

Rancang Bangun Prototype Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Anggrek Berbasis ESP32 dan Sensor Ultrasonic

Silvi Diah Fitriani ¹, Fahmi Fachri ²

¹²Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Jl. Kusuma No. 75, Kelurahan Jatisari, Kec. Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 54316.

¹ slvdh.27@gmail.com

² fahmifachriumnu@gmail.com

* Penulis : Silvi Diah Fitriani

Abstract: Orchids are ornamental plants that require stable humidity conditions to support optimal growth. However, manual watering methods tend to be inefficient, prone to errors such as overwatering and underwatering, and unable to monitor water availability in real time. This study aims to design and develop a prototype of an automatic watering system based on the ESP32 microcontroller, integrated with a soil moisture sensor and an ultrasonic sensor. The method used is Research and Development (R&D) following the ADDIE model, which includes the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The system operates by reading real-time soil moisture and water level values, then processing the data using the ESP32 to control the water pump based on threshold values, where the pump activates when soil moisture is <30% and stops when moisture is >60%. Additionally, a buzzer is used as a warning indicator; the buzzer sounds when the water level is <5 cm and stops when the water level is >50 cm. The research results show that the system is capable of adapting to changes in environmental conditions, where watering frequency increases under hot conditions, while soil moisture remains more stable under cool conditions. Overall, the developed system is capable of improving efficiency, accuracy, and reliability in the orchid watering process while reducing reliance on manual methods.

Keywords: Automatic Watering System; ESP32; Soil Moisture; Ultrasonic Sensor; Orchids.

Abstrak: Tanaman anggrek merupakan tanaman hias yang memerlukan kondisi kelembaban stabil untuk mendukung pertumbuhan optimal. Namun, metode penyiraman manual cenderung tidak efisien, rentan terhadap kesalahan seperti kelebihan dan kekurangan air, serta tidak mampu melakukan pemantauan ketersediaan air real time. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan prototype sistem penyiraman otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembaban tanah dan sensor ultrasonik. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE meliputi tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Sistem bekerja dengan membaca nilai kelembaban tanah dan ketinggian air real time, kemudian memproses data menggunakan ESP32 untuk mengontrol pompa air berdasarkan nilai ambang batas, dimana pompa aktif saat kelembaban tanah <30% dan berhenti saat kelembaban >60%. Selain itu buzzer digunakan sebagai indikator peringatan, buzzer on ketika ketinggian air <5 cm dan off ketika ketinggian air >50 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan, dimana pada kondisi panas frekuensi penyiraman meningkat, sedangkan pada kondisi sejuk kelembaban tanah lebih stabil. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan dalam proses penyiraman tanaman anggrek serta mengurangi ketergantungan pada metode manual.

Diterima: 10 April 2026

Direvisi: 1 Mei 2026

Diterima: 3 Mei 2026

Diterbitkan: 11 Mei 2026

Versi sekarang: 31 Mei 2026



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/>)

Kata kunci: Sistem Penyiraman Otomatis; ESP32; Kelembaban Tanah; Sensor Ultrasonik; Tanaman Anggrek.

1. Pendahuluan

Anggrek merupakan salah satu tanaman hias yang memiliki nilai estetika tinggi serta nilai ekonomi yang signifikan, dengan jumlah spesies yang tersebar luas di Indonesia mencapai 20.000 hingga 35.000 jenis [1]. Pertumbuhan tanaman anggrek sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama kelembaban dan suhu. Secara umum, anggrek dapat tumbuh optimal pada kelembaban antara 60%-85% dengan suhu berkisar 19°C-27°C [2]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa kelembaban ideal berada pada 60%-80% [3], bahkan beberapa studi menyebutkan rentang yang lebih spesifik yaitu 60%-70% [4]. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanaman anggrek memerlukan pengelolaan kelembaban yang tepat dan konsisten agar dapat tumbuh secara optimal [5].

Dalam praktiknya, penyiraman tanaman anggrek masih banyak dilakukan secara manual yang cenderung tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan seperti overwatering dan underwatering, yang dapat menyebabkan kerusakan akar atau pertumbuhan tanaman [6]. Selain itu, mode manual tidak mampu menyesuaikan kondisi lingkungan secara real time. Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis mikrokontroler dan sensor kelembaban tanah yang mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi penyiraman [7]. Namun, sistem tersebut umumnya belum dilengkapi dengan pemantauan ketersediaan air, sehingga berpotensi mengalami kegagalan saat air dalam wadah habis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan rancang bangun prototype sistem penyiraman otomatis berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembaban tanah dan sensor ultrasonik. Sistem ini berfungsi mengontrol penyiraman berdasarkan kelembaban tanah serta memantau ketinggian air secara real time, dilengkapi dengan relay untuk pompa, LCD 16x2 I2C sebagai media monitoring, dan buzzer sebagai indikator peringatan.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan proses penyiraman tanaman anggrek, serta meminimalkan intervensi manual sehingga kondisi pertumbuhan tanaman dapat lebih optimal dan terkontrol.

