

SISTEM MONITORING KELEMBAPAN MEDIA TANAM AGLAONEMA SP BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Batari Larasati Candradewani¹, Slamet Indriyanto*², Indah Permatasari³

¹D3 Teknik Telekomunikasi, Telkom University, Purwokerto

^{2,3}S1 Teknik Telekomunikasi, Telkom University, Purwokerto

*e-mail: slamet@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tanaman *Aglaonema sp.* merupakan salah satu jenis tanaman hias yang banyak diminati karena memiliki keindahan corak dan variasi warna daun yang menarik. Namun, tanaman ini tergolong sensitif dan memerlukan perawatan khusus, terutama dalam menjaga suhu lingkungan serta kelembapan media tanam yang stabil untuk menunjang pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyiram otomatis yang dilengkapi dengan pemantauan suhu dan kelembapan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali, sensor DHT11 untuk pengukuran suhu udara, serta *capacitive soil moisture sensor* SEN0193 untuk mengukur kelembapan tanah. Data dikirim secara *real-time* melalui koneksi Wi-Fi menggunakan protokol MQTT dan ditampilkan dalam aplikasi MQTT Dash pada perangkat seluler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat *error* sebesar 3,03% dan akurasi 96,97%. Sensor kelembapan SEN0193 diuji dalam dua kondisi, yaitu tanah kering dan basah, dengan masing-masing *error* sebesar 3,78% dan 2,65%, serta akurasi sebesar 96,22% dan 97,35%. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis selama delapan hari pengujian, dengan ambang batas dimana sistem aktif jika kelembapan tanah $\leq 50\%$. Sistem penyiraman otomatis berbasis IoT yang dirancang menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam merespon kondisi kelembapan media tanam pada tanaman *Aglaonema sp.* Dari total 16 sesi pemantauan, sistem berhasil mengambil keputusan yang sesuai dengan logika kontrol sebanyak 14 kali, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 87,5%. Dengan rancangan ini, monitoring dan penyiraman tanaman *aglaonema* dapat dilakukan secara efisien dan responsif, sehingga memudahkan perawatan tanaman hias secara berkelanjutan.

Kata kunci: *aglaonema*; IoT; mikrokontroler; sensor suhu; soil moisture sensor.

Abstract

Aglaonema sp. is a popular ornamental plant known for its attractive leaf patterns and vibrant color variations. However, it is considered a sensitive species that requires special care, particularly in maintaining a stable ambient temperature and soil moisture to support optimal growth. This study aims to design an automatic irrigation system integrated with temperature and moisture monitoring, based on the Internet of Things (IoT). The system utilizes a NodeMCU ESP8266 microcontroller as the central controller, a DHT11 sensor for ambient temperature measurement, and a capacitive soil moisture sensor (SEN0193) for detecting soil moisture levels. Data is transmitted in real-time via Wi-Fi using the MQTT protocol and visualized through the MQTT Dash application on a mobile device. Experimental results indicate that the DHT11 sensor has an error rate of 3.03% with an accuracy of 96.97%. The soil moisture sensor SEN0193 was tested under two conditions, dry and wet soil, with respective error rates of 3.78% and 2.65%, and accuracies of 96.22% and 97.35%. Based on observations and analysis conducted over eight days, where the irrigation system was triggered when soil moisture was $\leq 50\%$, the IoT-based automatic irrigation system demonstrated reliable performance in responding to soil moisture conditions. Out of 16 monitoring sessions, the system made correct decisions according to the control logic in 14 cases, yielding an overall accuracy of 87.5%. This design enables efficient and responsive monitoring and irrigation of *Aglaonema* plants, thereby facilitating sustainable ornamental plant care.

Keywords: *aglaonema*; IoT; microcontroller; soil moisture sensor; temperature sensor.

1. PENDAHULUAN

Tanaman *aglaonema* menjadi pilihan yang diminati masyarakat, karena memiliki daya tarik utamanya yang terletak pada keindahan daun – daunnya yang unik dan memiliki warna serta motif yang menarik. Dalam perawatannya *aglaonema* memerlukan perhatian khusus karena termasuk tumbuhan yang sensitif sehingga diperlukan perawatan karena banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *aglaonema*. Perawatan harian *aglaonema* cukup membutuhkan waktu dan rajin dalam menyiram setiap pagi dan sore hari dan suhu ruangan harus di awasi setiap saat, karena *aglaonema* setiap hari harus mendapat suhu ruangan yang cukup [1].

Secara etimologis, nama *aglaonema* berasal dari bahasa Yunani, yaitu kata *aglos* yang berarti cerah dan *nema* yang berarti benang, merujuk pada struktur filamen pada bunga tanaman ini. Untuk mendukung pertumbuhan *aglaonema* secara optimal, diperlukan pemahaman terhadap berbagai faktor lingkungan dan teknis budidaya. Faktor-faktor penting tersebut meliputi kondisi lingkungan tumbuh, jenis media tanam, frekuensi penyiraman, serta metode pemupukan. Keseluruhan aspek ini sangat berpengaruh terhadap penampilan dan kualitas pertumbuhan tanaman yang dikenal sebagai ratu daun. Selain itu, penggunaan pot yang sesuai, pemberian hormon pertumbuhan, serta pengendalian hama dan penyakit turut menentukan keberhasilan pemeliharaan tanaman ini. Parameter lingkungan seperti suhu udara, pH media tanam, kelembapan, intensitas pencahayaan, dan ketinggian lokasi tanam juga memiliki peran signifikan terhadap perkembangan *Aglaonema*. Rentang nilai ideal dari masing-masing parameter tersebut disajikan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Tabel Karakteristik Tanaman *Aglaonema* (2)

pH	5,5 – 6,5
Suhu	21 – 24 °C
Kelembapan	50-75%
Intensitas Cahaya	5.500 – 25.000 lux
Ketinggian	300 – 400 dpl

