

SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS WEB DENGAN MIKROKONTROLER ESP32, SENSOR DHT11, DAN SOIL MOISTURE

Aqilah Aulia Farhani¹, Purwanto^{2*}

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informasi, Universitas Budi Luhur, Kota Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ¹1911510137@student.budiluhur.ac.id, ^{2*}Purwanto@budiluhur.ac.id
(*: *corresponding author*)

Abstrak-Teknologi *Internet of Things (IoT)*, yang memfasilitasi interaksi antar perangkat via internet, memberi ruang untuk perkembangan sistem otomatisasi di berbagai sektor. Penggunaan *IoT* dalam manajemen penyiraman melalui penerapan sensor otomatis untuk operasional penyiraman tanaman. Mengetahui bagaimana cara tanaman mendapatkan asupan air yang sesuai serta cara agar dapat mengontrol kelembaban tanah pada tanaman. Sensor tersebut bisa mendeteksi kapan tanaman harus disiram secara otomatis, yang bertujuan mempermudah dalam menjaga dan merawat tanaman agar tetap tumbuh subur dengan cara yang lebih efektif dan efisien serta mengimplementasikan sistem penyiraman tanaman secara otomatis menggunakan *web*. Sumber data pada penelitian ini bersumber dari sensor DHT11 dan sensor *soil moisture* dan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Hasil penelitian ini menunjukkan dengan adanya sensor kelembaban tanah, tanaman dapat mensuplai air yang cukup agar tanaman lebih terawat, juga mempermudah kolektor tanaman hias dalam memantau suhu dan kelembaban tanaman hias *Aglonema*. Dalam kerangka *IoT*, sensor ini dapat terhubung ke internet dan menyajikan data rinci tentang manajemen penyiraman, seperti kelembaban tanah yang membantu meningkatkan efisiensi manajemen penyiraman dan memberikan manfaat tambahan bagi tanaman hias *Aglonema*. Penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan NodeMCU ESP32 yang mampu berjalan dengan baik mendeteksi kelembaban tanah untuk penyiraman tanaman secara otomatis.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT)*, sistem otomatisasi, sensor otomatis, tanaman hias *aglonema*, nodemcu esp32.

WEB-BASED AUTOMATIC PLANT IRRIGATION SYSTEM USING ESP32 MICROCONTROLLER, DHT11 SENSOR, AND SOIL MOISTURE SENSOR

Abstract- *Internet of Things (IoT) technology, which facilitates interaction between devices via the internet, provides space for the development of automation systems in various sectors. The use of IoT in watering management through the application of automatic sensors for plant watering operations. knowing how plants get the right water intake and how to control soil moisture in plants. The sensor can detect when plants need to be watered automatically, which aims to make it easier to maintain and care for plants so that they continue to grow well in a more effective and efficient way and implement an automatic plant watering system using the web. The data source in this study comes from the DHT11 sensor and soil moisture sensor and is processed by the ESP32 microcontroller. The results of this study indicate that with the presence of a soil moisture sensor, plants can supply enough water so that plants are better maintained, and also make it easier for ornamental plant collectors to monitor the temperature and humidity of Aglonema ornamental plants. Within the IoT framework, this sensor can be connected to the internet and present detailed data on watering management, such as soil moisture which helps improve the efficiency of watering management and provides additional benefits for Aglonema ornamental plants. Automatic plant watering based on the Internet of Things (IoT) using NodeMCU ESP32 which is able to work well to detect soil moisture for automatic plant watering.*

Keywords: *Internet of Things (IoT), automation systems, automatic sensors, Aglonema ornamental plants, NodeMCU ESP32.*

1. PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi otomasi berbasis sensor berkembang pesat dan berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman. Otomatisasi teknologi dapat dilakukan untuk membantu aktivitas sehari-hari manusia sehingga mengatasi kekurangan dari cara konvensional atau manual. Sistem otomatis dapat beroperasi tanpa henti sepanjang waktu. Sehingga, sistem otomatis ini dapat digunakan atau dimanfaatkan untuk melakukan atau mengerjakan pekerjaan manusia. Sistem otomatis pada umumnya menggunakan pengendali untuk dapat mengatur dari pekerjaan suatu sistem. Pengendali ini berupa komputer kecil yang merupakan otak atau pusat dari kendali sehingga dapat membantu manusia untuk menyelesaikan tugas sehari-hari [1]. *Internet of Things* adalah

teknologi yang bertujuan untuk menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui *Internet. IoT* berguna dalam mengatasi permasalahan ketika sistem tradisional masih menjadi sistem otomatis [2].