2. Kajian Pustaka

2.1 Tinjauan Literatur

A. Anggrek

Pertumbuhan anggrek sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban lingkungan. Suhu ideal berkisar 27°-30°C pada siang hari dan 21°-24°C pada malam hari, dengan kelembaban optimal antara 60%-80% [8]. Kelembaban yang terlalu tinggi dapat memicu penyakit seperti busuk akar dan daun, sedangkan kelembaban yang rendah dapat menyebabkan dehidrasi yang ditandai dengan daun layu, keriput, serta kegagalan kuncup bunga untuk berkembang.

B. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah merupakan persentase kandungan air dalam media tanam yang dapat diserap oleh tanaman dan menjadi indikator utama dalam menentukan kebutuhan penyiraman pada anggrek, khususnya yang dibudidayakan dalam pot. Kelembaban yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kekurangan oksigen pada akar sehingga memicu pembusukan dan menghambat penyerapan nutrisi, sedangkan kelembaban yang terlalu rendah mengakibatkan gangguan proses fisiologis seperti fotosintesis, respirasi, dan penyerapan hara, yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan tanaman layu hingga mati [9].

Penyiraman manual sering kali tidak mampu menjaga kelembaban tanah secara akurat karena bergantung pada perkiraan subjektif tanpa pengukuran yang presisi [10]. Akibatnya tanaman beresiko menerima air yang tidak sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, diperlukan

sistem pengukuran kelembaban tanah secara real time untuk menjaga kondisi optimal pertumbuhan anggrek.

C. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif System* sebagai penerus ESP8266 dengan dukungan WiFi dan bluetooth terintegrasi, sehingga cocok untuk sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini memiliki prosesor dual-core dengan kinerja tinggi, konsumsi daya rendah, serta jumlah GPIO yang cukup banyak untuk menghubungkan berbagai sensor, menawarkan performa lebih baik dibandingkan Arduino Uno [11].

Dalam penelitian ini, ESP32 berperan sebagai pengendali utama yang memproses data dari kelembaban tanah dan mengontrol pompa melalui relay sesuai kebutuhan tanaman. Dengan kemampuan komunikasi nirkabel dan dukungan IoT, sistem dapat melakukan monitoring secara real time serta mengotomatisasi penyiraman secara lebih efisien, akurat dan minim intervensi manual.

D. Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah kapasitif (*capacitive soil moisture sensor*) bekerja dengan mendeteksi perubahan kapasitansi yang dipengaruhi oleh kadar air dalam tanah. Peningkatan kandungan air akan meningkatkan konstanta dielektrik tanah, yang kemudian dikonversi menjadi sinyal tegangan analog sebagai indikator kelembaban. Dibandingkan sensor resistif, sensor kapasitif tidak menggunakan elektroda yang bersentuhan langsung dengan tanah sehingga lebih tahan terhadap korosi dan memiliki umur pakai lebih panjang. Selain itu, sensor ini memberikan hasil pengukuran yang stabil dan akurat, sehingga efektif digunakan dalam sistem penyiraman otomatis, khususnya untuk tanaman anggrek yang memerlukan kontrol kelembaban yang presisi [12].

E. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik JSN-SR04T merupakan sensor jarak berbasis gelombang ultrasonik yang dilengkapi probe tahan air, sehingga cocok untuk mendeteksi ketinggian air. Sensor ini bekerja secara non-kontak dengan memancarkan dan menerima gelombang dari permukaan air sehingga lebih aman dari resiko korosi. Sensor ini memiliki jangkauan pengukuran yang cukup luas dan akurasi yang memadai untuk pemantauan *real time*, serta mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32 melalui pin Trig dan pin Echo. Data yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk mengontrol indikator seperti buzzer [13].

F. LCD 16x2 I2C

Display elektronik merupakan komponen yang digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk karakter, angka, huruf, maupun grafik. Salah satu yang umum digunakan adalah LCD (*Liquid Crystal Display*), yang bekerja dengan memanfaatkan pantulan atau transmisi cahaya dari sumber eksternal untuk menampilkan informasi visual [14]. I2C (*Inter-Integrated Circuit*) merupakan protokol komunikasi serial yang menggunakan dua jalur untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat eksternal [15]. Protokol ini mudah diimplementasikan, mendukung banyak perangkat dalam satu jalur, serta hanya memerlukan sedikit pin, sehingga efisien digunakan dalam sistem tertanam [16].

G. Adaptor 12 Volt

Adaptor merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi mengubah tegangan arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dengan nilai yang lebih rendah [17]. Perangkat ini banyak digunakan sebagai sumber daya alternatif pengganti baterai karena mampu menyediakan suplai listrik yang stabil dan berkelanjutan. Adaptor umum digunakan pada berbagai perangkat elektronik seperti amplifier, radio, dan televisi, serta berperan penting dalam menyediakan tegangan DC yang sesuai kebutuhan [18].