Bila kelembapan terlalu rendah dibawah 50%, daun akan terlihat pucat karena penguapan yang terlalu cepat. Sebaliknya, bila kelembapan terlalu tinggi, *aglaonema* rawan terhadap serangan cendawan [2]. apabila indikator tersebut tidak dipenuhi maka tanaman *aglaonema* akan cepat layu dan mati. Maka dari itu, pemantauan suhu dan kelembapan sangat diperlukan [3]. Tanaman *aglaonema* termasuk dalam komoditas tanaman hias dengan permintaan yang relatif tinggi di pasar lokal dan nasional. Menurut data dari Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian Republik Indonesia, tanaman hias daun seperti *aglaonema* menyumbang kontribusi signifikan terhadap nilai ekspor hortikultura, dan permintaan domestik terus meningkat seiring tren penghijauan ruang dalam (*indoor plant*) dan *urban gardening* [4]. Selain itu, harga tanaman *aglaonema* di pasar *online* dan sentra tanaman hias menunjukkan kestabilan dan cenderung meningkat untuk jenis-jenis varian tertentu, menunjukkan popularitasnya secara ekonomi. Kemajuan teknologi dapat dimanfaatkan untuk membuat sistem otomatisasi bagi kegiatan rutinitas karena mampu berjalan tanpa mengenal waktu. Salah satu teknologi yang dapat memudahkan seseorang dalam melakukan perawatan tanaman adalah menerapkan penyiraman otomatis dan dapat dipantau menggunakan konsep teknologi *Internet of Things* (IoT) [5] [6] yaitu benda yang terintegrasi kedalam sebuah sistem terpadu yang saling berkomunikasi dengan system lain melalui jaringan internet tanpa menggunakan objek manusia sebagai peran utamanya karena IoT terdiri dari sensor-sensor sebagai media untuk mengumpulkan informasi [7].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan penerapan IoT yang efektif dalam sistem monitoring dan otomasi pada tanaman hias dan hortikultura. Sasmita (1) mengembangkan *Smart Flower Container* berbasis Arduino Uno R3 dan ESP8266 yang mampu membaca suhu dan kelembapan dengan akurasi masing-masing 95,0% dan 93,5%, serta dapat diakses melalui berbagai browser. Devita [7] merancang sistem penyemprotan insektisida otomatis untuk *aglaonema* di *greenhouse* menggunakan sensor DHT11 dan *capacitive soil moisture* dengan akurasi penyemprotan mencapai 95%. Fathurrahmani [8] merancang *SmartPot* menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22 yang dapat memantau kondisi tanaman hias secara *real-time* serta memberikan notifikasi melalui aplikasi dan media sosial saat tanah kering. Gunawan [9] mengembangkan sistem monitoring suhu, kelembapan tanah, dan pH pada tanaman tomat berbasis IoT menggunakan sensor DHT11 dan ESP8266 yang terhubung dengan aplikasi Blynk, dengan hasil pengujian menunjukkan galat rendah dan rentang kelembapan serta pH yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Beberapa penelitian lain terkait penerapan IoT pada tanaman yaitu pada sisten irigasi tetes [10], monitoring tanaman mentimun [11], dan tanaman selada [12].

Namun demikian, kajian dan penerapan IoT untuk tanaman hias spesifik seperti *aglaonema*, khususnya dalam konteks rumah tangga atau skala kecil di Indonesia, masih belum banyak dikaji secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi akademik dalam bentuk perancangan sistem otomasi penyiraman dan monitoring lingkungan berbasis IoT yang disesuaikan dengan karakteristik *aglaonema* serta kondisi lingkungan lokal. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengisi kekosongan literatur terkait integrasi

sensor kelembaban dan suhu dengan protokol MQTT yang dapat dimanfaatkan secara praktis oleh penghobi tanaman.

