino Nano, sensor kelembaban tanah, penyiraman otomatis, mikrokontroler, smart farming.

Kata kunci : Arduino uno, penyiraman otomatis, sensor kelembapan tanah, pengatur waktu, pompa air, Smart Farming

ABSTRAK

Increasing food demand coupled with population growth demands the application of technology that can improve efficiency in the agricultural sector, particularly in managing plant watering. In practice, watering plants on a household and small-scale farm is still often done manually, which is inefficient, potentially leading to water waste, and making it difficult to maintain stable soil moisture. Several previous studies have developed automatic irrigation systems based on microcontrollers and the Internet of Things (IoT). However, some of these systems still have limitations, such as device complexity, internet network requirements, and relatively high implementation costs. Therefore, this study aims to design a simple, efficient, and easy-to-implement automatic plant watering system using an Arduino Nano microcontroller and a soil moisture sensor.

The research methods used include hardware design, software development using the Arduino IDE in C/C++, and system testing by measuring soil moisture values in various growing media conditions. The sensor generates analog data with a range of 0–1023 ADC, which is then converted to soil moisture percentage using a mapping function. Test results showed that dry soil conditions had an average value of 780 ADC ($\approx 23\%$ moisture), humid conditions 520 ADC ($\approx 49\%$), and wet conditions 360 ADC ($\approx 65\%$). The system uses a threshold value of 400 ADC to control the watering process.

When the sensor value exceeds the threshold, a relay activates the water pump, automatically initiating watering. Once the soil moisture level is reached, the system turns off the pump. The results showed that the system operated stably and responsively and has the potential to increase water use efficiency by approximately 30% compared to manual watering methods. The contribution of this research is the development of a simple, low-cost, and easy-to-implement automatic watering system to support smart farming concepts at the household and small-scale farms.

Keywords: Arduino Nano, soil moisture sensor, automatic watering, microcontroller, smart farming.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian saat ini dihadapkan pada tantangan peningkatan produktivitas di tengah keterbatasan sumber daya air dan meningkatnya kebutuhan pangan akibat pertumbuhan populasi. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan dalam pertanian khususnya dalam bagaiamna tanaman dapat mengelola penyiraman yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kelebihan air dapat menyebabkan pembusukan akar dan menurunkan kualitas tanaman, sedangkan kekurangan air dapat menghambat pertumbuhan dan mengurangi hasil panen. (YR, 2021) Dalam praktiknya, proses penyiraman tanaman pada skala rumah tangga maupun pertanian kecil masih banyak dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan sulit menjaga kestabilan kelembaban tanah secara konsisten saat ini. (Nugraha, 2024).

Perkembangan teknologi mikrokontroler memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui sistem penyiraman otomatis. Platform Arduino banyak digunakan karena bersifat terbuka, relatif murah, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai sensor. Dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*), sistem dapat mendeteksi kadar air pada media tanam dan mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika tingkat kelembaban berada di bawah ambang batas tertentu. Pendekatan ini memungkinkan pengelolaan penyiraman yang lebih terukur dan efisien sehingga dapat menghemat penggunaan air serta menjaga kondisi tanah tetap optimal bagi pertumbuhan tanaman (Anugrah, 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things (IoT)*. Penelitian oleh (Asmae El Mezouari, 2022) menunjukkan bahwa sistem irigasi pintar mampu menghemat penggunaan air secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Sementara itu, (Basheer, 2024) mengembangkan sistem penyiraman berbasis *IoT* yang memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui jaringan nirkabel. Meskipun demikian, sebagian penelitian tersebut masih berfokus pada sistem berbasis jaringan yang relatif kompleks dan membutuhkan biaya implementasi yang lebih tinggi.

Berdasarkan kondisi tersebut, masih diperlukan pengembangan sistem penyiraman otomatis yang lebih sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan pada skala rumah tangga

maupun pertanian kecil. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino yang terintegrasi dengan sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kondisi tanah serta mengendalikan proses penyiraman secara otomatis. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, mempermudah perawatan tanaman, serta mendukung penerapan konsep pertanian cerdas (*smart farming*) secara praktis dan terjangkau (Yuliana, 2023)

METODE

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pengujian sistem (*prototype*) untuk mengembangkan alat penyiraman tanaman otomatis berbasis *mikrokontroler* Arduino dan sensor kelembaban tanah. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk merancang, mengimplementasikan, serta mengevaluasi kinerja sistem secara langsung melalui proses pengujian pada kondisi nyata. Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mengkaji berbagai penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem penyiraman tanaman otomatis, serta penggunaan sensor kelembaban tanah, dan bagaimana pemanfaatan *mikrokontroler Arduino* dalam bidang pertanian cerdas.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *mikrokontroler Arduino Uno* sebagai pusat pengendali sistem, sensor *soil moisture* untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah, *modul relay* sebagai penghubung antara mikrokontroler dan pompa air, serta pompa air yang berfungsi untuk melakukan proses penyiraman tanaman. Sensor kelembaban tanah akan membaca kondisi kadar air pada media tanam dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler *Arduino* untuk diproses.