2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

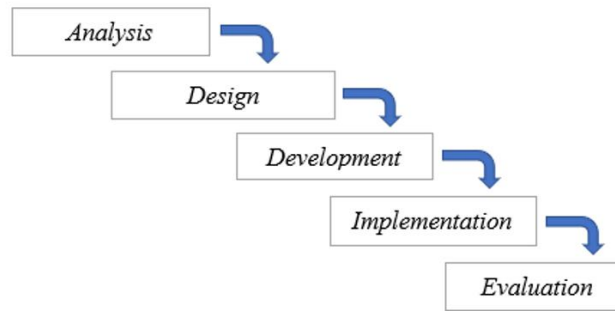
Kajian penelitian yang relevan merupakan telaah terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai rujukan atau acuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapun beberapa hasil studi yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Kajian Penelitian yang Relevan

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Rahma, Saleh & Arsyad[19]	Rancang bangun otomasi kelembaban tanah pada tanaman anggrek menggunakan ESP32 berbasis IoT Alya	Sistem menggunakan sensor kapasitif dan ESP32 dengan monitoring melalui Blynk, pompa aktif <60% dan mati >80%	Belum terdapat monitoring ketersediaan air
2	Fathurrohman, Tio, Iin[20]	Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Soil Moisture pada Tanaman Melon	Menggunakan sensor soil moisture, suhu, dan pH untuk efisiensi air	Objek penelitian berbeda dan tanpa monitoring ketersediaan air
3	Zein, Hamami, Faqih, Tatang[21]	Pengembangan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium Berbasis IoT	Akurasi tinggi (98%) dengan ESP8266 dan ThingSpeak	Tidak terdapat sistem deteksi ketersediaan air
4	Subagja, Supriyadi, Kurniadi[22]	Pengujian sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis iot	Monitoring berbasis web, namun terdapat delay hingga 133 detik	Masalah pada kecepatan sistem dan tidak ada monitoring air
5	Sujana [23]	Perancangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno	Menggunakan soil moisture dan ultrasonik untuk kontrol lokal	Tidak berbasis ESP32 dan belum real-time monitoring terintegrasi

3. Metodologi Penelitian

Penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian yang berfokus pada proses penghasilan suatu produk sekaligus metode penelitian yang berfokus pada proses pengujian terhadap tingkat keefektifannya [24]. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menciptakan produk melalui tahapan pengujian dan verifikasi secara sistematis sehingga diperoleh hasil yang valid, praktis, dan efektif untuk digunakan. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) karena sesuai untuk perancangan prototype berbasis teknologi yang bersifat sistematis dan iteratif. Gambaran umum proses penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1.



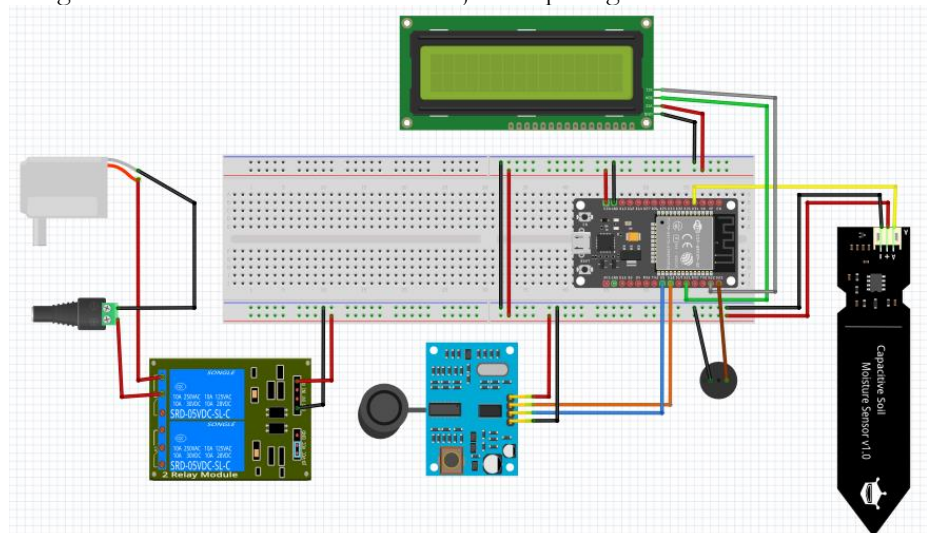
Gambar 3. 1 Alur Metode Penelitian

3.1. Analysis (Analisis)

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam proses penyiraman tanaman anggrek, seperti ketidak tepatan penyiraman dan kurangnya pemantauan ketersediaan air pada wadah penampungan serta studi literatur dari jurnal dan penelitian terdahulu yang relevan dengan perancangan sistem. Penelitian ini dilaksanakan di rumah peneliti di Kecamatan Susukan, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah pada periode Desember 2025 sampai April 2026. Perangkat yang digunakan meliputi ESP32, sensor kelembaban tanah kapasitif, sensor ultrasonik JSN-SR04T, pompa air DC, relay, LCD 16x2 I2C, buzzer, serta komponen pendukung lainnya. Sistem menggunakan sumber daya adaptor 12V untuk pompa dan 5V untuk sistem kendali dengan total konsumsi daya sekitar 9 watt.

