

Alat Pengesanan Kelembapan dan Suhu Tanah

Soil Moisture And Temperature Detector

Muhammad Nilee Iman Syakir Roslee¹, Nur Azliza Ahmad^{1,2*}

¹ Department of Electrical Engineering, Centre for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

² Modular Educational Robotic (MEBOT), Centre for Diploma Studies Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: nurazliza@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2026.07.01.028>

Maklumat Artikel

Diserah: 1 Oktober 2025

Diterima: 30 November 2025

Diterbitkan: 15 Januari 2025

Abstrak

Projek ini membangunkan sebuah sistem pintar bagi memantau kelembapan dan suhu tanah menggunakan mikropengawal ESP32 serta teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini direka untuk membantu pengguna memantau keadaan tanah tanaman secara masa nyata melalui aplikasi Blynk, dengan data turut dipaparkan pada skrin OLED. Penderia kelembapan tanah dan penderia suhu DHT11 digunakan untuk mendapatkan bacaan persekitaran, manakala pam air dan buzzer diaktifkan secara automatik apabila bacaan melebihi atau menurun daripada paras ditetapkan. Sistem juga menyokong kawalan manual melalui telefon pintar. Hasil pengujian menunjukkan ketepatan bacaan penderia kelembapan berada dalam julat $\pm 3-5\%$ dan suhu $\pm 1^\circ\text{C}$, dengan purata masa tindak balas 1.12 saat bagi kelembapan dan 1.28 saat bagi suhu. Kadar kejayaan pengaktifan automatik pam air dan buzzer mencapai 95%, membuktikan sistem ini berfungsi dengan baik, responsif, dan mudah digunakan. Projek ini berpotensi untuk digunakan dalam penjagaan tanaman berskala kecil hingga sederhana secara lebih cekap dan efisien.

Kata Kunci

Internet of Things (IoT), ESP32, DHT11

Keywords

Internet of Things (IoT), ESP32, DHT11

Abstract

This project develops a smart system to monitor soil moisture and temperature using an ESP32 microcontroller and Internet of Things (IoT) technology. The system is designed to help users monitor plant soil conditions in real time through the Blynk application, with data also displayed on an OLED screen. A soil moisture sensor and DHT11 temperature sensor are used to collect environmental readings, while the water pump and buzzer are automatically activated when readings exceed or fall below predefined thresholds. The system also supports manual control via a smartphone. Testing results show that the soil moisture sensor accuracy is within $\pm 3-5\%$ and temperature accuracy within $\pm 1^\circ\text{C}$, with average response times of 1.12 seconds for moisture and 1.28 seconds for temperature. The automatic activation success rate of the water pump and buzzer reached 95%, proving that the system functions well, is responsive, and user-friendly. This project has potential for efficient and effective use in small-to-medium-scale plant care applications.

1. Pendahuluan

Dalam era kemajuan teknologi masa kini, banyak penyelidikan telah dijalankan untuk meningkatkan kemudahan dan kecekapan dalam penjagaan tumbuhan [1-4]. Salah satu cabaran utama dalam penjagaan pokok bunga ialah memastikan suhu dan kelembapan tanah berada dalam keadaan optimum bagi memastikan pertumbuhan yang sihat dan subur [5]. Teknologi terkini membolehkan sistem pemantauan automatik yang membantu pengguna dalam penjagaan tumbuhan tanpa perlu melakukannya secara manual [6-7].

Berbeza dengan kajian lepas yang kebanyakannya menggunakan Arduino UNO sebagai pengawal mikro, projek ini memilih ESP32 kerana ia mempunyai sambungan Wi-Fi terbina dalam yang membolehkan penghantaran data lebih stabil dan pantas, di samping menjimatkan kos dan ruang litar kerana tidak memerlukan modul tambahan [8].

