

Implementasi Alat Penyiram Tanaman Bonsai Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Dan Arduino

Divala Zahra Oktavia ^{1*}, Ega Nur Fawwaz ², Abdurrahman Hamid Al-Azhari ³ dan Djuniadi ⁴

¹ Universitas Negeri Semarang; email : divalazahra12@students.unnes.ac.id

² Universitas Negeri Semarang; email : eganurfawwaz2165@students.unnes.ac.id

³ Universitas Negeri Semarang; email : abdurrahman.hamid.a@mail.unnes.ac.id

⁴ Universitas Negeri Semarang; email : djuniadi@mail.unnes.ac.id

* Korespondensi : Divala Zahra Oktavia

Abstract: Bonsai plants are one type of ornamental plant that requires intensive care, especially in terms of proper and regular watering, considering that the planting medium is limited and prone to changes in humidity. The problem that often occurs is inconsistent watering, both in terms of frequency and volume of water, which can impact plant health. This research aims to design and implement an automatic watering system based on a soil moisture sensor and Arduino Uno microcontroller to regulate watering according to the actual condition of the growing media. The system reads data from the soil moisture sensor, which Arduino then processes to control the water pump through a *relay* module. Additional components such as LCD I2C, two-color LED, and buzzer are used as visual soil moisture indicators and sound notifications. The design process starts from making circuit schematics and testing connectivity to direct implementation on planting media. The test results show that the system can accurately detect differences in dry and moist soil conditions and provide a fast and stable automatic response according to changes in sensor values. In addition, the system successfully displays the moisture status without any delay or functional error. Based on these results, the system is proven effective in supporting plant watering efficiency. It can be applied to small-scale plant cultivation, especially in bonsai plants that require consistent and precise humidity control.

Keywords: Arduino uno; Bonsai plants; Automatic watering; Soil moisture sensor

Abstrak: Tanaman bonsai merupakan salah satu jenis tanaman hias yang memerlukan perawatan intensif, terutama dalam hal penyiraman yang tepat dan teratur, mengingat media tanamnya yang terbatas dan mudah mengalami perubahan kelembapan. Permasalahan yang sering terjadi adalah penyiraman yang tidak konsisten, baik dari segi frekuensi maupun volume air, yang dapat berdampak pada kesehatan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah dan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengatur penyiraman sesuai kondisi aktual media tanam. Sistem bekerja dengan membaca data dari *sensor soil moisture*, yang selanjutnya diproses oleh Arduino untuk mengontrol pompa air melalui modul *relay*. Komponen tambahan seperti LCD I2C, LED dua warna, dan buzzer digunakan sebagai indikator kelembapan tanah secara visual dan notifikasi suara. Proses perancangan dimulai dari pembuatan skema rangkaian, pengujian konektivitas, hingga implementasi langsung pada media tanam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perbedaan kondisi tanah kering dan lembab secara akurat dan memberikan respon otomatis yang cepat dan stabil sesuai perubahan nilai sensor. Selain itu, sistem berhasil menampilkan status kelembapan dengan baik tanpa keterlambatan atau kesalahan fungsional. Berdasarkan hasil tersebut, sistem ini terbukti efektif dalam mendukung efisiensi penyiraman tanaman dan dapat diterapkan pada budidaya tanaman skala kecil, khususnya pada tanaman bonsai yang membutuhkan kontrol kelembapan yang konsisten dan presisi.

Kata kunci: Arduino uno; Tanaman bonsai; Penyiraman otomatis; Sensor kelembapan tanah

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era digital sekarang ini telah membawa banyak kemudahan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam bidang pertanian dan hortikultura. Salah

Diterima: Oktober 20, 2025
Direvisi: Oktober 28, 2025
Diterima: Oktober 29, 2025
Diterbitkan: November 24. 2025
Versi sekarang: Desember 27, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons
Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

satu teknologi yang terus berkembang adalah sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler yang mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam perawatan tanaman.

Salah satu permasalahan yang umum dihadapi oleh petani maupun penggemar tanaman adalah ketidakteraturan dalam proses penyiraman, baik dari segi waktu maupun kuantitas air yang digunakan. Ketidaktepatan dalam penyiraman dapat menyebabkan tanaman kekurangan air yang dapat menghambat proses pertumbuhan, bahkan menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan [1]. Keterbatasan manusia dalam memantau kadar air tanah secara manual sering menjadi kendala, terutama pada skala yang lebih besar.