3.2 Design (Perancangan)

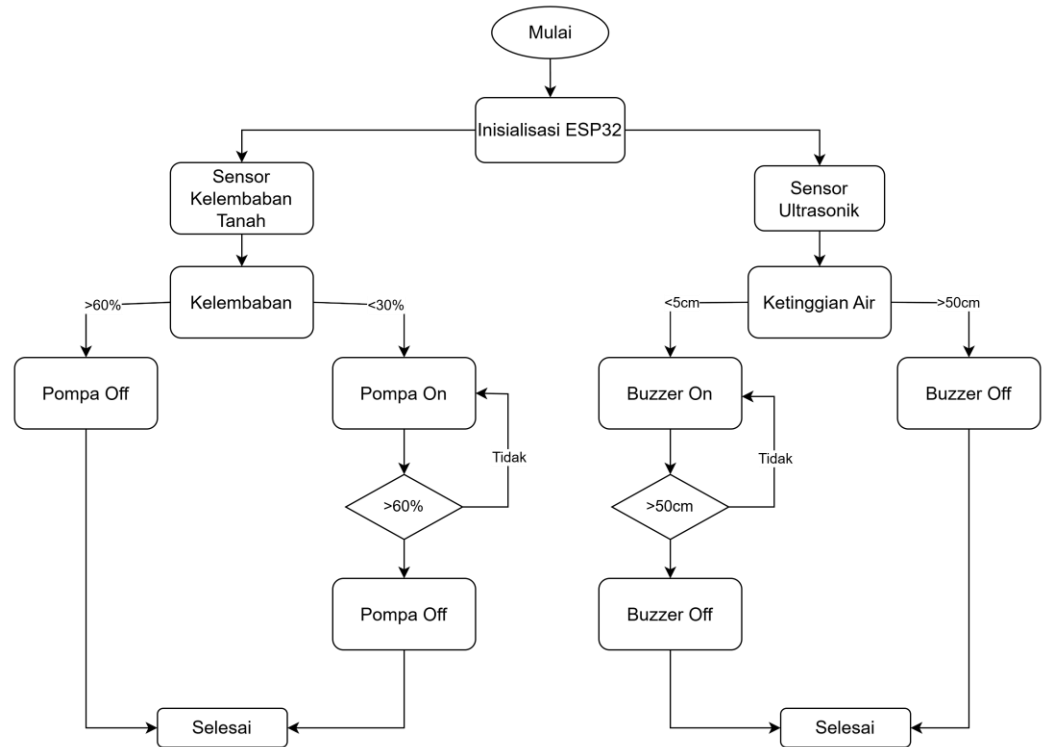
Tahap design merupakan tahap perancangan sistem penyiraman otomatis yang akan dikembangkan. Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan mencakup perangkat keras (*hardware*) berupa rangkaian sistem penyiraman otomatis, serta perangkat lunak (*software*) berupa program pengendali yang diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32. Perancangan sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Rangkaian Sistem Penyiraman otomatis

Gambar 3.2 merupakan hubungan antara komponen utama meliputi ESP32 sebagai pengendali, sensor kelembaban tanah sebagai input kondisi media tanam, sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air, serta aktuator berupa pompa air dan buzzer. Selain itu, LCD 16x2 I2C digunakan sebagai media tampilan informasi sistem secara *real time*. Diagram tersebut menunjukkan alur kerja sistem mulai dari proses pembacaan sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga pengambilan keputusan dalam mengaktifkan pompa dan indikator peringatan.

Selain perancangan perangkat keras, dilakukan juga perancangan alur kerja sistem yang menggambarkan logika pengambilan keputusan dalam proses penyiraman otomatis. Diagram alur sistem ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Diagram Alur Sistem

Gambar 3.3 merupakan diagram alur (*flowchart*) sistem penyiraman tanaman anggrek berbasis mikrokontroler ESP32 yang memanfaatkan sensor kelembaban tanah dan sensor ultrasonik sebagai input utama. Sistem ini bekerja dengan prinsip pengambilan keputusan berbasis nilai ambang batas untuk mengontrol pompa air dan buzzer. Alur kerja sistem dijelaskan sebagai berikut:

1. Proses dimulai (*start*), kemudian sistem melakukan inisialisasi perangkat yaitu ESP32, sensor kelembaban tanah, sensor ultrasonik, pompa air, dan buzzer.
2. Setelah inisialisasi, sistem melakukan pembacaan data dari dua sensor secara bersamaan yaitu sensor kelembaban tanah untuk mengetahui kondisi media tanam dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air pada wadah penampungan.
3. Data dari sensor kelembaban tanah diproses untuk menentukan kondisi tanah. Jika nilai kelembaban lebih dari 60% maka pompa mati (*off*). Sebaliknya, jika kelembaban tanah <30% maka pompa aktif untuk melakukan penyiraman.
4. Selama pompa aktif, sistem akan terus memantau nilai kelembaban tanah. Jika kelembaban tanah telah melebihi 60% maka pompa akan dimatikan kembali.
5. Pada sisi lain, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air. Jika ketinggian air kurang dari 5 cm, maka buzzer akan aktif sebagai indikator bahwa air pada wadah hampir habis.
6. Jika ketinggian air lebih dari 50 cm, maka buzzer akan nonaktif, menandakan kondisi air dalam keadaan cukup.
7. Seluruh proses berjalan secara otomatis dan berulang (*looping*), sehingga sistem mampu merespon perubahan kondisi secara *real time* tanpa intervensi manual.

Dengan demikian, sistem ini mampu mengontrol penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah serta memberikan peringatan dini ketika ketersediaan air berada pada batas minimum.