Di era globalisasi, banyak sekali alat yang otomatis menunjang tugas-tugas manusia agar menjadi lebih ringan. Capaian perkembangan teknologi diantaranya adalah penerapan *IoT* untuk menciptakan alat penyiraman otomatis pada tanaman khususnya tanaman hias Aglonema. Untuk perawatan Aglonema sehari-hari, pemilik tanaman Aglonema memerlukan sinar matahari dan suhu ruangan yang cukup, sehingga harus disiram dengan metode manual setiap pagi dan sore hari dengan menjaga intensitas cahaya dan suhu ruangan. Kelebihan atau kekurangan dalam pemupukan tanaman Aglonema cukup dilakukan seminggu sekali. Tanaman aglonema memerlukan sinar matahari yang cukup setiap hari dengan intensitas cahaya kisaran 10% hingga 30% dan suhu 20°C hingga 30°C [3].

Menanam tanaman hias di taman merupakan hal yang banyak dilakukan oleh para kolektor tanaman hias untuk mempercantik dan memperindah suasana rumahnya. Menyiram tanaman adalah tugas yang harus pertimbangkan saat merawatnya. Air mempengaruhi kelembaban tanah, sehingga menyediakan jumlah air yang tepat merupakan faktor penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman Aglonema idealnya dapat tumbuh pada suhu rendah [4]. Tanaman membutuhkan air untuk tumbuh, sehingga penting untuk menjaga kelembaban tanah secara rutin. Oleh karena itu, pemilik tanaman dan petani harus lebih memperhatikan penyiraman tanaman hias Aglonema. Dengan adanya alat penyiraman otomatis ini, tumbuhan akan mendapatkan penyiraman air yang cukup dan baik tanpa harus disiram oleh manusia dengan cara manual, juga mengurangi tenaga manusia dan mempersingkat waktu penyiraman, sehingga pemilik tanaman dapat fokus atau mengerjakan kegiatan lainnya.

Dari penelitian sebelumnya cara kerja alat penyiraman tanaman otomatis ini adalah menggunakan sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah [5]. Penelitiannya hanya menggunakan 1 sensor saja, namun alat ini kurang maksimal. Tanaman yang akan tumbuh sehat juga pengaruh dari suhu udara maka dari itu penelitian ini menambahkan sensor suhu agar dapat memaksimalkan alat untuk menyiram tanaman.

Penelitian lainnya membuat penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu. Penelitiannya menggunakan tanaman selada dengan suhu udara 25°C sampai 28°C dan kelembaban berkisar antara 65% sampai 78%. Sedangkan dalam penelitian kali ini menggunakan tanaman hias Aglonema yang dimana untuk suhu berkisar 24°C sampai 27°C dan kelembaban tanah sekitar 75% akan berhenti menyiram [6].

Sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* yang memanfaatkan sensor kelembaban tanah dan suhu memberikan solusi efektif untuk perawatan tanaman hias. Penelitian ini menggunakan sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu lingkungan tanaman, sementara sensor kelembaban tanah mengukur kadar kelembaban pada tanah. Data yang dikumpulkan oleh sensor ini diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk mengatur penyiraman secara otomatis. ESP32 digunakan karena dianggap *standalone* tanpa adanya mikrokontroler lain. Pasalnya, ESP32 dilengkapi dengan modul *WiFi* di dalam *chipnya* sehingga memungkinkan untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things (IoT)* [7].