Budidaya tanaman merupakan kegiatan memanfaatkan sumber daya alam hayati yang dilakukan oleh manusia menggunakan teknologi dan modal untuk menghasilkan produk yang bermanfaat [2]. Pertumbuhan optimal tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas tanah sebagai media utama penyedia unsur hara dan air [3]. Ketersediaan air dalam tanah, khususnya tingkat kelembapannya, sangat memengaruhi proses penting seperti penyerapan nutrisi dan fotosintesis [4]. Air menyusun 70% – 90% tubuh tanaman tergantung jenis dan kondisi lingkungan [5]. Kekurangan air menghambat pertumbuhan, sementara kelebihan air mengurangi pasokan oksigen ke akar [1], [6]. Oleh karena itu, penyiraman harus dilakukan secara tepat.

Salah satu tanaman yang memerlukan perhatian khusus dalam proses penyiraman adalah tanaman bonsai. Tanaman ini memiliki karakteristik unik, karena melalui metode budidaya tertentu, pohon yang secara alami tumbuh besar dapat diperkecil dan dipelihara dalam bentuk miniatur tanpa menghilangkan bentuk aslinya [7]. Karena ditanam dalam pot kecil dengan ruang tanah yang terbatas, tanaman bonsai sangat sensitif terhadap perubahan kadar air. Kekurangan air menyebabkan stres, sedangkan kelebihan air dapat membosankan akar, karena itu bonsai memerlukan penyiraman yang akurat dan konsisten.

Seiring kemajuan teknologi, sistem otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) semakin dikembangkan, termasuk irigasi otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor kelembapan tanah [8]. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi resistansi antara dua probe untuk menentukan kelembapan tanah [9], sehingga memudahkan penyiraman secara efisien. Arduino Uno sebagai mikrokontroler *open-source* memproses data sensor untuk mengontrol pompa air melalui *relay* secara otomatis, hanya saat tanah membutuhkan air, sehingga menjaga kesehatan tanaman dan efisiensi air [10].

Berbeda dengan metode penyiraman tradisional yang dilakukan secara manual, sistem ini menggabungkan pembacaan sensor kelembapan secara *real-time* dengan pengaturan otomatis pompa berdasarkan batas tertentu, sehingga dapat memberikan respon yang cepat terhadap perubahan keadaan tanah, terutama pada tanaman yang sensitif seperti bonsai dalam skala rumah tangga atau urban farming.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah perancangan sistem penyiraman otomatis responif terhadap kondisi tanah. Hipotesisnya, integrasi sensor kelembapan dengan mikrokontroler Arduino dapat mengatur kebutuhan air secara otomatis dan tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat penyiram tanaman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah dan mikrokontroler Arduino. Sistem ini dirancang untuk dapat bekerja secara efisien dan efektif dalam mengatur kebutuhan air tanaman secara otomatis. Selain memberikan kemudahan bagi petani maupun penggiat urban farming, teknologi ini juga diharapkan dapat menjadi alternatif dari metode penyiraman tradisional serta berkontribusi terhadap pertanian berkelanjutan di era digital [11].

2. Tinjauan Literatur

2.1. Sistem Penyiraman Otomatis

Sistem penyiraman otomatis merupakan teknologi yang dirancang untuk mengatur proses pemberian air pada tanaman secara sistematis dan berdasarkan parameter lingkungan, tanpa membutuhkan intervensi manual. Sistem ini terdiri dari sensor kelembapan tanah, mikrokontroler sebagai pengendali, serta aktuator seperti pompa air. Mekanisme kerja sistem ini melibatkan pemantauan kadar air tanah secara kontinu, di mana sistem akan secara otomatis mengaktifkan penyiraman ketika tingkat kelembapan berada melebihi ambang batas yang telah ditentukan [12]. Penerapan ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, menjaga konsistensi kelembapan tanah, serta mengurangi beban kerja manusia dalam kegiatan pertanian atau hortikultura, khususnya pada lahan yang berukuran kecil hingga menengah [13].

2.2. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah adalah komponen utama yang mengukur kadar air dalam media tanam. Sensor ini beroperasi berdasarkan prinsip perubahan konduktivitas tanah, yang meningkat seiring dengan bertambahnya kadar air. Nilai resistansi yang dihasilkan dikonversi menjadi sinyal analog, kemudian dibaca oleh mikrokontroler untuk menentukan apakah penyiraman diperlukan [14]. Penggunaan sensor ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat dan responif terhadap kondisi tanah, sehingga dapat mencegah penyiraman berlebihan (*overwatering*) maupun kekurangan air (*underwatering*), yang keduanya bisa menghambat pertumbuhan tanaman [13].

2.3. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu *platform* mikrokontroler berbasis *open-source* yang banyak digunakan dalam sistem otomatisasi karena kemudahan pemrograman dan kompatibilitasnya dengan berbagai jenis sensor dan aktuator [15]. Dalam sistem penyiraman otomatis, Arduino Uno berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor kelembapan tanah dan menghasilkan *output* untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air melalui *relay* [14], [15]. Selain mudah diakses dan biaya murah, Arduino juga memiliki dukungan komunitas yang luas, menjadikannya solusi ideal untuk pengembangan sistem otomatisasi berskala kecil hingga menengah.