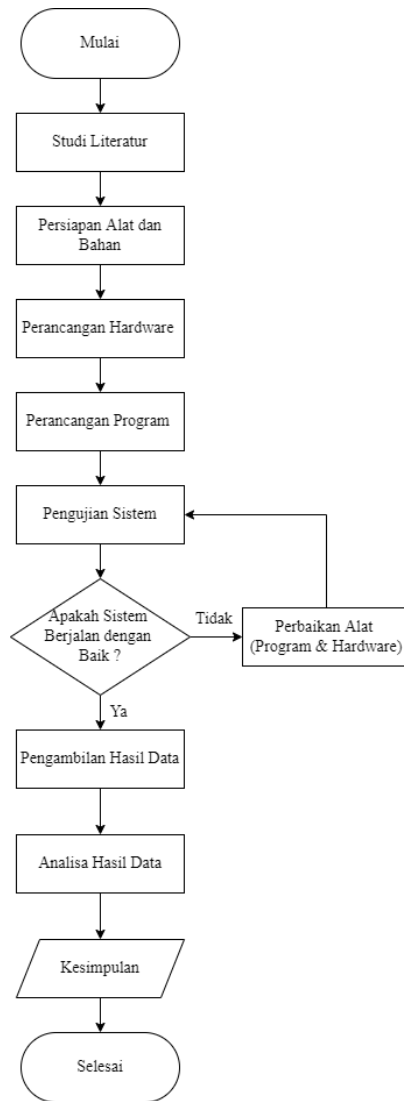
Berdasarkan uraian tersebut telah dirancang dan dibuat sebuah sistem penyiraman berbasis IoT dengan monitoring suhu beserta kelembaban ruangan menggunakan sensor DHT11 [13] dan *capacitive soil moisture sensor* [14] untuk mendeteksi kadar air didalam tanah untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah. Nilai yang didapat dari pembacaan sensor dikirimkan ke pemilik tanaman melalui koneksi internet dengan menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) [15] yang menggunakan metode *publish/subscribe message*. Kontribusi akademik dari penelitian ini adalah memperkaya kajian penerapan teknologi IoT dalam bidang pertanian presisi, khususnya pada tanaman hias yang memiliki nilai ekonomi tinggi di pasar hortikultura tropis. Selain itu, sistem ini bertujuan meningkatkan efisiensi perawatan harian tanaman melalui pemantauan otomatis dan penyiraman berbasis data lingkungan aktual. Perangkat yang melakukan *publish message* dikenal dengan sebutan *publisher* sedangkan perangkat yang melakukan *subscribe* dikenal dengan sebutan *subscriber* [16]. Setelah pengambilan data dari alat *publisher* mengirimkan data ke suatu MQTT *broker* dan diterima oleh *subscriber* berupa aplikasi MQTT *dash* untuk menerima data. Perancangan alat penyiram otomatis dengan sistem monitoring suhu dan kelembaban media tanam pada *aglaonema* sp. dilakukan menggunakan sensor DHT11 dan *capacitive soil moisture sensor*. Pengujian akurasi sensor dilakukan untuk memastikan keandalan dalam membaca parameter lingkungan. Protokol MQTT digunakan sebagai media komunikasi data secara *real-time* antara perangkat dan sistem pemantauan.

2. METODE

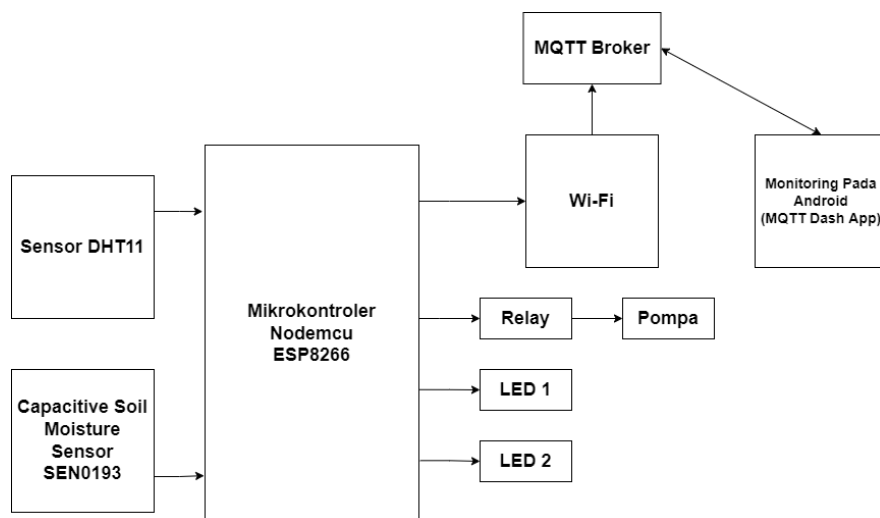
Secara garis besar penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yang digambarkan dalam bentuk *flowchart* penelitian. Berikut ini *flowchart* penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Tahap awal dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh referensi dan dasar teori yang relevan dengan topik, yaitu perancangan alat kontrol penyiram otomatis serta monitoring suhu dan kelembaban media tanam pada *aglaonema* sp. Tahapan dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan, kemudian dilakukan perancangan *hardware* menggunakan komponen utama seperti sensor kelembaban tanah, sensor suhu dan kelembaban udara DHT11, modul relay, serta mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Setelah itu, dilakukan perancangan program sebagai pengendali logika kerja sistem. Tahap berikutnya adalah pengujian sistem untuk memastikan perangkat bekerja sesuai rancangan. Jika sistem belum berfungsi dengan baik, maka dilakukan perbaikan pada sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Setelah sistem berjalan dengan baik, dilakukan pengambilan data dari hasil pengukuran sensor, dilanjutkan dengan analisis data dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan.

A. Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem dirancang untuk memberikan gambaran umum mengenai alur kerja dan keterkaitan antar komponen utama dalam sistem penyiraman otomatis dan monitoring suhu serta kelembaban media tanam *aglaonema* sp. berbasis IoT. Diagram ini merepresentasikan struktur fungsional sistem, dimulai dari proses akuisisi data oleh sensor, pemrosesan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266, hingga pengiriman data secara *real-time* melalui protokol MQTT serta aksi kendali terhadap aktuatur penyiram. Blok-blok fungsional dalam diagram ini disusun untuk memudahkan pemahaman terhadap interaksi perangkat keras dan perangkat lunak yang membentuk keseluruhan sistem. Rancangan sistem blok diagram dari alat kontrol penyiram otomatis dan monitoring suhu serta kelembaban media tanam pada tanaman *aglaonema* sp. Ditunjukkan pada gambar 2, yang dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali utama.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian



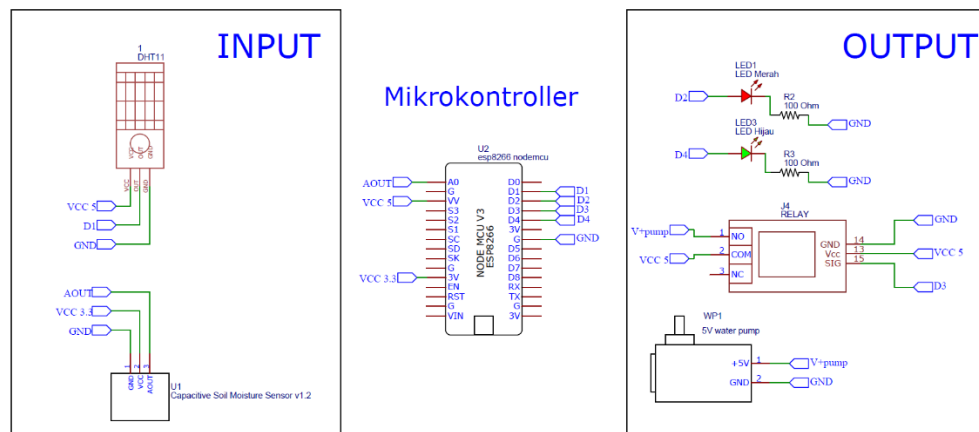
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Mikrokontroler ini berfungsi untuk menerima data dari dua sensor utama, yaitu sensor suhu dan kelembapan udara DHT11, serta *capacitive soil moisture sensor* SEN0193 yang digunakan untuk memantau

tingkat kelembapan tanah. Data yang diperoleh dari kedua sensor kemudian diproses oleh NodeMCU dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menggunakan protokol komunikasi *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) ke *broker* MQTT, dan selanjutnya ditampilkan pada aplikasi MQTT *Dashboard* di perangkat Android untuk keperluan pemantauan jarak jauh. Sistem ini juga dilengkapi dengan aktuator berupa pompa air yang dikendalikan melalui modul *relay*. Ketika nilai suhu atau kelembapan berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, pengguna dapat memberikan perintah penyiraman melalui aplikasi. Saat *relay* aktif, pompa akan menyala dan LED hijau menyala sebagai indikator. Sebaliknya, jika pompa dalam kondisi mati, maka LED merah akan menyala. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, komunikasi MQTT, serta aktuator ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan real-time dalam menjaga kondisi optimal media tanam.

B. Desain Skematik Diagram Sistem

Untuk merealisasikan sistem penyiraman otomatis dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) pada tanaman *Aglaonema sp.*, dirancang sebuah skematik diagram sebagai representasi hubungan antar komponen utama dalam sistem. Skematik ini memvisualisasikan integrasi antara sensor suhu dan kelembapan, aktuator pompa air, serta modul komunikasi berbasis Wi-Fi yang dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Desain ini bertujuan untuk menggambarkan alur kerja sistem secara menyeluruh, mulai dari proses akuisisi data oleh sensor, pengolahan logika oleh mikrokontroler, hingga eksekusi aksi penyiraman berdasarkan parameter lingkungan yang terdeteksi. Desain skematik dari sistem yang dibuat ditunjukkan pada gambar 3.



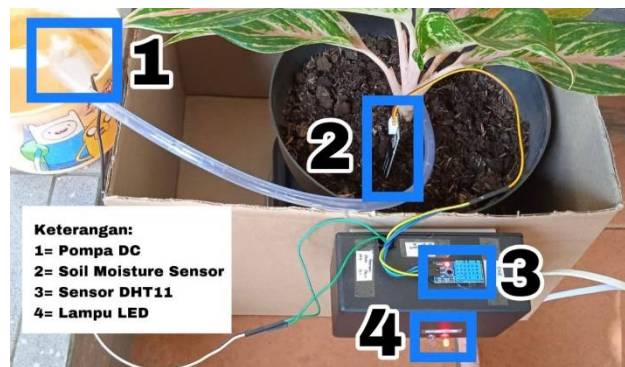
Gambar 3. Skematik Diagram Sistem

Rangkaian sistem terdiri dari tiga bagian utama, yaitu blok *input*, mikrokontroler, dan blok *output*. Pada blok *input*, digunakan dua sensor utama yaitu DHT11 dan *capacitive soil moisture sensor*. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman, dan dihubungkan ke pin digital D1 pada NodeMCU. Sementara itu, *capacitive soil moisture sensor* digunakan untuk mengukur kelembapan media tanam, dengan sinyal analog (AOUT) yang dihubungkan ke pin analog pada NodeMCU ESP8266. Kedua sensor memperoleh catu daya dari pin VCC dan GND mikrokontroler. Bagian mikrokontroler menggunakan *board* NodeMCU ESP8266, yang berfungsi sebagai unit pemroses utama. NodeMCU menerima data dari kedua sensor dan melakukan pengolahan logika untuk menentukan kondisi lingkungan tanaman. Jika nilai kelembapan media tanam atau suhu lingkungan berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, NodeMCU akan mengaktifkan sistem penyiram otomatis melalui sinyal digital. Pada blok output, sistem terdiri dari tiga komponen: dua buah LED indikator LED merah dan hijau, modul relay, dan pompa air 5V. LED merah dan hijau masing-masing terhubung ke pin D0 dan D4. LED merah menyala saat pompa dalam kondisi tidak aktif (relay mati), sedangkan LED hijau menyala ketika relay aktif dan pompa bekerja. Relay dikendalikan oleh pin D3 dari NodeMCU, berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan dan memutuskan arus ke pompa air. Ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas, NodeMCU mengirimkan sinyal ke relay untuk mengaktifkan pompa air, sehingga penyiraman tanaman dilakukan secara otomatis. Selain kendali otomatis, sistem juga mendukung komunikasi nirkabel melalui protokol MQTT, yang memungkinkan pengguna memantau dan mengendalikan sistem melalui aplikasi MQTT *Dashboard* di *smartphone*. Data sensor dikirim ke *broker* MQTT menggunakan koneksi Wi-Fi yang dimiliki NodeMCU, sementara perintah dari pengguna juga dapat dikirimkan melalui aplikasi untuk

mengaktifkan atau menonaktifkan penyiraman secara manual. Dengan konfigurasi tersebut, sistem mampu bekerja secara otomatis dan *real-time* dalam memantau serta menjaga kondisi lingkungan tanaman *Aglaonema* sp. tetap optimal, sekaligus memberikan akses monitoring dan kendali jarak jauh kepada pengguna.