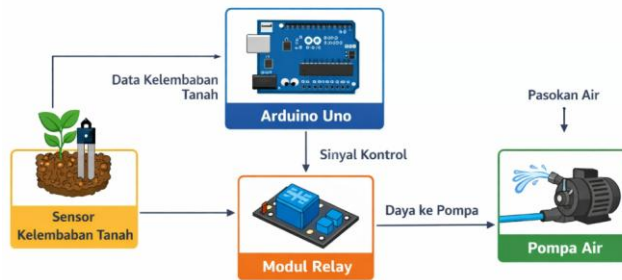
Pada tahap perancangan perangkat lunak, program dibuat menggunakan *Arduino IDE* dengan bahasa pemrograman *C/C++*. Program dirancang untuk membaca nilai kelembaban tanah yang dihasilkan oleh sensor. Apabila nilai kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem akan mengaktifkan pompa air melalui modul *relay* untuk melakukan penyiraman. Sebaliknya, apabila nilai kelembaban tanah telah mencapai kondisi yang cukup lembab, maka sistem akan mematikan pompa air secara otomatis. Tahap berikutnya adalah bagaimana implementasi dan pengujian sistem. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor pada media tanah tanaman untuk mengamati respon sistem terhadap perubahan tingkat kelembaban tanah. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem dalam mendeteksi kondisi tanah serta mengontrol proses penyiraman secara otomatis.

Melalui tahapan tersebut, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu bekerja secara efektif dalam menjaga kestabilan kelembaban tanah, meningkatkan efisiensi penggunaan air, serta mempermudah proses perawatan tanaman pada skala rumah tangga maupun pertanian kecil. (Nugraha, 2024)

Desain Sistem

Sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Arduino Nano* dan *sensor soil moisture* dirancang untuk bekerja secara otomatis berdasarkan tingkat kelembaban tanah.

Desain alur sistem sebagai berikut: (Kusuma, 2021)



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Sensor kelembaban tanah membaca kadar air dalam media tanam dan mengirimkan data analog kepada Arduino. Jika nilai kelembaban di bawah ambang batas (tanah kering), *Arduino* akan mengaktifkan *relay* untuk menyalakan pompa air *mini DC* sehingga air mengalir menuju pot tanaman. Setelah tanah mencapai tingkat kelembaban yang cukup, *Arduino* akan mematikan *relay* dan pompa berhenti bekerja. Desain sistem ini bertujuan agar penyiraman berlangsung otomatis, efisien, serta dapat menjaga kelembaban tanah tetap stabil tanpa intervensi manual (Rahman, 2020).

Tabel 1. Spesifikasi Komponen Penelitian

No	Komponen	Spesifikasi	Fungsi
1	Arduino Uno	Mikrokontroler ATmega328P, tegangan operasi 5V, 14 pin digital I/O, 6 pin analog input	Sebagai pusat pengendali sistem yang memproses data dari sensor dan mengontrol pompa air
2	Soil Moisture Sensor	Tegangan kerja 3.3V–5V, output analog dan digital	Mengukur tingkat kelembaban tanah pada media tanam
3	Modul Relay	Relay 1 channel, tegangan input 5V	Menghubungkan dan mengontrol pompa air dari Arduino
4	Pompa Air DC	Tegangan kerja 5V–9V	Mengalirkan air untuk proses penyiraman tanaman
5	Catu Daya (Power Supply)	Tegangan output 5V–9V	Menyediakan sumber listrik untuk seluruh komponen sistem
6	RTC	DS1307	untuk mengukur waktu secara akurat dan terus-menerus dalam mode real-time
7	Kabel Jumper	Male–Male / Male–Female	Menghubungkan antar komponen elektronik
8	Media Tanam	Tanah pada pot tanaman	Media untuk pengujian sensor kelembaban tanah

Tabel spesifikasi komponen penelitian menjelaskan perangkat keras yang digunakan dalam perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis mikrokontroler. Komponen utama yang digunakan adalah *Arduino Nano* yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem untuk memproses data dari sensor serta mengatur kerja perangkat keluaran. Pengukuran tingkat kelembaban tanah dilakukan menggunakan *sensor soil moisture* yang menghasilkan sinyal analog sebagai indikator kondisi kadar air pada media tanam. Data dari sensor tersebut akan di proses oleh Arduino untuk menentukan kondisi tanah kering atau lembab.