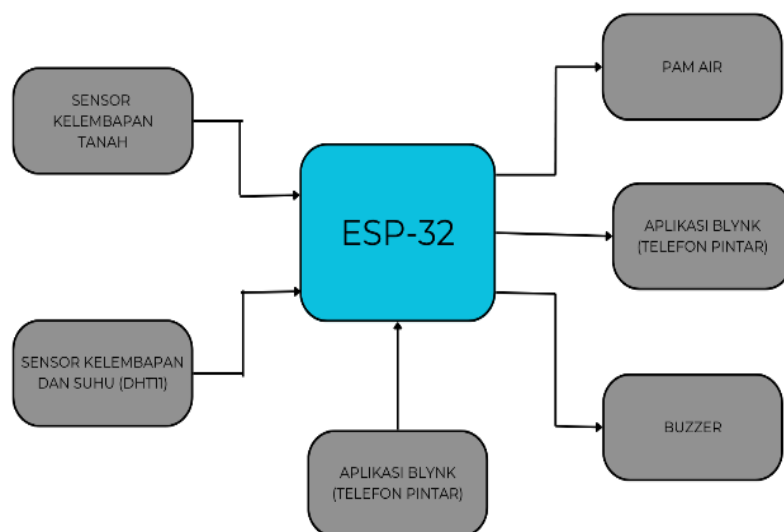
Sistem yang dibangunkan membolehkan pemilik pokok bunga memantau parameter penting seperti suhu dan kelembapan tanah secara masa nyata melalui aplikasi mudah alih. Teknologi ini bukan sahaja membantu meningkatkan keberkesanan penjagaan, malah dapat mengurangkan risiko tumbuhan terjejas akibat keadaan tanah yang tidak sesuai [9]. Bacaan daripada penderia akan dihantar ke platform IoT untuk dianalisis dan dipaparkan, membolehkan pengguna menerima notifikasi serta mengambil tindakan segera seperti menyiram atau melindungi tumbuhan daripada suhu melampau [10].

Projek ini juga memberi keupayaan kepada pengguna untuk merancang jadual penjagaan tumbuhan dengan lebih sistematik. Kepentingannya sangat besar terutama untuk pertanian pintar berskala kecil seperti tanaman pasu, kebun rumah dan sistem urban farming, kerana ia membantu pengguna memantau tanaman secara berterusan tanpa pengawasan manual yang kerap. Dengan adanya projek ini, teknologi pengesanan suhu dan kelembapan tanah diharap dapat diperluas kepada lebih banyak jenis tanaman dan seterusnya menyumbang kepada pembangunan sektor pertanian pintar [10].

2. Bahan dan Metodologi

2.1 Gambar Rajah Blok Sistem

Rajah 1 menunjukkan blok sistem ini terbahagi kepada dua bahagian utama, iaitu bahagian luar dan bahagian dalam. Bahagian luar mengandungi penderia kelembapan tanah, penderia suhu DHT11, dan ESP32 sebagai pengawal utama untuk membaca data dari persekitaran. Bahagian dalam pula melibatkan aplikasi Blynk pada telefon pintar untuk memantau dan mengawal sistem. Keluaran seperti pam air dan lampu LED akan diaktifkan berdasarkan data dari penderia. Semua komunikasi berlaku melalui WiFi yang disediakan oleh ESP32, menjadikan sistem ini sesuai untuk automasi dalam penjagaan tanaman.