Kemudian, alat mentransfer data kelembaban tanah dan suhu dari sensor kelembaban tanah dan sensor DHT11 pada LCD dan *web*. Jika kelembaban di atas 75%, relay menjadi *low*. Sehingga pompa air jadi menyala sampai kelembaban naik hingga 75%. Sensor DHT11 bertugas mendeteksi suhu di lingkungan tanaman. Namun, jika kelembaban di atas 75% maka alat akan mati sesuai dengan kebutuhan air pada tanaman tersebut.

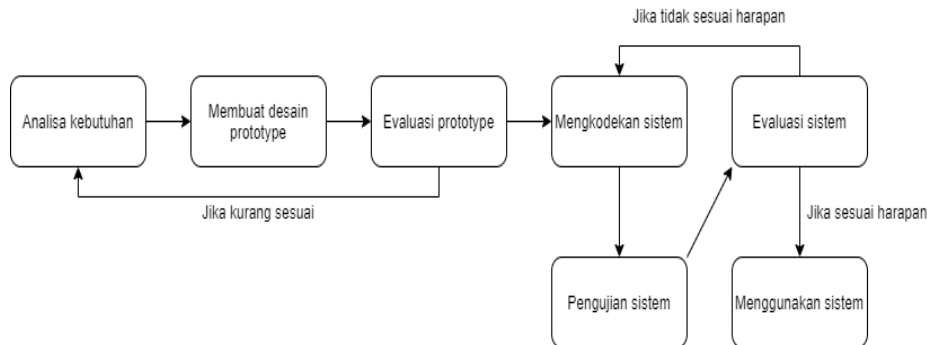
2. METODE PENELITIAN

2.1 Penerapan Metode

Prototipe ini merupakan versi pertama dari tahap sistem perangkat lunak yang dirancang untuk memberikan gambaran ide, bereksperimen dengan desain, mencari sebanyak mungkin permasalahan yang ada, dan menemukan solusi yang memecahkan permasalahan tersebut. Model prototipe yang digunakan pada sistem memungkinkan pengguna mengetahui fase-fase sistem agar dapat bekerja dengan baik. Metode prototipe yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan representasi pemodelan aplikasi yang akan dibuat [8]. Berikut tahapan-tahapan dari metode prototipe:

Perancangan prototipe adalah bentuk sementara suatu sistem atau alat. kemudian dapat menganalisis kerja dan aliran sistem sesuai dengan tujuan. Kemudian tahap evaluasi prototipe adalah hasil analisis prototipe yang selanjutnya akan mengevaluasi kekurangan sistem dan memperbaiki kerja dan aliran sistem. Dari hasil evaluasi akan tercermin pada perancangan prototipe selanjutnya. Setelah itu *Coding System Level*, pengkodean ini merupakan transformasi suatu prototipe dalam bentuk program yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman agar dapat beroperasi sesuai dengan tujuan rencana awal. Selanjutnya Pengujian sistem pada tingkat berikutnya

berarti menguji sistem untuk melihat seberapa baik kinerjanya sesuai dengan tujuan awal rencana. Tahap evaluasi sistem merupakan hasil pengujian sistem yang dievaluasi untuk memeriksa apakah sistem berfungsi seperti yang diharapkan. kemudian, jika hasil evaluasi belum sesuai akan kembali ke tahap pengkodean sistem dan perbaikan sistem. Langkah terakhir dalam membuat sistem adalah menggunakan sistem yang dibuat sesuai desain. Gambar 1 merupakan penerapan metode penelitian



Gambar 1. Penerapan Metode

2.2 Rancangan Pengujian

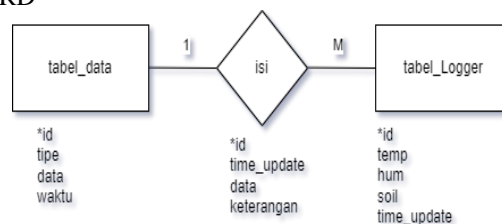
Rancangan pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi semua kebutuhan yang diharapkan. Pengujian akan berfokus pada pengujian fungsional, khususnya untuk menguji fungsi perangkat keras, seperti sensor yang akan digunakan, serta menguji apakah komponen *output* beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

2.3 Rancangan Basis Data

Dalam pembuatan sistem tersebut diperlukan perancangan basis data yang dapat menyimpan data yang dibutuhkan saat situs *web* berjalan. *MySQL* adalah basis data yang digunakan dalam penelitian ini dan akan berfungsi sebagai *database* untuk menyimpan dan mengelola data.