Ketika nilai kelembaban berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan, Arduino akan mengaktifkan *modul relay* sebagai saklar elektronik untuk menyalakan pompa air

mini DC sehingga proses penyiraman berlangsung secara otomatis. Sistem juga dilengkapi *LCD 16×2* yang berfungsi menampilkan informasi kondisi kelembaban tanah dan status sistem. Selain itu, *keypad 4×4* digunakan sebagai perangkat input untuk pengaturan parameter, sedangkan *RTC DS1307* memungkinkan sistem mengelola waktu secara real-time. Seluruh komponen diuji pada pot tanaman sebagai media implementasi sistem otomatis.

Perangkat Lunak / Algoritme

Pemrograman sistem pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Arduino IDE* dengan bahasa pemrograman *C/C++*. Program yang dibuat bertujuan untuk membaca nilai kelembaban tanah dari sensor *soil moisture*, kemudian mengolah data tersebut untuk menentukan kondisi tanah dalam keadaan kering, lembab, atau basah. Prinsip kerja sistem didasarkan pada nilai ambang batas (*threshold*) kelembaban tanah. Ketika sensor mendeteksi bahwa nilai kelembaban berada di bawah batas yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan modul *relay* sehingga pompa air menyala dan melakukan penyiraman. Sebaliknya, jika nilai kelembaban berada di atas ambang batas, maka *relay* akan dimatikan sehingga pompa air berhenti bekerja. Dengan mekanisme tersebut, sistem mampu menjaga kondisi kelembaban tanah tetap stabil secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manual.

Selain mengontrol proses penyiraman, sistem juga menampilkan informasi nilai kelembaban tanah pada *LCD 16×2* sehingga pengguna dapat memantau kondisi media tanam secara langsung. Dalam penelitian ini digunakan dua sensor kelembaban tanah untuk membaca kondisi pada dua media tanam yang berbeda. Logika kerja sistem:

- Jika nilai kelembaban lebih tinggi dari ambang batas (tanah basah) → *relay OFF*, pompa mati.
- Jika nilai kelembaban lebih rendah dari ambang batas (tanah kering) → *relay ON*, pompa menyala.

Kode program yang diimplementasikan ditunjukkan pada Gambar 2.

```

1  const int AirValue1 = 480;
2  const int WaterValue1 = 215;
3  int soilMoistureValue1 = 0;
4  int soilmoist1 = 0;
5
6  const int AirValue2 = 480;
7  const int WaterValue2 = 215;
8  int soilMoistureValue2 = 0;
9  int soilmoist2 = 0;
10
11 #include <LiquidCrystal.h>
12 LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13); // (RS, E, D4, D5, D6, D7)
13
14 void bacaSensor() {
15   // Sensor 1
16   soilMoistureValue1 = analogRead(soil1Pin); // put Sensor insert into soil
17   soilmoist1 = map(soilMoistureValue1, AirValue1, WaterValue1, 0, 100);
18
19   if (soilmoist1 >= 100) {
20     soilmoist1 = 100;
21   } else if (soilmoist1 <= 0) {
22     soilmoist1 = 0;
23   }
24   lcd.setCursor(3, 0);
25   lcd.print(soilMoistureValue1);
26   lcd.setCursor(3, 0);
27   lcd.print(soilmoist1);
28   lcd.print("%");
29
30   // Sensor 2
31   soilMoistureValue2 = analogRead(soil2Pin); // put Sensor insert into soil
32   soilmoist2 = map(soilMoistureValue2, AirValue2, WaterValue2, 0, 100);
33
34   if (soilmoist2 >= 100) {
35     soilmoist2 = 100;
36   } else if (soilmoist2 <= 0) {
37     soilmoist2 = 0;
38   }
39   lcd.setCursor(3, 1);
40   lcd.print(soilMoistureValue2);
41   lcd.setCursor(3, 1);
42   lcd.print(soilmoist2);
43   lcd.print("%");
44 }
45
46 void setup() {
47   lcd.begin(16, 2);
48   lcd.print("S1:");
49   lcd.setCursor(0, 1);
50   lcd.print("S2:");
51 }
52
53 void loop() {
54   bacaSensor();
55   delay(500);
56 }