3.3 Development (Pengembangan)

Tahap development merupakan proses merealisasikan desain sistem yang telah dirancang sebelumnya menjadi prototype yang dapat berfungsi secara nyata. Pada tahap ini,

peneliti merangkai seluruh komponen sesuai dengan desain dan diagram yang telah dibuat. Proses ini meliputi perakitan perangkat keras, konfigurasi ESP32, pembuatan program, pengujian awal sistem, serta pemasangan komponen ke media pelindung.

3.4 *Implementation (Implementasi/Uji Coba)*

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan dan uji coba prototype secara langsung pada tanaman anggrek di lokasi penelitian. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam kondisi nyata, termasuk kemampuan sensor dalam mendeteksi kelembaban tanah, akurasi sensor ultrasonik dalam mengukur ketersediaan air, serta respon otomatis pompa air sesuai kondisi media tanam.

3.5 *Evaluation (Evaluasi)*

Tahap evaluasi merupakan proses penilaian terhadap kinerja sistem yang telah dikembangkan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah prototype sistem penyiraman otomatis telah bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Peneliti melakukan uji coba terbatas pada beberapa tanaman anggrek dilokasi penelitian untuk melihat efektivitas penyiraman otomatis dan kestabilan sistem. Berdasarkan hasil pengujian serta temuan selama implementasi, dilakukan analisis dan perbaikan apabila ditemukan kekurangan pada sistem. Tahap evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa prototype yang dikembangkan aman, berfungsi dengan baik, dan mampu membantu proses penyiraman tanaman anggrek secara lebih efisien dan terkontrol.

4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menguraikan hasil dan pembahasan dari pengembangan prototype sistem penyiraman otomatis tanaman anggrek berbasis ESP32. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembaban tanah kapasitif untuk mendeteksi kondisi media tanam serta sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air. Selain itu, sistem dilengkapi dengan pompa air sebagai aktuator, relay sebagai pengendali, LCD 16x2 I2C untuk menampilkan informasi, dan buzzer sebagai indikator peringatan.

Dalam pengujian, sistem bekerja dengan membaca nilai kelembaban tanah dan ketinggian air secara *real time*. Data tersebut diproses oleh ESP32 untuk mengontrol aktivasi pompa berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Logika kelembaban tanah dibagi menjadi tiga kondisi, yaitu kondisi tanah kering (kelembaban <30%) sehingga pompa diaktifkan untuk melakukan penyiraman, kondisi lembab (30%-60%) dan kondisi basah (>60%) sehingga pompa tidak diaktifkan.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan pengendalian ketersediaan air menggunakan sensor ultrasonik. Buzzer akan aktif ketika sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian air <5 cm sebagai indikator bahwa air habis, dan akan nonaktif ketika ketinggian air >50 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perubahan kondisi secara tepat, baik dalam mengontrol penyiraman maupun dalam memberikan peringatan ketersediaan air, sehingga meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan.

4.1 Fungsi Mikrokontroler dalam Sistem Penyiraman Otomatis

Mikrokontroler merupakan perangkat terintegrasi yang dirancang untuk menjalankan fungsi tertentu berdasarkan intruksi yang telah diprogram, sehingga berperan sebagai pusat kendali dalam sistem elektronik. Komponen ini menggabungkan unit pemrosesan (CPU), memori, serta antarmuka input dan output dalam satu kesatuan, yang memungkinkan proses pengolahan data dan pengendalian perangkat keras dilakukan secara efisien. Dalam perkembangan teknologi modern, mikrokontroler menjadi elemen penting dalam berbagai sistem otomatisasi. Pada penelitian ini, digunakan ESP32 sebagai pengendali utama dalam sistem penyiraman otomatis tanaman anggrek. Adapun fungsi utama mikrokontroler dalam sistem ini meliputi:

- a. Mengolah data dari sensor kelembaban tanah kapasitif sebagai dasar pemantauan kebutuhan penyiraman.
- b. Mengendalikan pompa air melalui relay serta buzzer sebagai indikator peringatan berdasarkan kondisi sistem.

- c. Berkomunikasi dengan perangkat output berupa LCD 16x2 I2C untuk menampilkan informasi kelembaban tanah, status kondisi, dan ketersediaan air pada wadah penampungan secara real time.
- d. Mengolah data dari sensor ultrasonik untuk memantau ketersediaan air pada wadah penampungan guna menjaga keberlangsungan sistem penyiraman otomatis.

4.2 Pengujian Alat Penyiraman Otomatis

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat setelah semua komponen terpasang dengan benar. Pengujian dilakukan secara langsung pada tanaman anggrek dengan menggunakan prototype sistem penyiraman otomatis. Sistem bekerja dengan membaca kondisi kelembaban tanah melalui sensor yang ditanam pada media tanam, serta memantau ketersediaan air pada wadah penyimpanan menggunakan sensor ultrasonik. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan, yaitu mengaktifkan pompa saat tanah dalam kondisi kering dan menghentikannya saat kondisi tanah sudah cukup lembab.