2.4 Entity Relationship Diagram

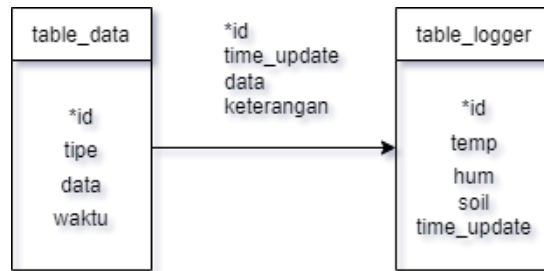
Entity Relationship Diagram merupakan cara aman untuk memodelkan *database* yang digunakan. *ERD* adalah skema konseptual, sejenis model data semantik sistematis. Sistem yang digunakan dalam relasi entitas adalah *database* relasional dengan pendekatan *top-down*. Diagram yang digunakan merupakan suatu gambaran model *entity-relationship* yang disebut juga dengan *entity-relationship diagram ER Diagram* atau *ERD* [9]. Berikut gambar 2 merupakan ERD



Gambar 2. Entity Relationship Diagram

2.5 Logical Record Structure

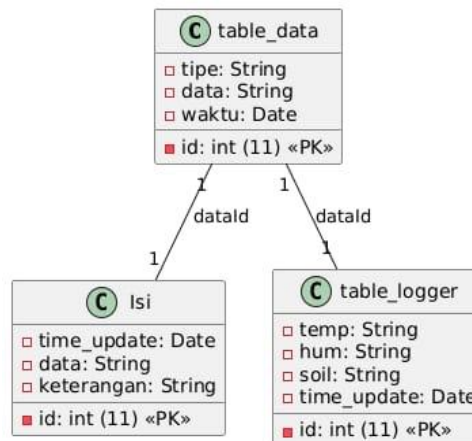
LRS atau *Logical Record Structure* merupakan model sistem yang terdiri dari tiga hubungan yaitu, *one-to-many*, *one-to-one*, dan *many-to-many*. *LRS* adalah representasi dari struktur *record-record* pada tabel-tabel yang terbentuk dari hasil relasi antar himpunan entitas, dibuat berdasarkan nomor dan jenis rekaman. Beberapa tipe *record* diwakili oleh kotak empat persegi panjang dan dengan nama yang unik [9]. Berikut tampilan *LRS* dari *web* penyiraman tanaman otomatis. Berikut gambar 3 merupakan *logical record structure*.



Gambar 3. Logical Record Structur

2.6 Class Diagram

Class Diagram menunjukkan interaksi antar kelas dalam sistem, sebuah kelas berisi informasi dan perilaku yang terkait dengan informasi tersebut. peran *class diagram* adalah untuk menjelaskan model data dari program informasi baik model data tersebut sederhana atau kompleks, selanjutnya fungsi diagram akan meningkatkan pemahaman mengenai gambaran umum skema dari suatu program[10]. Berikut gambar 4 merupakan *class diagram*.



Gambar 4. Class Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap Pengumpulan Data

Pada data penelitian ini bersumber dari data sensor yang digunakan yaitu sensor DHT11 dan sensor *soil moisture* yang digunakan untuk mengetahui kelembaban tanah dan suhu pada tanaman yang sudah terpasang alat penyiraman otomatis tersebut. Setelah mendapatkan hasil maka tanaman tersebut akan tersiram air secara otomatis. Kemudian data tersebut akan diproses oleh mikrokontroler ESP32, untuk menghasilkan *output* yang dikirimkan ke perangkat *output* atau *actuator* serta akan mengirimkan sinyal ke *database*.