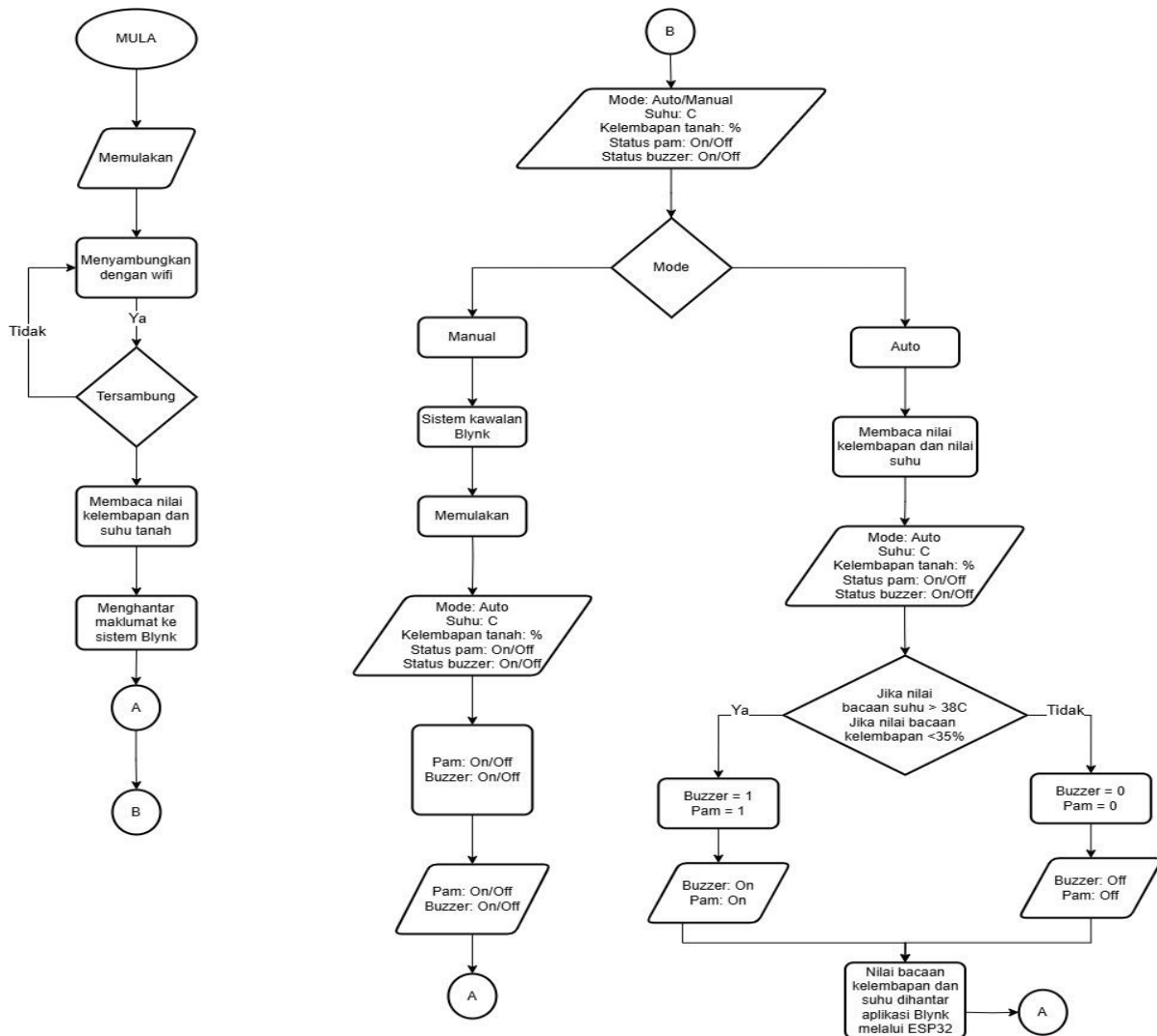


Rajah 1 Gambar rajah blok projek

Rajah 2 menunjukkan carta alir bagi keseluruhan sistem pengesanan kelembapan dan suhu tanah yang dibangunkan. Pada peringkat awal operasi, penderia kelembapan tanah dengan julat bacaan 0–100% dan penderia suhu DHT11 dengan julat 0–50°C serta ketepatan $\pm 1^\circ\text{C}$ berfungsi mengesan bacaan secara berterusan untuk memastikan data

persekitaran diperoleh secara masa nyata. Bacaan yang diperoleh kemudian diproses oleh pengawal mikro ESP32, yang dilengkapi dengan keupayaan sambungan Wi-Fi terbina dalam, sebelum dihantar ke paparan OLED 128x64 bagi paparan fizikal dan ke aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh melalui peranti mudah alih. Maklumat ini membantu pengguna memantau keadaan tanaman dengan lebih sistematik. Sistem seterusnya akan mengaktifkan pam air 3-5V melalui relay apabila kelembapan tanah jatuh di bawah paras ambang yang telah ditetapkan, manakala buzzer akan berbunyi sebagai isyarat amaran jika suhu persekitaran melebihi 38°C. Di samping itu, sistem ini juga menyokong mod kawalan manual melalui aplikasi mudah alih, yang memberi fleksibiliti kepada pengguna untuk mengawal pam air dan buzzer mengikut keperluan.