2.4. Sistem Otomasi Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Sistem otomasi adalah pendekatan teknologi yang memungkinkan perangkat atau sistem beroperasi secara mandiri dengan berdasarkan *input* dari sensor dan algoritma kontrol. Ketika sistem diintegrasikan dengan *Internet of Things* (IoT), proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara langsung melalui internet. Dalam sektor pertanian, integrasi IoT memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengakses data lingkungan, mengelola sistem penyiraman, dan memeriksa status tanaman dari jarak jauh menggunakan perangkat digital seperti *smartphone* atau laptop [12]. Pemanfaatan IoT dalam sistem penyiraman otomatis memberikan nilai tambah berupa efisiensi, akurasi, serta peningkatan kemampuan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

2.5. Tanaman Bonsai

Tanaman bonsai merupakan teknik budidaya tanaman yang berasal dari Jepang, yang membentuk miniatur pohon dalam wadah terbatas melalui proses pemangkasan dan pembentukan secara bertahap. Tanaman ini memiliki nilai estetika dan ekonomi tinggi, namun perawatannya memerlukan ketelitian dan konsistensi, khususnya dalam aspek penyiraman [16]. Media tanam yang terbatas menyebabkan tingkat kelembapan tanah mudah berubah, sehingga kesalahan dalam penyiraman, baik kekurangan maupun kelebihan air, dapat mengakibatkan stres fisiologis atau kerusakan akar. Oleh karena itu, bonsai menjadi objek yang sesuai dalam pengujian sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah yang presisi.

3. Metode

3.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem penyiraman otomatis pada penelitian ini dilakukan dengan mengintegrasikan komponen-komponen yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk beroperasi secara mandiri dengan mendeteksi tingkat kelembapan tanah, dan secara otomatis mengaktifkan pompa air ketika nilai kelembapan berada melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Sebelum implementasi fisik dilakukan, skema rangkaian dirancang dan diuji menggunakan perangkat lunak simulasi untuk memastikan koneksi antar komponen berjalan sesuai fungsi.

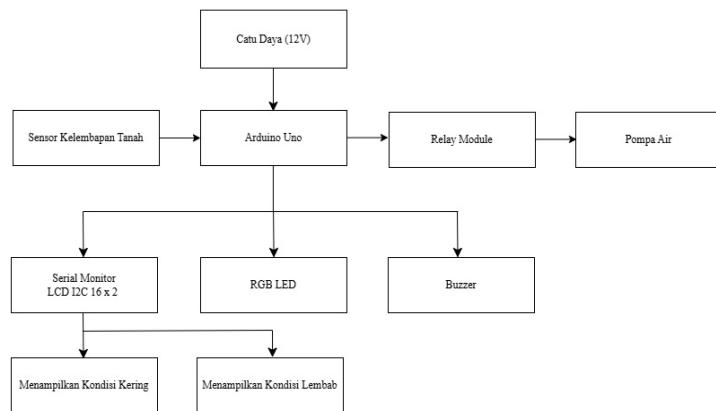
Tabel 1. Konektivitas pin antar komponen

Komponen	Konektivitas
Sensor soil moisture	A0, VCC, GND
LCD I2C	SCL, SDA, VCC, GND
RGB LED	Pin 4 (Merah), Pin 8 (Hijau), GND
Buzzer	Pin 2, GND
Modul Relay	Pin 7, GND, VCC, COM: VCC
Jack DC Terminal Block	VCC, GND

Pompa Air	NC Relay, GND
Baterai 12V	VCC, GND

Tabel 1 menggambarkan koneksi pin antar komponen dalam sistem penyiraman otomatis yang dirancang. Setiap komponen dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno melalui pin-pin tertentu sesuai dengan fungsi dan logika kerja sistem. Sensor kelembapan tanah terhubung ke pin analog untuk membaca nilai kelembapan, sedangkan LCD I2C, LED, dan buzzer terhubung ke pin digital untuk menampilkan informasi dan memberikan notifikasi. Modul *relay* mengatur kerja pompa berdasarkan sinyal logika dari mikrokontroler. Penyusunan koneksi ini dirancang untuk memastikan sistem dapat bekerja secara otomatis dan stabil, dengan aliran data dan daya yang terorganisasi dengan baik.