```

Gambar 2. Pseudocode Sistem

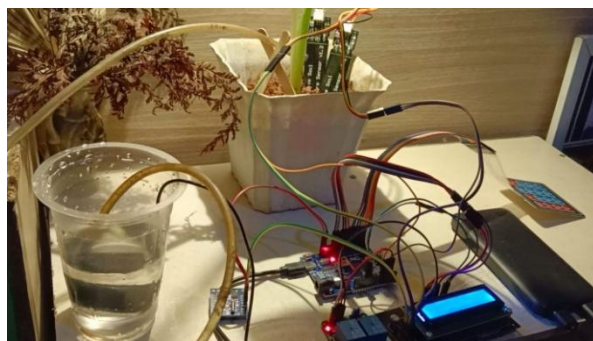
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini alat penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah ini dirancang berdasarkan teknologi *Chip Microcontroller Arduino* yang diprogram secara khusus. Sensor kelembaban tanah akan mendeteksi tingkat kekeringan lahan pertanian. Jika tanah dalam kondisi kering maka mikrokontroler akan memerintahkan *valve selenoid* (keran air yang dapat dikontrol) untuk membuka dan mengalirkan air untuk menyiram tanaman. Jika tanah sudah basah sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman maka *valve selenoid* akan menutup dan air tidak akan mengalir. Adapun spesifikasi dari alat penyiram tanaman otomatis yang telah dirancang adalah sebagai berikut:

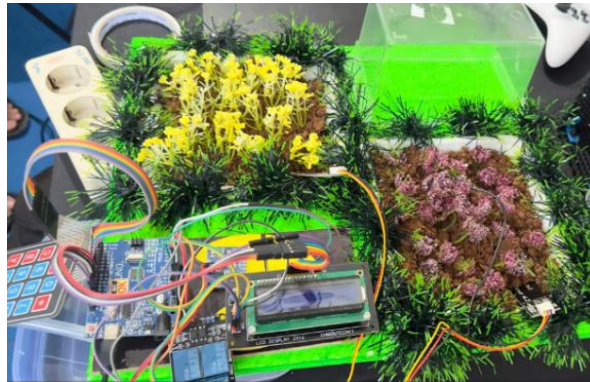
Tabel 2. Spesifikasi Alat Penyiram Tanaman Otomatis

No	Parameter	Spesifikasi
1	Tegangan Catu Daya	220 Volt AC
2	Sensor	Sensor kelembaban tanah (Soil Moisture Sensor) tunggal
3	Relai Keluaran	Relay 12 Volt
4	Aktuator	Katup Solenoida 220 Volt AC
5	Mikrokontroler	Processor ATmega (Arduino)
6	Media Tampilan	LCD 16 kolom $\times$ 2 baris
7	Dimensi Alat	20 cm $\times$ 40 cm $\times$ 15 cm

Tabel 2. Spesifikasi di atas menjelaskan komponen utama yang digunakan dalam sistem penyiraman tanaman otomatis. Sistem menggunakan tegangan catu daya 220V AC sebagai sumber listrik utama yang kemudian diolah oleh rangkaian regulator untuk memenuhi kebutuhan tegangan pada mikrokontroler dan komponen lainnya. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban tanah tunggal yang berfungsi mendeteksi tingkat kadar air pada media tanam. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler berbasis *ATmega* untuk menentukan kondisi tanah dan mengambil keputusan penyiraman. Proses penyiraman dikendalikan melalui *relay 12V* yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan atau menonaktifkan katup *solenoida 220V AC*. Katup solenoida ini berperan sebagai pengatur aliran air dari sumber menuju tanaman. Selain itu, sistem dilengkapi dengan *LCD 16 $\times$ 2* yang berfungsi menampilkan informasi kondisi kelembaban tanah serta status kerja sistem secara real-time. Secara keseluruhan, perangkat dirancang dengan dimensi 20 $\times$ 40 $\times$ 15 cm sehingga cukup ringkas dan mudah diaplikasikan pada skala pertanian kecil maupun rumah tangga.