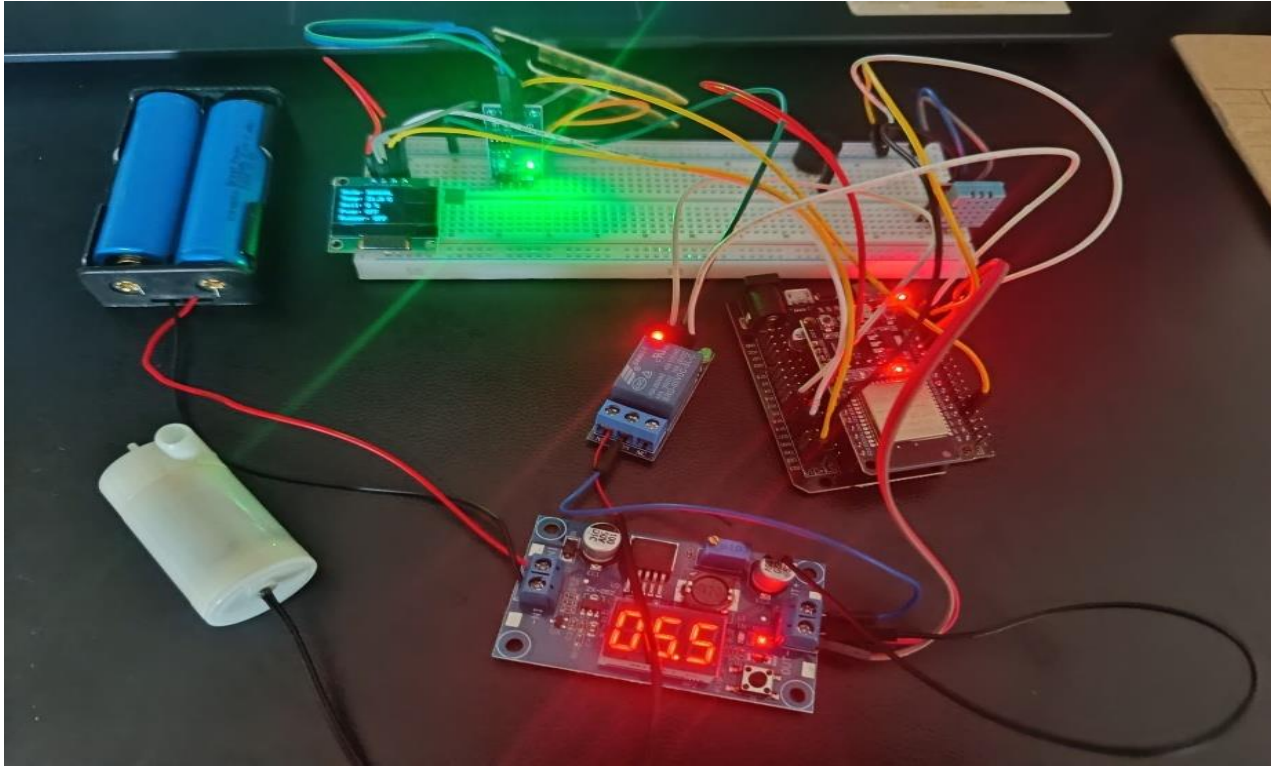
Bagi memastikan sistem berfungsi dengan stabil, beberapa komponen sokongan digunakan termasuk modul step-down LM2596 bagi menurunkan voltan daripada 12V kepada 5V supaya sesuai dengan keperluan operasi ESP32, relay, dan pam air. Wayar jumper serta donutboard digunakan untuk memastikan penyambungan litar kemas dan selamat. Proses pengujian sistem dijalankan dalam tiga keadaan tanah berbeza iaitu tanah kering ($\leq 30\%$), tanah lembap (30-60%), dan tanah tepu ($>60\%$) dengan setiap keadaan diuji sebanyak lima ulangan untuk mendapatkan purata bacaan penderia dan purata masa tindak balas. Keadaan suhu persekitaran turut diuji dalam julat 28°C hingga 40°C bagi mengesahkan ketepatan fungsi buzzer apabila suhu melepasi ambang 38°C. Kaedah ujian ini memastikan sistem yang dibangunkan dapat bertindak balas secara konsisten, tepat, dan boleh dipercayai terhadap keadaan sebenar tanah dan suhu, seterusnya meningkatkan keberkesanan dalam pengurusan pengairan tanaman.