3. HASIL PENELITIAN

Bagian ini menyajikan hasil dan pembahasan dari perancangan serta implementasi sistem monitoring suhu udara dan kelembapan media tanam pada tanaman *aglaonema* sp. berbasis *Internet of Things* (IoT). Pembahasan meliputi hasil perancangan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (program), serta pengujian sistem secara menyeluruh. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor suhu DHT11 dengan pembandingan berupa *thermohygrometer* digital, dan sensor kelembapan tanah *capacitive* yang dibandingkan dengan alat soil meter. Selain itu, dibahas pula kinerja sistem *output* yang ditampilkan melalui aplikasi MQTT Dash pada perangkat *smartphone* sebagai media monitoring berbasis IoT. Gambar 4 menunjukkan desain fisik perangkat keras yang telah dirakit dan dipasang pada tanaman *Aglaonema* sp. Perangkat dirancang dalam satu kesatuan sistem yang terintegrasi dalam boks berwarna hitam, diletakkan di bagian depan tanaman. Boks tersebut memuat komponen utama seperti sensor, mikrokontroler, dan modul kendali penyiraman. Di sisi kiri tanaman ditempatkan wadah penampung air yang berfungsi sebagai sumber air untuk sistem penyiraman otomatis.



Gambar 4. Perangkat Sistem pada Tanaman

Tampilan keseluruhan perangkat yang telah dirakit ditunjukkan pada gambar. Komponen sistem ditempatkan dalam sebuah boks berwarna hitam berukuran 12×8,5×5 cm. Pada bagian depan boks terpasang dua buah LED indikator berwarna merah dan hijau yang berfungsi sebagai penanda status pompa, yaitu dalam kondisi mati atau aktif. Di bagian atas boks terpasang sensor DHT11 yang berfungsi untuk mengukur suhu udara sekitar. Selain itu, terdapat kabel *jumper* yang terhubung ke sensor *soil moisture* SEN0193 yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah, serta kabel *jumper* lainnya yang menghubungkan pompa air yang akan aktif ketika sistem mendeteksi bahwa penyiraman diperlukan.

A. Pengujian Sensor DHT 11

Pengujian awal sistem dilakukan terhadap sensor DHT11 dengan membandingkan hasil pembacaannya terhadap alat ukur referensi berupa *thermohygrometer* digital. Sensor DHT11 berfungsi untuk memantau suhu udara di sekitar tanaman secara berkelanjutan.



Gambar 5. Pengujian Suhu Udara dengan DHT11 dan Thermohygrometer

Proses monitoring dilakukan dengan membaca nilai suhu melalui sensor, yang selanjutnya dikirimkan melalui protokol MQTT dan diteruskan ke aplikasi MQTT *Dashboard*. Aplikasi tersebut menampilkan data suhu secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi suhu lingkungan tanaman secara langsung. Pengujian sensor DHT11 dilakukan dalam kondisi lingkungan yang sama sebanyak 20 kali untuk memperoleh data yang dapat dianalisis tingkat akurasi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Suhu Udara

Pengujian ke-	Thermohygrometer (°C)	Sensor Suhu (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	28,5	28	1,75	98,25
2	28,6	29	1,4	98,6
3	29	29	0	100
4	28,9	29	0,35	99,65
5	29	30	3,45	96,55
6	29	30	3,45	96,55
7	28,9	30	3,81	96,19
8	28,8	30	4,17	95,83
9	28,7	29	1,05	98,95
10	28,7	30	4,53	95,47
11	29	30	3,45	96,55
12	28,9	30	3,81	96,19
13	28,9	30	3,81	96,19
14	29	30	3,45	96,55
15	29	30	3,45	96,55
16	29	30	3,45	96,55
17	28,9	30	3,81	96,19
18	28,9	30	3,81	96,19
19	28,9	30	3,81	96,19
20	28,9	30	3,81	96,19
Rata-rata	28,9	29,7	3,03	96,97

Sensor DHT11 diuji dengan membandingkan hasil pembacaannya terhadap alat ukur referensi berupa *thermohygrometer* digital, guna mengevaluasi tingkat akurasi sensor. Gambar 5 menunjukkan tampilan aplikasi MQTT *Dashboard* saat pengujian berlangsung, di mana nilai suhu dari sensor DHT11 ditampilkan secara *real-time*. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2 yang memuat data hasil pengukuran suhu selama pengujian. Berdasarkan tabel tersebut, nilai suhu yang terukur menunjukkan variasi antar pengujian namun tetap berada dalam rentang yang relatif konsisten, dengan nilai rata-rata sebesar 29,7°C. Hasil analisis menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat akurasi sebesar 96,97% dibandingkan dengan *thermohygrometer* digital, serta tingkat *error* sebesar 3,03%.

B. Pengujian Sensor *Soil Moisture*

Pengujian kedua dilakukan terhadap sensor *soil moisture* SEN0193 dengan membandingkan hasil pembacaannya terhadap alat ukur pembanding berupa *soil meter* digital. Sensor SEN0193 berfungsi untuk memantau tingkat kelembapan atau kandungan air dalam media tanam. Proses monitoring dilakukan dengan membaca nilai kelembapan yang kemudian dikirim melalui protokol MQTT ke *broker*, dan selanjutnya ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi MQTT *Dashboard*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kelembapan media tanam secara langsung melalui perangkat seluler. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi lingkungan, yaitu media tanam kering dan media tanam basah, masing-masing dilakukan sebanyak 20 kali pengukuran.