3.2 Implementasi Metode

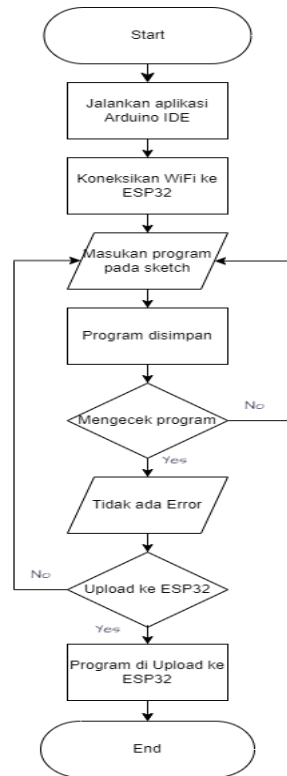
Dalam pengembangan *prototipe*, penulis menggunakan metode *prototyping* yang terdiri dari serangkaian tahapan. Pemilihan metode *prototyping* ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam menciptakan desain alat sesuai dengan harapan.

3.3 Flowchart Sistem

Flowchart adalah representasi visual yang memaparkan langkah-langkah yang harus diambil untuk menyelesaikan suatu masalah. Dalam *flowchart*, simbol-simbol tertentu tersebut menggambarkan alur proses secara rinci dan hubungan satu proses dengan proses yang lainnya dalam suatu program. *Flowchart* ini sangat berguna dalam memberikan gambaran visual tentang alur kerja suatu sistem atau program. Dalam konteks pendeteksi kelembaban tanah menggunakan ESP32, *flowchart* digunakan untuk mengilustrasikan secara rinci langkah-langkah yang harus diikuti dalam merancang dan mengimplementasikan sistem tersebut.

3.4.1 Flowchart Untuk Menyimpan Program di ESP32

Pada Gambar 5 ini menjelaskan *flowchart* tentang bagaimana proses memasukan program ke dalam papan ESP32.



Gambar 5. Flowchart untuk menyimpan program di ESP32

3.5 Algoritma

Algoritma adalah sebuah langkah-langkah dalam menyelesaikan suatu masalah, sehingga setiap pemrograman akan membutuhkan algoritma. Berikut ini adalah algoritma yang digunakan untuk membuat pendeteksi kelembaban tanah menggunakan ESP32.

3.5.1 Algoritma Untuk Menyimpan Program di ESP32

Algoritma untuk menyimpan program di ESP32 merupakan urutan prosedur perintah pada sensor saat mengirim data ke *web*. Berikut tabel 1 merupakan algoritma untuk menyimpan program di ESP32

Tabel 1. Algoritma Untuk Menyimpan Program di ESP32

Start
Jalankan aplikasi Arduino IDE
Koneksikan <i>WiFi</i> ke ESP 32
Masukkan program pada sketch
Program di simpan
<i>If</i> (cek program) <i>then</i>
Tidak ada <i>error</i>
<i>If</i> (upload ke ESP 32) <i>then</i>
Program di <i>upload</i> ke ESP 32
<i>Else</i>
Kembali ke proses nomor 4
<i>End if</i>
<i>Else</i>
Kembali ke proses nomor 4

End if
End

3.5.2 Algoritma Keseluruhan Alat

Algoritma keseluruhan alat merupakan urutan prosedur perintah pada aplikasi *web* untuk menjalankan keseluruhan alat. Berikut tabel 2 merupakan algoritma keseluruhan alat.

Tabel 2. Algoritma Keseluruhan Alat

Start

Mengkoneksikan ESP 32 ke *WiFi*
If (terhubung ke *WiFi*) *then*
 Baca *setting mode* dari menu *web*
 If (mode otomatis?) *then*
 Proses mode otomatis
 Else
 Proses mode manual
 End if
 Baca sensor *soil moisture*
 Baca sensor *humidity*
 Baca sensor *temperature*
 Data dan *timestamp* dikirim ke *database*
 Tampilkan *timestamp* dan data
 Else
 Kembali ke proses nomor 2
 End if
End

3.6 Pengujian

3.6.1 Tampilan Rancangan Prototipe

Kondisi pertama alat sistem penyiraman otomatis tersebut pada saat mode otomatis dan saat alat sedang tidak dalam kondisi penyiraman. Berikut gambar 6 merupakan tampilan alat dalam mode otomatis.