Rajah 2 Carta alir

2.2 Litar Skematik

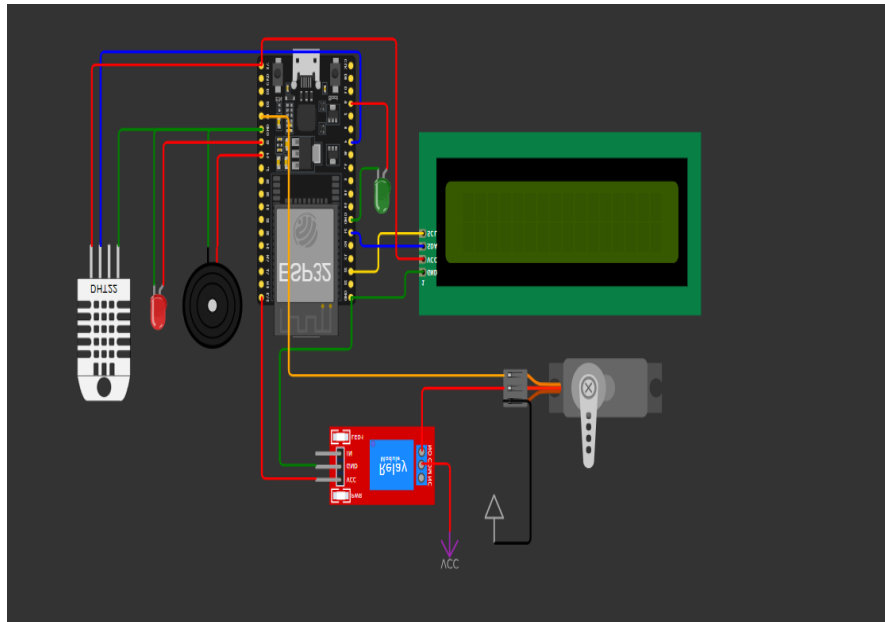
Rajah 3 menunjukkan perincian litar skematik sistem pengesanan kelembapan dan suhu tanah yang dibangunkan. Litar bermula daripada bekalan kuasa yang menyalurkan voltan kepada papan ESP32 sebagai komponen utama sistem. Daripada ESP32, sambungan diteruskan kepada penderia kelembapan dan suhu tanah yang berfungsi untuk mengukur keadaan semasa tanah. Selain itu, sambungan turut dibuat kepada modul paparan OLED untuk memaparkan bacaan secara masa nyata. Seterusnya, litar dihubungkan kepada modul relay yang mengawal operasi pam air, manakala buzzer juga disambungkan bagi memberikan amaran audio apabila nilai kelembapan berada di luar julat ditetapkan. Platform Blynk disepadukan melalui sambungan Wi-Fi ESP32 bagi membolehkan pengguna memantau dan mengawal sistem secara jarak jauh. Keseluruhan sambungan ini memastikan bekalan kuasa diagihkan dengan betul dan setiap komponen berfungsi secara bersepadu untuk menyokong operasi sistem.



Rajah 3 Perincian litar skematik sistem

2.3 Simulasi

Rajah 4 menunjukkan simulasi litar sistem menggunakan platform Wokwi. Dalam simulasi ini, semua komponen utama seperti papan ESP32, penderia kelembapan dan suhu tanah, paparan OLED, pam air dan buzzer telah disambungkan secara maya mengikut konfigurasi sebenar. Bekalan kuasa maya diberikan kepada ESP32, seterusnya membolehkan data daripada penderia dihantar dan dipaparkan pada skrin OLED. Di samping itu, modul kawalan pam dan buzzer turut diuji melalui simulasi untuk memastikan pengaktifan automatik atau manual dapat berjalan dengan lancar mengikut mod yang dipilih. Simulasi ini membantu pengguna menyemak kefungsi sistem serta mengesahkan bahawa sambungan litar adalah betul sebelum proses pembinaan fizikal dilakukan.

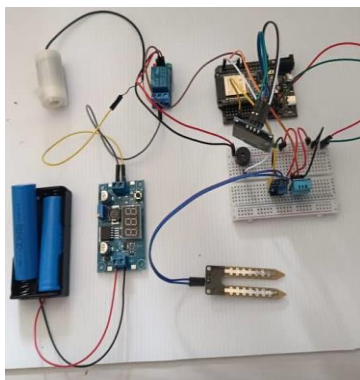


(a)

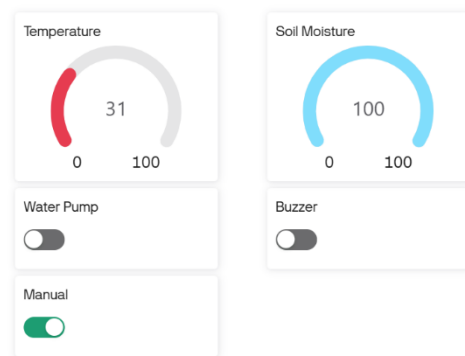
Rajah 4 Simulasi litar di Wokwi

3. Keputusan dan Perbincangan

Hasil pengujian sistem Alat Pengesan Kelembapan dan Suhu Tanah menunjukkan bahawa sistem ini berjaya mencapai objektif utama projek. Bacaan suhu dan kelembapan daripada penderia adalah tepat dan dihantar ke aplikasi Blynk secara masa nyata melalui ESP32. Paparan OLED memaparkan data dengan jelas, manakala pam air dan buzzer berfungsi secara automatik apabila bacaan melepasi had yang ditetapkan. Sistem juga boleh dikawal secara manual melalui aplikasi, menjadikannya mesra pengguna dan sesuai untuk pemantauan tanaman jarak jauh seperti Rajah 5 (a) dan (b).