Gambar 3. Rancangan sistem



Gambar 4. Implementasi sistem

Pada penelitian ini didapatkan 2 pengujian dan 1 perbandingan penelitian sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter Pengujian Sensor

No	Parameter Pengujian	Satuan	Rentang Nilai	Keterangan
1	Nilai Sensor Analog (ADC)	ADC	0 – 1023	Nilai pembacaan dari sensor soil moisture
2	Persentase Kelembaban Tanah	%	0 – 100	Hasil konversi dari nilai ADC menggunakan fungsi <i>mapping</i>
3	Kondisi Tanah Kering	ADC	> 700	Sistem mengaktifkan pompa penyiraman
4	Kondisi Tanah Lembab	ADC	400 – 700	Sistem melakukan monitoring
5	Kondisi Tanah Basah	ADC	< 400	Pompa penyiraman tidak aktif
6	Ambang Batas Sistem	ADC	400	Nilai threshold untuk kontrol otomatis

Dalam pengujian ini dihasilkan data pembacaan sensor kelembaban tanah yang diperoleh melalui proses pengukuran menggunakan *sensor soil moisture* yang terhubung dengan mikrokontroler *Arduino Nano*. Sensor bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi pada media tanah yang dipengaruhi oleh kadar air. Hasil pembacaan *sensor* berupa sinyal analog yang berada pada rentang 0 hingga 1023 *ADC*, kemudian dikonversi menjadi nilai persentase kelembaban tanah menggunakan fungsi pemetaan (*mapping*) pada program *Arduino*.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai sensor yang berada di atas 700 *ADC* menunjukkan kondisi tanah kering sehingga sistem akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air. Sebaliknya, ketika nilai sensor berada di bawah 400 *ADC*, kondisi tanah dianggap cukup lembab sehingga sistem akan mematikan pompa penyiraman. Rentang nilai antara 400 hingga 700 *ADC* menunjukkan kondisi tanah yang relatif stabil sehingga sistem hanya melakukan proses pemantauan tanpa mengaktifkan penyiraman. Parameter pengujian ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan ambang batas (*threshold*) pengendalian sistem penyiraman otomatis.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Sistem Penyiraman

No	Waktu Pengujian (menit)	Nilai Sensor (ADC)	Persentase Kelembaban (%)	Kondisi Tanah	Status Relay	Status Pompa
1	0	820	10%	Sangat Kering	Aktif	Menyala
2	2	760	18%	Kering	Aktif	Menyala
3	4	690	30%	Mulai Lembab	Aktif	Menyala
4	6	560	45%	Lembab	Tidak Aktif	Mati
5	8	430	65%	Cukup Lembab	Tidak Aktif	Mati
6	10	350	80%	Basah	Tidak Aktif	Mati

Tabel 3. Pada pengujian sistem penyiraman otomatis menunjukkan kinerja sistem dalam merespon perubahan kondisi kelembaban tanah berdasarkan pembacaan sensor. Pengujian dilakukan dengan mengamati nilai sensor pada interval waktu tertentu selama proses penyiraman berlangsung. Pada awal pengujian, nilai sensor menunjukkan angka 820 ADC yang menandakan kondisi tanah sangat kering, sehingga sistem secara otomatis mengaktifkan relay dan menyalakan pompa air untuk melakukan penyiraman. Seiring dengan bertambahnya waktu penyiraman, kadar air dalam tanah meningkat sehingga nilai sensor mengalami penurunan secara bertahap. Ketika nilai sensor mencapai kisaran 400 ADC, sistem mendeteksi bahwa kondisi tanah telah cukup lembab dan secara otomatis mematikan relay sehingga pompa berhenti bekerja. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol proses penyiraman secara otomatis sesuai dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan dalam program mikrokontroler. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah dan Arduino Nano mampu bekerja dengan baik dalam menjaga kestabilan kelembaban tanah serta meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam proses penyiraman tanaman.

Tabel 4. Perbandingan Penelitian Sebelumnya (Research Gap)

No	Peneliti	Metode / Teknologi	Hasil Penelitian	Keterbatasan Penelitian	Kontribusi Penelitian Ini
1	(Putra, 2022)	Arduino + Sensor Soil Moisture	Sistem mampu melakukan penyiraman otomatis berdasarkan kelembaban tanah	Tidak dilengkapi sistem monitoring tampilan	Menambahkan LCD 16x2 untuk monitoring kondisi sistem secara real-time
2	(Asmae El Mezouari, 2022)	Smart Irrigation berbasis IoT	Sistem mampu menghemat penggunaan	Membutuhkan jaringan internet dan biaya	Sistem lebih sederhana tanpa ketergantungan jaringan internet

			air hingga 40%	implementasi relatif tinggi	
3	(Basheer, 2024)	IoT-based Irrigation System	Monitoring kondisi tanah dapat dilakukan secara jarak jauh	Kompleksitas sistem cukup tinggi untuk skala kecil	Mengembangkan sistem yang lebih sederhana dan mudah diterapkan
4	Penelitian ini	Arduino Nano + Sensor Soil Moisture + Relay + Pompa	Sistem penyiraman otomatis bekerja berdasarkan nilai threshold kelembaban tanah	Skala pertanian kecil maupun penggunaan rumah tangga	Sistem sederhana, biaya rendah, mudah diterapkan pada pertanian kecil dan rumah tangga