Gambar 6. Tampilan Alat Dalam Mode Otomatis dan Kondisi Tidak Menyiram

Kondisi kedua alat sistem penyiraman pada saat mode otomatis dan saat alat sedang dalam kondisi penyiraman dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Alat Dalam Mode Otomatis dan Kondisi Menyiram

Kondisi ketiga alat sistem penyiraman pada saat mode manual dan saat alat sedang tidak dalam kondisi penyiraman dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Alat Dalam Mode Manual dan Kondisi Tidak Menyiram

Kondisi keempat alat sistem penyiraman pada saat mode manual dan saat alat sedang dalam kondisi penyiraman dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Alat Dalam Mode Manual dan kondisi menyiram

3.6.2 Tampilan Layar

Tampilan layar aplikasi menjelaskan mengenai tampilan proses aplikasi *web*, yang bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mudah terhadap fungsi aplikasi. Penjelasan disertai dengan tangkapan layar dari aplikasi *web* untuk admin guna memberikan gambaran yang lebih jelas.

- a. *Layar Web Login*
Pada halaman login ini menjadi titik awal pada *website*, memuat formulir yang harus diisi oleh admin berupa *username* dan *password*.
- b. *Layar Dashboard*

Pada halaman dashboard ini menampilkan menu diagram monitoring penyiraman yang terdiri dari grafik

- c. *Layar Relay*
Pada halaman layar *relay* ini akan menampilkan menu kondisi ubah *relay* dari mode manual dengan pilihan kondisi aktif dan nonaktif.
- d. *Halaman Mode Kontrol*
Pada halaman mode kontrol ini akan menampilkan menu kontrol alat untuk mengubah mode kontrol menjadi manual maupun otomatis.
- e. *Halaman Buat Laporan*
Pada halaman buat laporan ini akan menampilkan menu laporan dari sensor *soil moisture*, Laporan *temperature* dan Laporan *humidity*.
- f. *Halaman Hasil Laporan Soil Moisture.*
- g. *Halaman Hasil Laporan Temperature.*
- h. *Halaman Hasil Laporan Humidity.*

3.6.3 Evaluasi Pengujian

Setelah dilakukan uji coba, sistem peneliti menemukan beberapa kelebihan dan kekurangan pada *prototipe* pendeteksi kelembaban tanah. Berikut ini kelebihan dan kekurangan *prototipe* pendeteksi kelembaban tanah: Kelebihan pada pengujian ini adalah alat dapat terhubung dengan basis data melalui *wifi* dan internet, data dari sensor bekerja dengan baik sesuai dengan perintah pada program, serta tanaman mendapatkan kelembaban tanah. Sedangkan kekurangan pada pengujian ini adalah perlu pengecekan pada kabel yang terhubung agar alat dapat berjalan dengan baik, dan perlu koneksi internet dan arus listrik agar sistem dapat berjalan dengan baik.

3.6.4 Hasil Pengujian Sensor Dan Sistem

Hasil pengujian sensor tersebut dapat ditemukan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Keterangan	Hasil	
			Ya	Tidak
1	Arduino	Mikrokontroler yang terhubung dengan sensor suhu, sensor kelembaban tanah, <i>wifi</i> & LCD	Ya	-
2	Sensor DHT11	Mendeteksi suhu & <i>temperature</i>	Ya	-
3	Sensor <i>Soil Moisture</i>	Mendeteksi kelembaban tanah	Ya	-
4	<i>Relay</i>	Menghubungkan atau memutuskan tegangan ke pompa air	Ya	-
5	Pompa Air	Menyedot air untuk menyiram	Ya	-
6	LCD	Menampilkan keterangan dari sensor kelembaban tanah & suhu	Ya	-