(a) Litar Skematik Sistem



(b) Papan Pemuka Aplikasi BLYNK

Rajah 5 (a) Gambarajah projek (b) Paparan muka BLYNK.

3.1 Keputusan

Analisis terhadap Jadual 1(a) dan Jadual 1(b) menunjukkan bahawa sistem pengesan kelembapan tanah beroperasi dengan baik dan memberikan tindak balas yang selaras dengan keadaan sebenar tanah. Berdasarkan Jadual 1(a), apabila nilai kelembapan berada pada paras rendah iaitu antara 21 % hingga 25 %, pam air diaktifkan secara automatik (Ujian 1, 4 dan 5). Sebaliknya, bagi nilai kelembapan yang lebih tinggi iaitu 36 % dan 37 % (Ujian 2 dan 3), pam tidak diaktifkan. Ini membuktikan bahawa penderia dapat mengesan perubahan kandungan air dalam tanah dan sistem kawalan pam bertindak tepat mengikut nilai ambang yang telah ditetapkan.

Selain itu, Jadual 1(b) menunjukkan kecekapan sistem daripada segi masa tindak balas penderia terhadap perubahan kelembapan tanah. Nilai masa tindak balas yang diperolehi berada dalam julat 1.0 hingga 1.3 saat, dengan purata masa tindak balas sebanyak 1.28 saat. Ini menunjukkan bahawa penderia mempunyai kecekapan yang tinggi dan mampu memberikan maklum balas hampir serta-merta apabila berlaku perubahan kelembapan.

Secara keseluruhannya, keputusan yang diperoleh daripada kedua-dua jadual menunjukkan bahawa sistem ini bukan sahaja berfungsi dengan betul, malah mempunyai masa tindak balas yang pantas serta dapat mengawal pam air secara automatik dan berkesan.

Jadual 1 Keputusan analisis

(a) Keputusan Analisis Penderia Kelembapan Tanah

Ujian	Nilai kelembapan, (%)	Keluaran
1	21	Pam hidup
2	36	Pam padam
3	37	Pam padam
4	22	Pam hidup
5	25	Pam hidup

(b) Keputusan Kecekapan Penderia Kelembapan Tanah

Ujian	Nilai kelembapan, (%)	Kecekapan (saat)
1	25	1
2	26	1.2
3	29	1
4	30	1.3
5	35	1.1

(c) Keputusan Analisis Penderia Suhu

Ujian	Nilai suhu, (°C)	Keluaran
1	28.2	Buzzer padam
2	28.9	Buzzer padam
3	30.1	Buzzer padam
4	39.2	Buzzer hidup
5	38.3	Buzzer hidup

(d) Keputusan Kecekapan Penderia Suhu

Ujian	Nilai suhu, (°C)	Kecekapan (saat)
1	28.2	1
2	28.9	1.5
3	30.1	1.3
4	39.2	1.4
5	38.3	1.2

Berdasarkan Jadual 1(c) dan Jadual 1(d), prestasi penderia suhu serta mekanisme tindak balas sistem dapat dinilai dengan jelas. Keputusan pada Jadual 1(c) menunjukkan bahawa penderia suhu mampu mengesan peningkatan suhu secara konsisten, di mana pada suhu rendah antara 28.2 °C hingga 30.1 °C (Ujian 1 hingga 3), buzzer tidak diaktifkan. Namun, apabila suhu meningkat kepada 38.3 °C dan 39.2 °C (Ujian 4 dan 5), buzzer diaktifkan secara automatik sebagai isyarat amaran. Ini menunjukkan bahawa sistem berjaya membezakan antara suhu normal dan suhu yang melebihi ambang yang ditetapkan, sekali gus membuktikan bahawa penderia dan buzzer berfungsi dengan tepat mengikut keadaan persekitaran.

Selain itu, Jadual 1(d) menunjukkan nilai kecekapan penderia suhu daripada segi masa tindak balas terhadap perubahan suhu. Masa tindak balas yang direkodkan adalah antara 1.0 hingga 1.5 saat, dengan purata masa tindak balas 1.28 saat. Ini membuktikan bahawa penderia suhu berupaya memberikan maklum balas dengan cepat apabila berlaku peningkatan suhu, dan sistem penggera (buzzer) dapat diaktifkan tanpa kelewatan yang ketara. Secara keseluruhannya, analisis ini membuktikan bahawa sistem pengesanan suhu mempunyai tahap kecekapan yang baik dan responsif, serta mampu memberi amaran segera apabila suhu melebihi paras yang dibenarkan.