Gambar 4. 1 Prototype Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Anggrek

Berdasarkan gambar 4.1, terlihat bahwa sistem terdiri dari beberapa bagian utama yaitu tanaman anggrek sebagai objek pengujian, sensor kelembaban tanah yang ditancapkan pada media tanam, wadah air sebagai sumber penyiraman, serta rangkaian kontrol yang meliputi ESP32, relay, LCD, buzzer, dan sensor ultrasonik. Air dialirkan dari wadah menuju tanaman melalui selang yang terhubung dengan pompa. LCD digunakan untuk menampilkan informasi kadar air pada tanah dan status kondisi tanah secara langsung, sensor ultrasonik berfungsi untuk memantau ketersediaan air pada wadah penyimpanan, sedangkan buzzer berfungsi sebagai indikator ketika air pada wadah berada pada kondisi minimum.

Selama pengujian, sistem mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Ketika tanah kering maka pompa akan menyala dan air mengalir ke media tanam. Sebaliknya, saat kelembaban sudah mencukupi maka pompa akan berhenti. Selain itu, sistem juga memberikan peringatan ketika persediaan air hampir habis. Hal ini menunjukkan bahwa alat dapat membantu proses penyiraman menjadi lebih terkontrol dan mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual. Data hasil pengujian tersebut dicatat dan disajikan dalam bentuk tabel berikut:

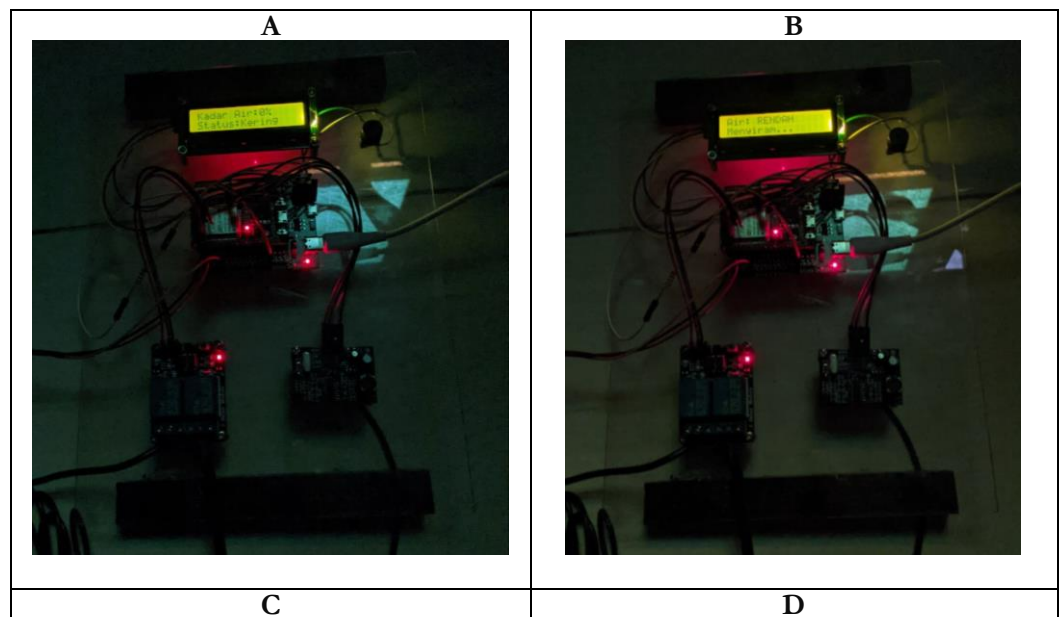
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian

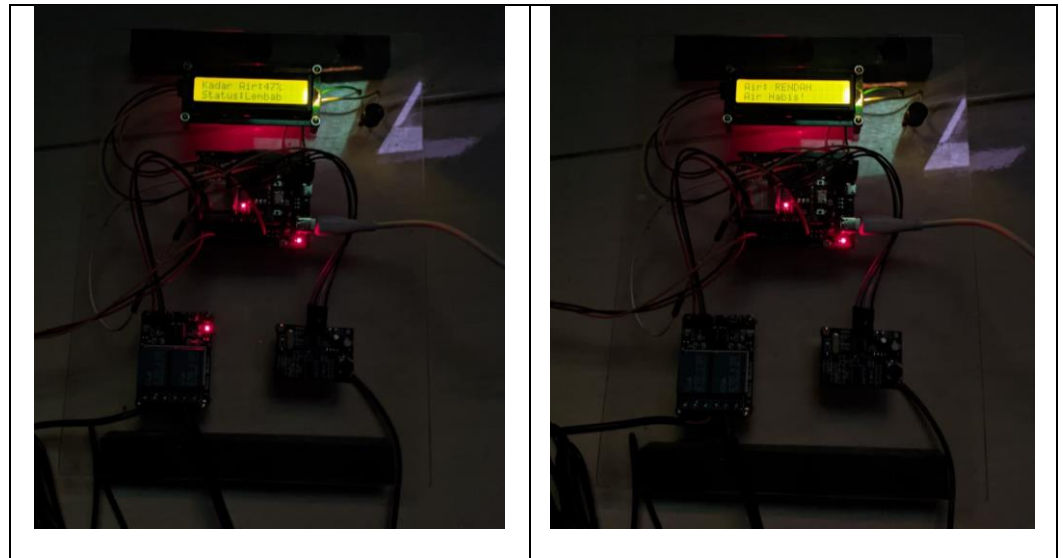
Tanggal Pengujian	Waktu (WIB)	Kadar Kelembaban Tanah (%)			Ketersediaan Air (cm)	
		Persentase Kelembaban	Kondisi Tanah	Status Pompa	Status Air	Buzzer
2 April 2026	06.30	0%	Kering	On	Normal	Off
	12.25	47%	Lembab	Off	Normal	Off
	17.39	20%	Kering	On	Normal	Off
	19.00	78%	Basah	Off	Air Habis	On
3 April 2026	05.11	60%	Lembab	Off	Normal	Off
	13.55	40%	Lembab	Off	Normal	Off
	18.30	34%	Lembab	Off	Normal	Off
	21.10	28%	Kering	On	Normal	Off
4 April 2026	06.00	55%	Lembab	Off	Normal	Off
	12.40	39%	Lembab	Off	Normal	Off
	17.30	29%	Kering	On	Normal	Off
	20.30	58%	Lembab	Off	Air Habis	On