3.2. Diagram Blok Sistem



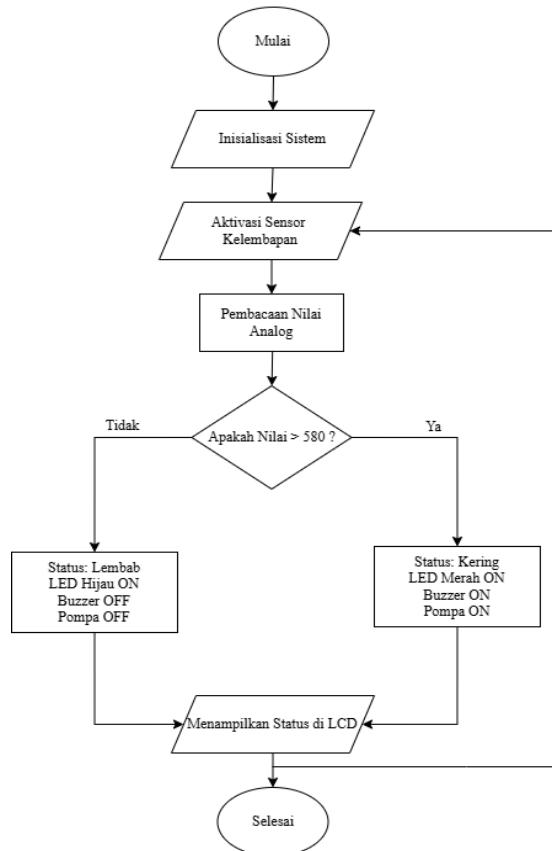
Gambar 1. Diagram blok sistem

Diagram blok pada Gambar 1 menunjukkan alur kerja logis dari sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah. Sistem ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *input*, pengendali, dan *output*. Sensor kelembapan tanah berfungsi sebagai *input* yang mendeteksi kadar air dalam media tanam, kemudian mengirimkan sinyal analog ke mikrokontroler Arduino Uno. Data tersebut diproses dan dibandingkan dengan nilai ambang batas kelembapan yang telah di program. Apabila nilai sensor menunjukkan bahwa kondisi tanah kering, maka Arduino akan mengaktifkan modul *relay* untuk mengaktifkan pompa air sebagai aktuator utama dalam proses penyiraman otomatis.

Dalam waktu bersamaan, sistem akan menampilkan status kelembapan melalui LCD I2C. Indikator visual berupa LED dua warna juga digunakan, di mana LED merah menyala ketika tanah kering dan LED hijau menyala ketika tanah lembab. Selain itu, buzzer diaktifkan sebagai indikator suara tambahan saat kelembapan tanah berada pada kondisi kering.

Dengan demikian, diagram ini menggambarkan bahwa seluruh proses, mulai dari pendekripsi kelembapan hingga penyiraman dan pemberitahuan, dilakukan secara otomatis dan terintegrasi tanpa perlu memerlukan intervensi manual dari pengguna.

3.3. Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart sistem

Gambar 2 menunjukkan *flowchart* dari sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah yang bekerja secara berulang (*looping*) selama sistem dalam keadaan aktif. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem oleh mikrokontroler, yang mencakup konfigurasi pin I/O, serta aktivasi komponen *input* dan *output* seperti sensor kelembapan tanah, LCD, buzzer, dan LED.

Setelah inisialisasi, sistem mulai membaca data kelembapan tanah dalam bentuk data analog dari *sensor soil moisture*. Nilai pembacaan tersebut kemudian dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditetapkan, yaitu 580 untuk menentukan status kondisi media tanam.

Jika nilai sensor melebihi dari 580, maka sistem mengidentifikasi kondisi tanah sebagai kering. Dalam kondisi ini, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air untuk penyiraman, menyalakan LED merah sebagai indikator visual, dan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan tambahan.

Sebaliknya, jika nilai sensor kurang dari atau sama dengan 580, maka tanah diartikan dalam kondisi lembab. Sistem akan menonaktifkan pompa air dan buzzer, serta menyalakan LED hijau sebagai indikator bahwa penyiraman tidak diperlukan.

Informasi mengenai kondisi kelembapan tanah ditampilkan secara *real-time* melalui layar LCD, sehingga pengguna dapat memantau status sistem secara langsung. Proses ini berjalan secara otomatis dan berulang, memungkinkan sistem untuk beradaptasi terhadap perubahan kelembapan tanah secara dinamis dan efisien tanpa keterlibatan.

3.4. Penetapan Ambang Batas Sensor

Penetapan ambang batas pembacaan sensor kelembapan merupakan tahap krusial dalam perancangan sistem penyiraman otomatis, karena menjadi dasar dalam menentukan titik di mana sistem harus mulai merespon kondisi kekeringan tanah. Dalam penelitian ini, digunakan *sensor soil moisture* resistif yang memberikan keluaran berupa nilai analog dengan rentang 0 hingga 1023, dengan nilai rendah menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah, sedangkan nilai tinggi menunjukkan kondisi tanah kering.