Tabel 4. Perbandingan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beberapa penelitian telah mengembangkan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan berbagai teknologi, seperti sensor kelembaban tanah maupun sistem berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian oleh (Putra, 2022) menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler Arduino mampu mengontrol proses penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi tanah. Sementara itu, penelitian oleh (Asmae El Mezouari, 2022) dan (Basheer, 2024) mengembangkan sistem irigasi pintar berbasis *IoT* yang memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara jarak jauh.

Dari penelitian diatas memiliki keterbatasan, seperti kompleksitas sistem yang cukup tinggi serta kebutuhan infrastruktur jaringan internet yang stabil. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem penyiraman otomatis berbasis *Arduino Nano* dan sensor kelembaban tanah yang lebih sederhana, murah, dan mudah diterapkan pada skala pertanian kecil maupun penggunaan rumah tangga. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus mempermudah proses perawatan tanaman secara otomatis.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis mikrokontroler *Arduino Nano* dan sensor kelembaban tanah mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi kondisi kelembaban media tanam serta mengontrol proses penyiraman secara otomatis. Sensor *soil moisture* berhasil membaca tingkat kadar air dalam tanah dan mengirimkan data analog yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan kondisi tanah. (Winda, 2023).

Ketika nilai kelembaban berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan *relay* sehingga pompa air menyala untuk melakukan penyiraman. Sebaliknya, ketika tanah telah mencapai tingkat kelembaban yang cukup, sistem akan mematikan pompa secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan kelembaban tanah serta meningkatkan efisiensi penggunaan air dibandingkan dengan metode penyiraman manual. Selain itu, penggunaan

LCD 16×2 memudahkan pengguna dalam memantau kondisi kelembaban tanah dan status sistem secara real-time. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan teknologi *Internet of Things (IoT)* sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol proses penyiraman tanaman secara jarak jauh melalui perangkat mobile. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan lebih dari satu sensor kelembaban tanah agar sistem mampu memantau kondisi tanah pada beberapa titik secara lebih akurat. Pengembangan ini diharapkan dapat mendukung penerapan konsep *smart farming* yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, R. D. (2024). *Teknologi Irigasi Presisi: Transformasi Digital Pertanian di Era Modern*. Jakarta: Pustaka Pertanian Press.
- Asmae El Mezouari, A. E. (2022). Smart Irrigation System. *IFAC-PapersOnLine (Volume 55, Issue 10)*, 3298–3303.
- Basheer, M. A. (2024). A Review of Precision Irrigation Water-Saving Technology under Changing Climate for Enhancing Water Use Efficiency, Crop Yield, and Environmental Footprints. *Agriculture (MDPI)*, Vol. 14, Issue 7; 1141.
- Kusuma, H. (2021). Penerapan Mikrokontroler Arduino untuk Otomasi Sistem Penyiraman Tanaman. *Jurnal Teknologi dan Informatika*, 9(2), 120–128.
- Nugraha, S. P. (2024). . Sistem pompa air otomatis berbasis Arduino Uno untuk optimalisasi penyiraman tanaman menggunakan sensor soil moisture. *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*.
- Putra, R. A. (2022). Implementasi Soil Moisture Sensor pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis. . *Jurnal Teknologi Informasi Terapan*, 4(2), 101–108.
- Rahman, L. (2020). Pengembangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Relay dan Pompa DC. *Jurnal Inovasi Otomasi*, 5(2), 76–84.
- Winda, A. (2023). Penggunaan Otomasi pada Urban Farming: Studi Efisiensi dan Efektivitas. . *Jurnal Inovasi Teknologi Pertanian*, 4(3), 89–95.
- YR, K. P. (2021). Sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino.a. *JURASIK: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatik*.
- Yuliana, P. (2023). Penerapan IoT pada Sistem Monitoring Kelembaban Tanah untuk Smart Farming. *Jurnal Informatika dan Sistem Cerdas*, 6(1), 33–41.