Tabel pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis mampu merespon perubahan kondisi kelembaban tanah dan ketersediaan air secara konsisten sesuai logika yang diterapkan. Pada tanggal 2 dan 4 April 2026 yang didominasi cuaca panas, nilai kelembaban tanah cenderung lebih rendah pada beberapa waktu mencapai kelembaban <30% (0%, 20%, dan 29%) sehingga sistem mengaktifkan pompa untuk menjaga kondisi tanah tetap optimal. Sebaliknya, saat kelembaban meningkat >30% sampai 60% kategori lembab dan basah, pompa berada dalam kondisi off. Pada kondisi tertentu, meskipun kelembaban tanah tinggi (78% dan 58%), sistem mendeteksi ketersediaan air dalam keadaan minimum (Air Habis), sehingga buzzer aktif sebagai indikator peringatan.

Sementara itu, pada tanggal 3 April 2026 dengan kondisi cuaca yang lebih dingin dan sejuk, kelembaban tanah relatif lebih stabil pada rentang lembab 30%-60%, sehingga pompa tidak aktif. Pompa hanya menyala ketika kelembaban turun hingga 28% (kategori kering). Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti suhu serta cuaca turut mempengaruhi tingkat kelembaban tanah dan frekuensi penyiraman. Secara keseluruhan, sistem terbukti mampu bekerja adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan, baik dalam mengontrol penyiraman maupun dalam memberikan peringatan ketersediaan air.

Tabel 4. 2 Dokumentasi Pengujian Sistem





Tabel 4.2 merupakan tabel gambar dokumentasi pengujian sistem. Gambar pada kolom A menunjukkan kondisi tanah dengan kelembaban 0% yang termasuk kategori kering, sehingga sistem secara otomatis mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman. Pada kondisi ini, buzzer tidak aktif karena ketersediaan air pada wadah masih dalam keadaan cukup. Kolom B memperlihatkan proses penyiraman yang sedang berlangsung, hal ini ditandai dengan tampilan pada LCD yang menunjukkan status “menyiram”. Selanjutnya, pada kolom C menunjukkan kondisi tanah dengan kelembaban sebesar 47% yang termasuk kategori lembab, sehingga pompa tidak diaktifkan karena tanah sudah memiliki kadar air yang cukup. Sementara itu, kolom D menunjukkan kondisi ketika ketersediaan air pada wadah berada di batas minimum atau habis, sehingga buzzer aktif sebagai indikator peringatan untuk segera dilakukan pengisian ulang air secara manual.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa prototype sistem penyiraman otomatis berbasis ESP32 berhasil dikembangkan dan mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem dapat mendeteksi kondisi kelembaban tanah secara *real time* dan mengontrol pompa air secara otomatis, dimana pompa akan aktif saat kelembaban tanah berada pada kondisi kering (<30%) dan akan berhenti saat kondisi tanah telah mencapai lembab hingga basah (>30%). Selain itu, sensor ultrasonik yang digunakan mampu memantau ketinggian air pada wadah penampungan dengan baik, dimana buzzer akan aktif ketika ketinggian air berada dibawah batas minimum yaitu <5% sebagai indikator peringatan untuk dilakukan pengisian ulang air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perubahan kondisi lingkungan secara adaptif, dimana pada kondisi cuaca panas kelembaban tanah cenderung menurun sehingga frekuensi penyiraman meningkat, sedangkan pada kondisi cuaca sejuk kelembaban tanah lebih stabil sehingga penyiraman jarang dilakukan.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terbukti mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan dalam proses penyiraman tanaman anggrek, serta mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual. Namun, penelitian ini masih terbatas pada skala prototype, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut seperti integrasi dengan teknologi IoT untuk monitoring jarak jauh dan peningkatan akurasi sensor.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen atas dukungan serta fasilitas yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing, bapak Fahmi Fachri, S.M., M.Kom., atas bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat membantu dalam penyusunan dan penyelesaian penelitian ini. Semoga segala ilmu dan kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal.