Melalui proses kalibrasi awal terhadap sensor dan media tanam yang digunakan, ditetapkan bahwa nilai 580 digunakan sebagai ambang batas untuk membedakan kondisi tanah antara lembab dan kering. Nilai ini dipilih karena secara empiris menghasilkan respon

sistem yang stabil dan akurat dalam mendeteksi transisi kelembapan media tanam. Pemilihan nilai ini juga didasarkan pada pertimbangan spesifik tanaman bonsai, yang idealnya tumbuh pada kelembapan tanah berkisar antara 50% hingga 60%.

Untuk memperkuat dasar pemilihan nilai 580 sebagai ambang batas, dilakukan pendekatan estimasi tingkat kelembapan tanah dengan menggunakan rumus konversi dari nilai analog sensor menjadi estimasi persentase kelembapan tanah berdasarkan pembacaan ADC 10-bit Arduino Uno, yaitu sebagai berikut:

$$\%Kelembapan = 100 - \left(\frac{nilai\ sensor}{1023} \times 100 \right) \quad (1)$$

Dengan memasukkan nilai ambang batas 580 ke dalam rumus tersebut, diperoleh hasil:

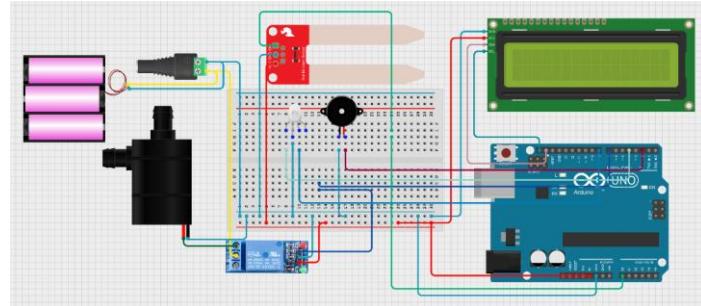
$$\%Kelembapan = 100 - \left(\frac{580}{1023} \times 100 \right) \approx 43\% \quad (2)$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai 580 diperkirakan merepresentasikan kadar kelembapan tanah sekitar 43%, yang dinilai sebagai titik kritis, di mana penyiraman harus segera dilakukan sebelum tanah menjadi terlalu kering. Oleh karena itu, dalam sistem ini ditetapkan logika bahwa:

- Jika nilai sensor > 580 , tanah dianggap kering dan sistem akan mengaktifkan pompa air beserta indikator peringatan.
- Jika nilai sensor ≤ 580 , tanah dianggap lembab dan sistem akan menonaktifkan pompa serta mematikan indikator.

Dengan penetapan ambang batas ini, sistem dapat bekerja secara otomatis dan responsif terhadap perubahan kadar air dalam media tanam, serta menjaga kelembapan tanah tetap berada dalam rentang ideal yang sesuai bagi tanaman bonsai.

3.5. Pengujian Sistem



Gambar 3. Skema rangkaian

Gambar 3 menggambarkan bahwa skema rangkaian sistem penyiraman otomatis terdiri dari berbagai komponen yang telah terhubung sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu merespon perubahan kondisi kelembapan tanah secara otomatis, serta mengevaluasi fungsi kerja setiap komponen yang telah dirancang.

Proses pengujian dimulai dengan menyalaikan sistem dan melakukan inisialisasi terhadap seluruh perangkat. Setelah sistem siap, sensor kelembapan mulai membaca kadar air dalam media tanam dan mengubahnya menjadi sinyal analog yang dikirimkan ke Arduino. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan ambang batas kelembapan yang telah ditentukan, yaitu sebesar 580.

Apabila nilai pembacaan sensor lebih besar dari ambang batas tersebut, maka sistem mengidentifikasi bahwa tanah berada dalam kondisi kering. Dalam keadaan ini, LED merah menyala sebagai indikator visual, buzzer berbunyi sebagai peringatan suara, dan relay berada dalam kondisi aktif (ON), sehingga pompa air menyala dan mulai mengalirkan air ke media tanam. Penyiraman berlangsung hingga kelembapan tanah kembali ke tingkat normal. Sebaliknya, jika nilai analog berada di bawah atau sama dengan nilai ambang batas, maka tanah dikategorikan dalam kondisi lembab. Sistem akan menonaktifkan LED merah dan buzzer, menyalaikan LED hijau sebagai penanda bahwa kelembapan tanah mencukupi, serta menonaktifkan relay sehingga pompa air berhenti beroperasi. Informasi mengenai kondisi kelembapan juga ditampilkan secara *real-time* pada layar LCD I2C, sehingga pengguna dapat memantau status sistem secara langsung.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan fungsi penyiraman secara otomatis berdasarkan nilai pembacaan sensor kelembapan tanah. Selain itu, integrasi

indikator visual dan suara memberikan umpan balik tambahan yang memperkuat keandalan sistem. Modul *relay* terbukti bekerja efektif sebagai saklar elektronik dalam mengontrol pompa air, yang menandakan bahwa alur kerja sistem telah sesuai dengan desain dan tujuan perancangan awal.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengujian Sensor Kelembapan pada Kondisi Tanah Kering