1) Pengujian pada Media Tanam Kering

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor *soil moisture* SEN0193 dan *soil meter* digital pada kondisi media tanam yang kering, untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor dalam kondisi kelembapan rendah.



Gambar 6. Pengujian SEN0193 dan *Soil Meter* pada Tanah Kering

Pengujian awal *sensor soil moisture* SEN0193 dilakukan pada kondisi media tanam kering untuk mengukur tingkat kelembapan tanah. Sebagai alat pembandingan, digunakan *soil meter* digital guna mengevaluasi akurasi pembacaan sensor. Gambar 6 memperlihatkan tampilan aplikasi MQTT *Dashboard* saat pengujian berlangsung, di mana nilai kelembapan yang dibaca oleh sensor SEN0193 ditampilkan secara *real-time*.

Tabel 3. Pengujian Kelembapan Tanah Kering.

Pengujian ke-	<i>Soil Moisture Meter</i> (%)	Sensor Kelembapan Tanah (%)	Error (%)	Akurasi (%)
1	40	38	5	95
2	40	38	5	95
3	39	38	2,56	97,44
4	39	38	2,56	97,44
5	39	38	2,56	97,44
6	40	38	5	95
7	39	38	2,56	97,44
8	40	38	5	95
9	40	38	5	95
10	40	38	5	95
11	39	38	2,56	97,44
12	40	38	5	95
13	39	38	2,56	97,44
14	39	38	2,56	97,44
15	40	38	5	95
16	39	38	2,56	97,44
17	39	38	2,56	97,44
18	39	38	2,56	97,44
19	40	38	5	95
20	40	38	5	95
Rata-rata	39,5	38	3,78	96,22

Pengujian sensor *soil moisture* SEN0193 dilakukan sebanyak 20 kali, sebagaimana disajikan dalam Tabel 3 yang memuat data hasil pengukuran kelembapan media tanam. Berdasarkan data tersebut, nilai pembacaan sensor menunjukkan variasi antar pengukuran, namun tetap berada dalam rentang yang stabil dan konsisten. Rata-rata nilai kelembapan yang terukur oleh sensor adalah sebesar 38%. Hasil perbandingan dengan *soil meter* digital menunjukkan bahwa *sensor soil moisture* SEN0193 memiliki tingkat akurasi sebesar 96,22% dengan tingkat kesalahan (*error*) sebesar 3,78%.

2) Pengujian pada Media Tanam Basah

Berikut adalah pengujian media tanam kering antara sensor *soil moisture* SEN0193 yang dibandingkan dengan alat ukur *soil meter* digital pada media tanam basah.



Gambar. 7 Pengujian *Sensor Soil* dan *Soil Meter* pada Tanah Basah

Pengujian kedua terhadap sensor *soil moisture* SEN0193 dilakukan pada kondisi media tanam basah untuk mengukur tingkat kelembapan tanah. Sebagai alat pembandingan, digunakan *soil meter* digital guna menilai akurasi sensor. Gambar 7 menunjukkan tampilan aplikasi MQTT *Dashboard* selama proses pengujian, di mana nilai kelembapan yang terdeteksi oleh sensor SEN0193 ditampilkan secara *real-time*.

Tabel 4. Pengujian Kelembapan Tanah Basah.

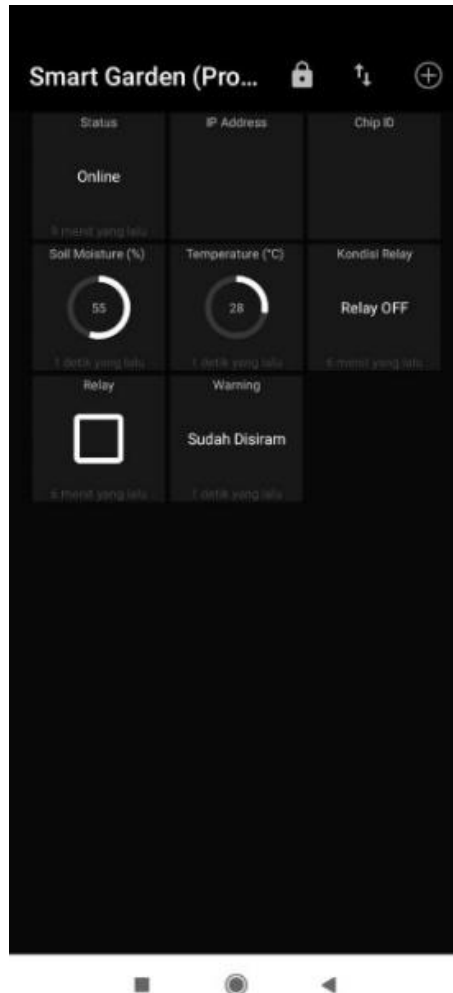
Pengujian ke-	<i>Soil Moisture Meter</i> (%)	Sensor Kelembapan Tanah (%)	<i>Error</i> (%)	Akurasi (%)
1	69	66	4,35	95,65
2	69	67	2,9	97,1
3	68	66	2,94	97,06
4	69	66	4,35	95,65
5	69	66	4,35	95,65
6	69	67	2,9	97,1
7	68	67	1,47	98,53
8	68	67	1,47	98,53
9	69	67	2,9	97,1
10	69	67	2,9	97,1
11	69	67	2,9	97,1
12	67	66	1,49	98,51
13	66	64	3,03	96,97
14	67	65	2,99	97,01
15	66	64	3,03	96,97
16	65	64	1,54	98,46
17	66	65	1,52	98,48
18	67	66	1,49	98,51
19	67	65	2,99	97,01
20	67	66	1,49	98,51
Rata-rata	67,7	66	2,65	97,35