Berdasarkan Jadual 2(a) dan Jadual 2(b), prestasi keseluruhan sistem pengesan suhu dan kelembapan tanah dapat dinilai secara menyeluruh. Hasil pengujian menunjukkan bahawa penderia kelembapan memberikan bacaan yang tepat berdasarkan keadaan tanah. Sebagai contoh, apabila nilai kelembapan berada pada paras rendah (21 % dan 22 %), pam air diaktifkan secara automatik bagi memastikan tanah kembali berada pada keadaan lembap (Ujian 1 dan 4). Sebaliknya, apabila bacaan kelembapan tinggi (36 % dan 37 %), pam tidak diaktifkan kerana tanah masih berada dalam keadaan basah (Ujian 2 dan 3). Bagi penderia suhu, keputusan turut menunjukkan bahawa sistem penggera berfungsi dengan baik. Pada suhu yang tinggi iaitu melebihi 38 °C (Ujian

2 dan 5), buzzer diaktifkan secara automatik sebagai tanda amaran, manakala pada suhu biasa (sekitar 28–30 °C) buzzer kekal tidak diaktifkan.

Sementara itu, Jadual 2(b) menunjukkan bahawa kedua-dua penderia mempunyai masa tindak balas yang pantas terhadap perubahan nilai suhu dan kelembapan. Masa tindak balas penderia suhu berada dalam julat 1.0 hingga 1.5 saat, manakala penderia kelembapan berada antara 1.0 hingga 1.3 saat. Purata masa tindak balas penderia suhu yang dicatatkan adalah 1.12 saat, menandakan tahap kecekapan sistem yang baik. Secara keseluruhannya, ujian yang dijalankan membuktikan bahawa semua komponen sistem iaitu penderia, pam air dan buzzer dapat berfungsi secara automatik dan saling berhubung antara satu sama lain mengikut keadaan sebenar persekitaran.

Jadual 2 Prestasi keseluruhan sistem

(a) Keputusan Analisis Penderia Suhu Dan Kelembapan Tanah

Ujian	Nilai suhu, (°C)	Nilai kelembapan, (%)	Keluaran Buzzer	Keluaran Pam
1	28.2	21	Buzzer padam	Pam hidup
2	39.2	36	Buzzer hidup	Pam padam
3	30.1	37	Buzzer padam	Pam padam
4	28.9	22	Buzzer padam	Pam hidup
5	38.3	25	Buzzer hidup	Pam hidup

(b) Keputusan Kecekapan Penderia Suhu Dan Kelembapan Tanah

Ujian	Nilai suhu, (°C)	Kecekapan (saat)	Nilai kelembapan, (%)	Kecekapan (saat)
1	28.2	1	25	1
2	28.9	1.5	26	1.2
3	30.1	1.3	29	1
4	39.2	1.4	30	1.3
5	38.3	1.2	35	1.1

3.2 Perbincangan

Hasil pengujian menunjukkan sistem Alat Pengesan Kelembapan dan Suhu Tanah berfungsi dengan baik dan memenuhi objektif projek. Penderia kelembapan berjaya mengesan keadaan tanah dengan ketepatan tinggi dan mengaktifkan pam air secara automatik apabila bacaan turun di bawah 35%, manakala penderia suhu mengaktifkan buzzer apabila suhu melebihi 38°C. Purata kecekapan penderia suhu yang diambil untuk mengesan ialah 1.28 saat, manakala purata kecekapan penderia untuk kelembapan ialah 1.12 saat. Keputusan ini juga menunjukkan bahawa masa tindak balas kelembapan adalah lebih pantas berbanding dapatan yang dilaporkan dalam kajian kedua yang mencatatkan 1.5 saat. Dapatan ini membuktikan sistem dapat memberikan maklum balas yang cepat dan stabil. Graf hubungan antara tahap kelembapan dan pengaktifan pam boleh digunakan untuk menunjukkan dengan lebih jelas ambang kawalan automatik, menjadikan prestasi sistem lebih mudah difahami berbanding jadual sahaja.

Implikasi dapatan ini penting kerana menunjukkan sistem sesuai digunakan dalam aplikasi pertanian berskala kecil seperti tanaman cili, bunga hiasan atau tanaman pasu di rumah. Masa tindak balas yang pantas mengurangkan risiko tanaman mengalami kekeringan atau terdedah kepada suhu melampau, seterusnya meningkatkan kadar kejayaan pertumbuhan. Fungsi kawalan manual melalui aplikasi Blynk juga berfungsi dengan baik, memberi fleksibiliti kepada pengguna untuk mengawal pam air dan buzzer dari jarak jauh. Secara keseluruhan, sistem ini mudah digunakan, boleh dipercayai, dan berpotensi besar untuk diaplikasikan dalam pertanian pintar rumah dan kebun kecil.