Selain itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus kepada kedua orang tua atas dukungan, doa, serta motivasi yang tiada henti selama proses penyusunan jurnal ini. Dukungan tersebut menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Sebagai penutup, penulis juga mengapresiasi diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan komitmen dalam menyelesaikan penelitian ini hingga akhir. Semoga hasil yang dicapai dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Referensi

- [1] M. Lalla and I. M. Sudiarta, "Pengembangan Tanaman Anggrek di Kawasan Wisata Hutan Pinus Motilango Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo," vol. 3, no. 2, pp. 0–4, 2022.
- [2] S. Nurrahmi, N. Miseldi, and S. H. Syamsu, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Green House Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor DHT22," vol. 11, no. 1, pp. 33–43, 2022.
- [3] I. Nugrahanto, Z. F. Putera, and P. N. Malang, "Pemasangan Alat Kontrol Kelembaban Pada Usaha Budidaya Tanaman Anggrek Skala Kecil," pp. 40–56, 2022.
- [4] A. Z. Muhammad Hardian Hidayat, I Wayan Agus Arimbawa, "Model Penyiraman Otomatis Monitoring Kondisi Suhu Dan Intensitas Cahaya (Studi Kasus Lombok Orchid)," 2024.
- [5] N. Farid, A. Sarjito, and Z. Ulinuha, "Pengaruh kelembaban media terhadap pertumbuhan dan transpirasi lima varietas anggrek dendrobium," vol. 14, pp. 96–103, 2023.
- [6] M. Rusdi, R. P. Corputty, M. P. Yoga, C. A. Ronsumbre, and D. B. Titisari, "Pengkabutan Otomatis Dan Monitoring Pintar Berbasis Tenaga Surya Untuk Tempat Budidaya Tanaman Anggrek Ud Fairus Di Kabupaten Merauke," vol. 1, no. 2, pp. 53–59, 2023.
- [7] A. B. Syahputra and A. Ulinuha, "Integrasi Komponen Elektronika Berbasis ESP32 dan Sensor Kelembapan untuk Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Anggrek," vol. 14, no. 1, pp. 47–55, 2025.
- [8] A. R. Permanasari, H. N. Chamidy, R. Sudarman, and D. Rosirda, "Pertumbuhan Akar Anggrek Bulan Melalui Sistem Tanam Hidroponik dalam Smart and Aesthetic Greenhouse," vol. IX, no. 4, pp. 10961–10966, 2024.
- [9] N. Effendi *et al.*, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022.
- [10] G. B. Sulisty, L. A. Safitri, S. Kiswati, B. K. Adjie, and M. Naufal, "Pemanfaatan internet of things (iot) untuk monitoring tumbuh kembang tanaman anggrek," vol. 3, no. 2, pp. 95–106, 2023.
- [11] C. E. Savitri and N. P. Is, "Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroler Esp32 ESP32 based Car Parking Monitoring System," vol. 7, no. 2, pp. 135–144, 2022.
- [12] L. A. Sakti *et al.*, "Studi Komparasi Sensor Kelembapan Tanah Menggunakan ESP32," no. April, 2025.
- [13] A. N. Az-zikri, S. Indriyanto, and A. Wicaksono, "Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Level Air Tandon Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN-SR04T," vol. 2, no. 3, pp. 13–22, 2025.
- [14] R. Mubarak and A. A. Syukron, "Pengembangan Alat Pendingin Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Sensor Dht 22," vol. 6, no. 3, pp. 1554–1561, 2025.
- [15] R. M. Abdurrohman, K. Barriyah, and K. Nursuciliyat, "Prototipe Monitoring Suhu Dan Kelembapan Secara Realtime," vol. 4, no. 2, pp. 29–36, 2023.
- [16] M. R. Ghozali and A. Putra, "Implementasi Iot dalam Simulasi Pendeteksi Objek Orang yang Masuk dalam Suatu Ruang," 2025.
- [17] A. Setiawan, M. A. Hariyono, A. F. Habibi, P. U. Kalimantan, and T. Elektromedik, "Rancang Bangun Alat Kalibrasi Thermogun Berbasis Arduino Uno," vol. 2, no. 1, pp. 10–20, 2024.

-
- [18] S. Yusup, "Alat Pemantau Bilik Disinfektan Untuk Pencegahan Penularan Covid-19 Dengan Internet Of Things (IOT) Berbasis Mikrokontroler," no. 1, pp. 180–193, 2022.
- [19] M. Rahma, K. Saleh, and S. Arsyad, "Rancang bangun otomasi kelembaban tanah pada tanaman anggrek menggunakan ESP32 berbasis IoT Alya," vol. 26, no. 2, 2024.
- [20] M. Fathurrohman, Tio Prasetya, Iin, "Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Soil Moisture pada Tanaman Melon," vol. 8, no. 1, pp. 568–573, 2024.
- [21] D. R. Zein, F. Hamami, and T. Mulyana, "Pengembangan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium Berbasis IoT," vol. 4, no. 1, pp. 103–110, 2022.
- [22] F. E. Subagja, A. P. Supriyadi, A. R. Kurniadi, T. Elektro, and U. S. Karawang, "Pengujian sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis iot," vol. 8, no. 2, pp. 91–97, 2023.
- [23] N. Sujana, "Perancangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno," vol. 4, pp. 17–30, 2024.
- [24] Marinu Waruwu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan," vol. 9, pp. 1220–1230, 2024.