Pengujian awal dilakukan dengan menempatkan sensor kelembapan ke dalam media tanam yang berada dalam kondisi kering, tanpa adanya kelembapan tambahan. Tujuan dari pengujian ini untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi kondisi tanah kering, serta mengamati respon sistem terhadap nilai analog yang tinggi. Proses pengujian ini dilakukan secara *real-time* melalui *serial monitor* Arduino IDE untuk memantau nilai analog yang terbaca serta status kerja komponen sistem.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Kelembapan – Kondisi Tanah Kering

Nilai Sensor (Analog)	Status Tanah	Pompa Air	LED	Buzzer
1008	Kering	ON	Merah ON	ON
1011	Kering	ON	Merah ON	ON
1013	Kering	ON	Merah ON	ON
1015	Kering	ON	Merah ON	ON
1015	Kering	ON	Merah ON	ON
1016	Kering	ON	Merah ON	ON
1018	Kering	ON	Merah ON	ON
1018	Kering	ON	Merah ON	ON
1023	Kering	ON	Merah ON	ON

Berdasarkan Tabel 2, nilai sensor menunjukkan bahwa nilai analog yang dihasilkan oleh sensor kelembapan berkisar antara 1008 hingga 1023. Nilai tersebut menggambarkan tingkat resistansi tinggi pada tanah akibat minimnya kandungan air, yang menyebabkan pembacaan sensor menjadi tinggi. Pada sistem ini, digunakan nilai ambang batas (*threshold*) sebesar 580 sebagai titik pembeda antara kondisi lembab dan kering. Nilai ini diperoleh dari hasil kalibrasi awal sensor dan pengamatan empiris terhadap sifat media tanam yang digunakan.

Ketika nilai sensor berada di atas 580, sistem secara otomatis akan mengidentifikasi kondisi tanah sebagai “Kering”. Dalam kondisi tersebut, sistem memberikan respon dengan menyalakan LED sebagai indikator visual, mengaktifkan buzzer sebagai peringatan tambahan, serta mengaktifkan pompa air melalui modul *relay*. Hal ini juga dikonfirmasi dengan keluaran pada *serial monitor* berupa informasi “Status: KERING – Pompa ON”.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara akurat dalam mendeteksi kondisi kekeringan pada tanah dan memberikan respon secara langsung dengan baik. Aktivasi semua komponen *output* berlangsung konsisten dan stabil sesuai fungsinya, menandakan bahwa sistem dapat bekerja secara mandiri dalam mengontrol penyiraman tanaman berdasarkan kondisi lingkungan aktual, tanpa memerlukan intervensi manual.

4.2. Pengujian Sensor Kelembapan pada Kondisi Tanah Lembab

Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan sensor kelembapan tanah ke dalam media tanam yang telah diberikan air dalam jumlah cukup untuk mencapai kondisi lembab. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi keakuratan sistem dalam mengenali kondisi tanah memiliki kelembapan yang cukup, sehingga tidak memerlukan penyiraman. Proses pengujian dilakukan secara langsung melalui *serial monitor* pada Arduino Uno IDE untuk memantau respon sistem terhadap nilai sensor yang lebih rendah dari ambang batas.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Kelembapan – Kondisi Tanah Lembab

Nilai Sensor (Analog)	Status Tanah	Pompa Air	LED	Buzzer
577	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
576	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
576	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
575	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF

575	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
575	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
575	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
574	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF
573	Lembab	OFF	Hijau ON	OFF

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa nilai analog sensor berada pada rentang 577 hingga 573, yang berarti berada tepat di bawah ambang batas yang telah ditetapkan yaitu 580. Berdasarkan nilai tersebut, sistem mengenali bahwa kelembapan tanah berada dalam kondisi cukup atau tidak kering, sehingga penyiraman tidak diperlukan.