4. Kesimpulan

Projek pembangunan sistem pengesan kelembapan dan suhu tanah ini telah berjaya direalisasikan dengan menggunakan teknologi IoT berasaskan ESP32 yang diintegrasikan bersama penderia kelembapan tanah dan suhu, serta aplikasi Blynk untuk pemantauan masa nyata. Sistem ini membolehkan pengguna memantau dan mengawal keadaan tanah secara automatik mahupun manual, seterusnya membantu memastikan pokok bunga berada dalam keadaan optimum. Pengujian yang dijalankan menunjukkan sistem berfungsi dengan baik, responsif, dan memberikan maklumat yang tepat dengan kadar ralat yang rendah. Selain itu, keupayaan sistem

untuk memberikan notifikasi dan tindak balas automatik terhadap perubahan suhu dan kelembapan menunjukkan potensi besar teknologi ini dalam menyokong amalan pertanian pintar berskala kecil.

Cadangan untuk penambahbaikan, penderia tambahan seperti penderia pH tanah atau penderia cahaya boleh ditambah bagi memantau keadaan tanaman dengan lebih menyeluruh. Reka bentuk sistem boleh dinaiktaraf menggunakan kotak pelindung kalis air dan habuk supaya lebih tahan lasak untuk penggunaan luar. Integrasi kuasa solar turut boleh dipertimbangkan bagi memastikan operasi berterusan di kawasan tanpa bekalan elektrik. Potensi projek ini juga boleh diperluas kepada skala ladang dengan menambah keupayaan rangkaian dan pemprosesan data menggunakan teknologi AI bagi meramal pola kelembapan serta menjadualkan penyiraman secara automatik.

Penghargaan

Penulis dengan merakamkan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, atas segala kemudahan, bimbingan serta sokongan yang diberikan sepanjang tempoh pelaksanaan projek ini.

Konflik Kepentingan

Penulis dengan ini mengisytiharkan bahawa tiada sebarang bentuk konflik kepentingan, sama ada secara langsung atau tidak langsung, yang boleh mempengaruhi kandungan, analisis, atau penerbitan laporan ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: konsepsi dan reka bentuk kajian: Muhammad Nilee Iman Syakir Bin Roslee; pengumpulan data: Muhammad Nilee Iman Syakir Bin Roslee; analisis dan interpretasi hasil: Muhammad Nilee Iman Syakir Bin Roslee, Nur Azliza Ahmad; penyediaan draf manuskrip: Muhammad Nilee Iman Syakir Bin Roslee, Nur Azliza Ahmad. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] N. Mokhtar, S. N. M. Ibrahim, and M. A. S. Mohamad, "Smart Agriculture Monitoring System using IoT," Malaysian Applied Research and Innovation (MARI) Journal, vol. 2, no. 3, pp. 63–71, 2023.
- [2] D. Adekanmbi and M. Kumar, "Deep learning-enabled smart irrigation systems: Challenges and opportunities," Smart Agricultural Technology, vol. 11, no. 100369, 2024.
- [3] D. Adekanmbi and M. Kumar, "Gambar rajah sistem pintar pengairan," Smart Agricultural Technology, vol. 11, no. 100369, 2024.
- [4] V. Sharma, A. Singh, and R. Kumar, "IoT and machine learning-based autonomous irrigation system using weather forecast and soil condition," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 213, no. 108267, 2024.
- [5] V. Sharma, A. Singh, and R. Kumar, "Gambar rajah sistem," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 213, no. 108267, 2024.
- [6] M. Rani and M. Prasad, "Wireless intelligent irrigation system using edge computing and LoRa," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 213, no. 108345, 2024.
- [7] M. Rani and M. Prasad, "Gambar sistem LoRa untuk pengairan," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 213, no. 108345, 2024.
- [8] D. Saraswat and C. Balaji, "Smart irrigation systems: A review of the current state and future challenges," in Proc. IEEE, 2024.
- [9] D. Saraswat and C. Balaji, "Carta sistem pengairan pintar," IEEE Xplore, 2024.
- [10] S. S. Bhadauria and N. Patel, "IoT based smart agriculture monitoring system," in Proc. IEEE, 2019.