4. Kesimpulan

Penelitian ini melakukan pengujian dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi semua kebutuhan yang diharapkan. Pengujian berfokus pada persyaratan fungsional perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem. Pengujian ini memungkinkan analisis sistem memperoleh kumpulan kondisi input yang akan mengerjakan seluruh keperluan fungsional program. Untuk mempermudah dalam proses pengujian maka diperlukan dibuatnya suatu tabel pengujian yang digunakan sebagai tolak ukur atau acuan dalam pengujian sistem tersebut. Pengujian pada penelitian ini yaitu: Pengujian komponen *input* atau sensor, pengujian mikrokontroler yaitu ESP32, pengujian komponen *output* dan *actuator*, Pengujian aplikasi berbasis *web* dan sistem *database*. Dari hasil analisis terhadap masalah dan aplikasi yang dikembangkan, maka dapat diambil sebuah kesimpulan, yaitu: pertama dengan adanya sensor kelembaban tanah, tanaman dapat mensuplay air yang cukup dan sesuai agar tanaman lebih terawat. Kedua mempermudah kolektor tanaman hias dalam memantau suhu dan kelembaban tanaman hias *Aglonema*.

Saran peneliti bagi peneliti selanjutnya yaitu: diharapkan penelitian dapat diperluas dengan memperhatikan penggunaan alat penyiraman otomatis untuk berbagai jenis tanaman, serta dapat menambah berbagai macam sensor agar pengontrolan tanaman lebih efektif dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada toko *Choir florist*, khususnya pemilik toko Bapak Cecep Chaeroni, atas izin dan kesempatan yang diberikan pemilik toko kepada saya untuk melakukan penelitian dan menyusun jurnal ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. Hablul Barri, B. A. Pramudita, and A. P. Wirawan, "Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Soil Moisture Dan Sensor DHT11," *Jurnal Ilmial Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.30872/electrops.v1i1.9373>
- [2]. H. Fitriawan, K. A. D. Cahyo, S. Purwiyanti, and S. Alam, "Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 9, no. 1, pp. 28-37, 2020, doi: [10.23960/jtep-1.v9i1.28-37](https://doi.org/10.23960/jtep-1.v9i1.28-37).
- [3]. S. D. Sasmita, S. A. Wibowo, and R. P. Prasetya, "Penerapan IoT (Internet of Things) Smart Flower Container Pada Tanaman Hias Aglaonema Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 776-784, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3770>
- [4]. M. Asri, R. K. Abdullah, dan I. W. J. Ariawan, "Prototipe Perawatan Tanaman Hias Aglonema Menggunakan Sensor Y1-69 Berbasis IoT," vol. 11, hal. 1–5, 2022
- [5]. Y. Sabilla and D. Suwito, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis", *JRM*, vol. 6, no. 01, pp. 91 - 99, Dec. 2020.
- [6]. J. Jumingin, A. Atina, and A. Juanda, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor DHT11", *AMPERE*, vol. 7, no. 2, pp. 73–83, Dec. 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.31851/ampere.v7i2.9172>
- [7]. E. W. Fridayanthie, Haryanto, and T. Tsabitah, " Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Jurnal KhatulistiwaInformatika*, vol. 23, no. 2, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- [8]. S. M. Pulungan, R. Febrianti, T. Lestari, N. Gurning, and N. Fitriana, "Analisis Teknik Entity-Relationship Diagram Dalam Perancangan Database," *JEMB*, vol. 1, no. 2, pp. 143-147, Feb. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.47233/jemb.v1i2.533>
- [9]. T. Hartati and I. D. Sintawati, "Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Aplikasi SIPSIBA Studi Kasus SMK Muhammadiyah 10 Jakarta", *remik*, vol. 5, no. 1, pp. 138-148, Oct. 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.33395/remik.v5i1.10711>
- [10]. j-sika, K. Nistrina, and T. Awalul Lestari, "Desain Inovatif Sistem Informasi Profil Hotel Damanaka Pangalengan Berbasis Website Menggunakan UML dan Figma", *j-sika*, vol. 6, no. 01, pp. 8–17, Jun. 2024. [Online]. Available: <https://www.ejournal.unibba.ac.id/index.php/j-sika/article/view/1457>