Sebagai respon terhadap kondisi ini, sistem secara otomatis menonaktifkan pompa air dan buzzer, serta menyalakan LED hijau sebagai tanda visual bahwa kelembapan tanah mencukupi. Informasi yang ada pada *serial monitor* yaitu “Status: LEMBAB – Pompa OFF” menggambarkan keputusan logika sistem berdasarkan pemrograman mikrokontroler.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mampu menghindari penyiraman berlebih dengan menghentikan aktivasi komponen *output* ketika tanah masih dalam kondisi cukup lembab. Respon pasif dari *relay*, buzzer, dan LED merah menandakan bahwa sistem dapat menghemat penggunaan air dan energi secara efisien, sesuai dengan prinsip kerja sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan.

4.3. Respon Otomatis Pompa Terhadap Perubahan Kelembapan

Pengujian ini bertujuan untuk melihat kemampuan sistem dalam merespon perubahan kondisi kelembapan tanah secara otomatis, khususnya dalam mengontrol aktivasi dan deaktivasi pompa air sebagai aktuator utama. Berdasarkan dua pengujian, diketahui bahwa sistem berhasil membedakan dua kondisi, yaitu tanah kering dengan nilai sensor analog diatas 580 dan tanah lembab dengan nilai dibawah 580. Dalam kondisi kering, sistem mengaktifkan pompa air bersamaan dengan LED merah dan buzzer, sedangkan pada kondisi lembab, sistem menonaktifkan pompa dan buzzer serta menyalakan LED hijau.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan logika kontrol penyiraman secara fungsional. Untuk menguji respon sistem terhadap perubahan kelembapan secara dinamis, dilakukan simulasi penambahan air secara bertahap ke media tanaman yang awalnya kering. Sensor kemudian membaca perubahan nilai kelembapan secara kontinu dan mengirimkannya ke mikrokontroler. Selama nilai sensor masih di atas ambang batas, sistem terus mengaktifkan pompa air. Namun, setelah nilai analog turun dan mencapai di bawah ambang batas, sistem merespon otomatis dengan menonaktifkan pompa, mematikan LED merah dan buzzer, serta menyalakan LED hijau.

Perubahan status ini dapat diamati melalui *serial monitor*, di mana sistem memberikan informasi “Status: KERING – Pompa ON” ketika nilai berada di atas ambang batas, dan “Status: LEMBAB – Pompa OFF” ketika nilai sudah berada di bawah ambang batas. Respon otomatis pompa yang cepat dan stabil menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan kondisi lingkungan secara *real-time* tanpa adanya *error* atau *delay*.

Dari hasil pengujian yang telah ditentukan mengindikasikan bahwa sistem penyiraman otomatis ini memiliki sensitivitas yang baik terhadap perubahan kelembapan tanah, terutama dalam mendekteksi kondisi di sekitar ambang batas. Respon otomatis pompa yang tepat waktu dan stabil menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan pada media tanam yang memerlukan penyiraman secara teratur dan tepat, seperti tanaman bonsai. Dengan hasil tersebut, sistem telah mampu menjalankan fungsinya secara optimal sesuai kebutuhan tanaman yang sensitif terhadap kelembapan.

6. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan menerapkan sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah serta mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini mampu mendekteksi tingkat kelembapan tanah secara langsung dan memberikan respon penyiraman secara otomatis dengan mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air serta indikator LED dan buzzer. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu membedakan antara tanah kering dan lembab berdasarkan nilai ambang batas sensor yang telah ditetapkan yaitu 580, serta mengoperasikan pompa air dan indikator dengan tepat tanpa adanya keterlambatan atau kesalahan operasional.

Sistem ini terbukti efektif dalam menjaga kelembapan tanah tetap berada dalam kisaran ideal, serta mencegah terjadinya penyiraman berlebih yang dapat merusak tanaman. Hal ini

menjadi sangat penting khususnya bagi tanaman bonsai yang sensitif terhadap fluktuasi kadar air. Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan solusi irigasi otomatis yang hemat air, hemat energi, dan sesuai untuk budidaya tanaman skala kecil seperti pertanian urban.

Dengan demikian, sistem penyiraman otomatis ini dapat menjadi solusi praktis dan efisien dalam menjaga kelembapan tanah secara tepat, khususnya untuk tanaman bonsai yang membutuhkan perhatian khusus. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara andal tanpa memerlukan intervensi manual, sehingga mendukung pemeliharaan tanaman yang lebih mudah dan berkelanjutan.

Referensi

- [1] Z. Pandu Pertiwi, “INFORMASI PROTOTYPE PENYIRAMAN TANAMAN HIAS DENGAN SOIL MOISTURE SENSOR BERBASIS ARDUINO,” *J. Inform. Manaj. dan Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 2580–3042, 2018.
- [2] E. Elfarisna, E. Rahmayuni, N. Fitriah, N. Nur, and S. Sukrianto, “Mengajar Budidaya Tanaman Hias di Yayasan Assyifa Al Islami,” in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*, 2021.
- [3] Fiorentina Cahaya Rizki, Pranadipa Ramadhan Wicaksono, and Fitri Wijayanti, “Peningkatan Kesuburan Tanah Dan Produktivitas Sebagai Hasil Pengolahan Lahan Di Dusun Ngadilegi, Pandaan,” *J. Inf. Pengabdi. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 01–09, Jan. 2024, doi: 10.47861/jipm-nalanda.v2i1.732.
- [4] M. Barokah, F. Listya, S. Dewi, and A. Rahmawati, “Dampak Keseimbangan Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*): Review Literature.”
- [5] A. Dalimunthe, K. S. Hartini, and G. I. Tampubolon, “Peningkatan Pertumbuhan Semai Alpukat (*Persea americana*) dengan Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk Kandang Ayam dan Interval Penyiraman,” in *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke-VIII*, 2022.
- [6] Y. Zhang, X. Chen, S. Geng, and X. Zhang, “A review of soil waterlogging impacts, mechanisms, and adaptive strategies,” *Front. Plant Sci.*, vol. 16, p. 1545912, 2025.
- [7] E. Erwin, “PERLINDUNGAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL TERHADAP PARA PETANI TANAMAN HIAS BONSAI DI KABUPATEN CIANJUR,” *Nusant. J. Ilmu Pengetah. Sos.*, vol. 11, no. 8, pp. 3379–3388, 2024.
- [8] I. T. Amri and A. Oktarino, “Perancangan dan Pengembangan Sistem Sensor Kelembapan Tanah Berbasis Arduino,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2025.
- [9] P. Hawelayuda and A. Wagyan, “DEVELOPMENT OF SOIL MOISTURE MONITORING SYSTEM AND AUTOMATIC WATERING BASED ON WSN WITH LORA PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN KELEMBABAN TANAH DAN PENYIRAMAN AIR OTOMATIS BERBASIS WSN DENGA LORA”, doi: 10.24912/tesla.
- [10] S. Prakosa Adhi Nugraha *et al.*, “Sistem Pompa Air Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk Optimalisasi Penyiraman Tanaman Menggunakan Sensor soil moisture,” 2024.
- [11] “AUTOMATIC PLANT IRRIGATION SYSTEM USING ARDUINO FOR EFFICIENT WATER MANAGEMENT,” *Int. Res. J. Mod. Eng. Technol. Sci.*, Jun. 2023, doi: 10.56726/irjmets42129.
- [12] T. A. Pargo, M. A. Shirazi, and D. Fadai, “Smart and Efficient IoT-Based Irrigation System Design: Utilizing a Hybrid Agent-Based and System Dynamics Approach,” *arXiv Prepr. arXiv2502.18298*, 2025.
- [13] Ö. Aydin, C. A. Kandemir, U. Kiraç, and F. Dalkılıç, “An artificial intelligence and *Internet of Things* based automated irrigation system,” *arXiv Prepr. arXiv2104.04076*, 2021.
- [14] G. Deshpande *et al.*, “IoT-Based LOW-Cost Soil Moisture and Soil Temperature Monitoring System,” *arXiv Prepr. arXiv2206.07488*, 2022.
- [15] M. E. Karar, M. F. Al-Rasheed, A. F. Al-Rasheed, and O. Reyad, “Iot and neural network-based water pumping control system for smart irrigation,” *Inf. Sci. Lett.*, vol. 9, no. 2, pp. 107–112, 2020, doi: 10.18576/isl/090207.
- [16] V. Ismail, A. Asmarita, E. N. Azizah, N. Wahyuni, N. Kesumawati, and S. N. Sari, “Peningkatan Kualitas Dan Pemasaran Budidaya Bonsai Di Desa Adirejo Melalui Pendekatan Agribisnis,” *Sink. J. Pengabdi. Masy. UIKA Jaya*, vol. 2, no. 3, pp. 289–303, 2024.

- [17] F. R. Perdana and N. Ratama, "MONITORING PH TANAH KELEMBABAN TANAH DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TOKO CITRA TAMAN LANDSCAPE MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS DENGAN METODE TIME SERIES," *J. Res. Publ. Innov.*, vol. 2, no. 3, pp. 2403–2408, 2024.
- [18] J. E. Candra and A. Maulana, "Penerapan soil moisture sensor untuk desain system penyiram tanaman otomatis," in *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)*, 2019, pp. 109–114.
- [19] R. A. A. Fauzi, "PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING KELEMBABAN TANAH OTOMATIS BERBASIS IOT PADA TANAMAN SAWI," 2022, *Universitas Islam Kalimantan MAB*.
- [20] M. Walid and A. Susanto, "Penyiraman Otomatis Menggunakan Arduino Uno pada Tanaman Greenhouse MA. Nurul Khoiroh," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–20, 2024.