Pengujian sensor *soil moisture* SEN0193 pada kondisi media tanam basah dilakukan sebanyak 20 kali, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4 yang memuat data hasil pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pembacaan sensor mengalami variasi antar percobaan, namun tetap dalam rentang yang stabil dan konsisten. Rata-rata nilai kelembapan yang terukur sebesar 66%. Berdasarkan perbandingan dengan *soil meter* digital, diperoleh tingkat akurasi sensor sebesar 97,35% dengan persentase kesalahan (*error*) sebesar 2,65%.

4. DISKUSI

Bagian ini menyajikan hasil implementasi sistem dalam bentuk tampilan data yang ditampilkan melalui aplikasi MQTT *Dashboard* serta rekapitulasi hasil pemantauan kelembapan media tanam selama delapan hari

berturut-turut. Tampilan pada aplikasi mencerminkan data sensor secara *real-time*, termasuk suhu udara, kelembapan tanah, status koneksi, kondisi pompa, serta peringatan sistem. Sementara itu, tabel pemantauan digunakan untuk mengevaluasi respon sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan, khususnya dalam kaitannya dengan logika penyiraman otomatis yang diatur berdasarkan ambang batas kelembapan media tanam. Berikut adalah tampilan data MQTT *dashboard* yang diperoleh selama proses pemantauan media tanam, disertai dengan tabel yang memuat hasil monitoring secara keseluruhan.



Gambar 8. Tampilan Data pada Aplikasi MQTT *Dashboard*

Gambar 8 menampilkan antarmuka aplikasi MQTT *Dashboard* yang digunakan sebagai media pemantauan dan kendali sistem penyiram otomatis. Tampilan ini memperlihatkan beberapa parameter penting yang dikirimkan secara *real-time* dari sistem ke perangkat pengguna melalui protokol MQTT. Informasi yang ditampilkan meliputi: status koneksi perangkat yang menunjukkan Online, nilai kelembapan tanah (*Soil Moisture*), serta suhu lingkungan (*Temperature*). Selain itu, terdapat indikator kondisi relay, yang dalam gambar ini menunjukkan Relay OFF, menandakan bahwa pompa penyiram dalam keadaan tidak aktif. Aplikasi juga menyediakan peringatan sistem, yaitu menampilkan notifikasi Sudah Disiram, sebagai informasi bahwa proses penyiraman telah dilakukan. Terakhir, tersedia pula tombol kontrol *relay* yang memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan penyiraman secara manual melalui aplikasi. Dengan tampilan antarmuka ini, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara efisien serta mendapatkan informasi parameter lingkungan tanaman secara langsung dan aktual melalui perangkat seluler.

Tabel 5. Hasil Pemantauan pada MQTT Dashboard

Hari ke-	Jam	Sensor Suhu (°C)	Sensor Kelembapan Tanah (%)	Penyiraman	
				Ya	Tidak
1	07.00	32	66		√
	20.00	29	60		√
2	07.00	27	58		√
	20.00	28	55	√	
3	07.00	28	67		√
	20.00	27	62		√
4	07.00	29	54		√
	20.00	26	50	√	
5	07.00	29	66		√
	20.00	28	61		√
6	07.00	30	57		√
	20.00	27	52	√	
7	07.00	26	64		√
	20.00	28	59		√
8	07.00	27	54		√
	20.00	29	50	√	

Berdasarkan tabel 5, sistem monitoring dan kontrol penyiraman otomatis pada tanaman *Aglaonema* sp. diatur untuk melakukan penyiraman jika kelembapan media tanam berada pada nilai $\leq 50\%$. Pemantauan dilakukan selama delapan hari dengan dua kali pengukuran per hari, menghasilkan total 16 data. Dari hasil pencatatan tersebut, terdapat empat kali penyiraman yang terekam, yaitu pada hari ke-2 pukul 20.00 dengan nilai kelembapan 55%, hari ke-4 pukul 20.00 dengan nilai 50%, hari ke-6 pukul 20.00 dengan nilai 52%, dan hari ke-8 pukul 20.00 dengan nilai 50%. Jika dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditentukan yaitu $\leq 50\%$, hanya dua dari empat kejadian penyiraman tersebut yang sesuai dengan kriteria, yaitu pada hari ke-4 dan hari ke-8, ketika nilai kelembapan tanah tepat berada pada ambang batas 50%. Sementara itu, dua kejadian lainnya, yaitu pada hari ke-2 (55%) dan hari ke-6 (52%), tidak seharusnya dilakukan penyiraman karena nilai kelembapan masih di atas ambang batas. Dengan demikian, dari total 16 data, hanya 2 data yang memang membutuhkan penyiraman dan berhasil dilakukan, sementara 2 penyiraman lainnya dilakukan secara tidak tepat. Sebanyak 12 data lainnya menunjukkan nilai kelembapan di atas ambang batas dan sistem berhasil tidak melakukan penyiraman, sesuai dengan logika kontrol yang diharapkan.

Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem mencapai 87,5%, di mana 14 dari 16 keputusan sistem sudah sesuai dengan kondisi aktual kelembapan media tanam. Namun, dua kesalahan dalam keputusan penyiraman menunjukkan adanya potensi ketidaktepatan dalam logika pemrograman atau gangguan dalam proses pembacaan data sensor. Kemungkinan penyebabnya antara lain adanya toleransi atau fluktuasi pembacaan sensor yang sangat dekat dengan ambang batas, sehingga sistem mungkin menginterpretasikan nilai tersebut sebagai $\leq 50\%$, meskipun kenyataannya lebih tinggi. Selain itu, terkadang penyiraman dilakukan secara manual melalui antarmuka aplikasi MQTT Dash dalam rangka pengujian, atau karena sistem menggunakan perbandingan logika yang terlalu longgar, seperti $\geq 50\%$, yang menyebabkan ambiguitas dalam pengambilan keputusan.

Untuk mencegah kesalahan serupa, sebaiknya dilakukan penyempurnaan logika kontrol dengan menambahkan zona toleransi (*hysteresis*) agar sistem tidak terlalu sensitif terhadap nilai ambang, serta pencatatan aktivitas manual agar dapat dibedakan dari fungsi otomatis. Dari sisi teori, sistem ini merupakan bagian dari konsep *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan perangkat fisik seperti sensor dan aktuator saling berkomunikasi melalui jaringan internet. Salah satu keuntungan utama dari penerapan IoT dalam pertanian presisi, termasuk hortikultura, adalah kemampuan melakukan pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan secara real-time dan jarak jauh. Protokol MQTT yang digunakan dalam sistem ini menawarkan efisiensi dalam komunikasi data karena ringan dan cepat, namun sangat bergantung pada kestabilan koneksi internet, terutama Wi-Fi. Ketergantungan ini merupakan salah satu keterbatasan yang perlu diperhatikan, karena apabila koneksi terganggu, maka proses pemantauan dan kontrol dapat terhambat. Di sisi lain, kesalahan dalam penyiraman, seperti yang terjadi pada dua kasus dalam pengujian,

dapat berdampak langsung pada kondisi tanaman *Aglaonema* sp. yang dikenal sensitif terhadap kelembapan berlebih. *Overwatering* dapat menyebabkan pembusukan akar dan penurunan kualitas estetika tanaman. Oleh karena itu, meskipun sistem menunjukkan performa yang cukup tinggi, penyempurnaan kontrol logika dan mitigasi terhadap fluktuasi sinyal sangat diperlukan untuk menjamin kestabilan dan keamanan tanaman secara jangka panjang.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring suhu udara dan kelembapan media tanam *Aglaonema* sp. berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil direalisasikan dan mampu memantau parameter lingkungan secara *real-time* serta mengontrol penyiraman otomatis secara adaptif. Sistem dirancang untuk memberikan penyiraman saat kelembapan media tanam berada di bawah ambang batas 50%, atau secara berkala dua kali sehari sesuai kebutuhan. Pengujian sensor menunjukkan performa yang baik, dengan sensor DHT11 mencatat tingkat *error* sebesar 3,03% dan akurasi 96,97%, sedangkan sensor *soil moisture* SEN0193 menunjukkan *error* sebesar 3,78% pada kondisi tanah kering dan 2,65% pada kondisi tanah basah, dengan tingkat akurasi masing-masing sebesar 96,22% dan 97,35%. Analisis data pada aplikasi menunjukkan bahwa dari 16 kali sesi monitoring selama delapan hari, akurasi sistem mencapai 87,5%, dimana 14 dari 16 keputusan sistem sudah sesuai dengan kondisi aktual kelembapan media tanam. Namun, dua kesalahan dalam keputusan penyiraman menunjukkan adanya potensi ketidaktepatan dalam logika pemrograman atau gangguan dalam proses pembacaan data sensor. Dengan kemampuan monitoring dan pengambilan keputusan berbasis data lingkungan secara otomatis, sistem ini menunjukkan relevansi tinggi terhadap pengembangan teknologi pertanian presisi, khususnya dalam konteks budidaya tanaman hias yang membutuhkan kondisi mikroklimat terkendali secara konsisten. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem dilengkapi dengan fitur penyimpanan data berbasis *cloud* untuk mendukung analisis historis, serta pengintegrasian sumber energi terbarukan seperti panel surya untuk meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan sistem di lapangan. Selain itu, penggunaan sensor dengan presisi lebih tinggi dan algoritma prediksi cuaca dapat menjadi pertimbangan dalam meningkatkan kinerja dan kecerdasan sistem secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sasmita SD, Wibowo SA, Primaswara Prasetya R. Penerapan IoT (Internet of Things) Smart Flower Container Pada Tanaman Hias *Aglaonema* Berbasis Arduino. *JATI : Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. 2021;5(2):776–84.
2. Abdul Kadir. *Serial Galeri Eksotika: Aglaonema*. 1 ed. Yogyakarta: Penerbit Andi; 2010.
3. Fiqraini R, Yosa Safhira S, Putra Perdana M, Bridgitta Sebayang V, Yulianto R, Wahyu Anggraeni L. Monitoring Peningkatan Kualitas Udara Indoor dengan Sensor Gas MQ135 melalui Reduksi CO₂ Menggunakan Tanaman *Aglaonema commutatum* Schott. 2018;
4. Desy Puspitasari. Tekan Impor Tanaman Hias, Kementan Dukung Penuh Petani Milenial *Aglaonema* [Internet]. 2023 [dikutip 1 Juli 2025]. Tersedia pada: <https://hortikultura.pertanian.go.id/tekan-impor-tanaman-hias-kementan-dukung-penuh-petani-milenial-aglaonema/>
5. Yudho Yudhanto, Abdul Azis. *Pengantar Teknologi Internet of Things(IoT)*. Surakarta: UNS Press; 2019.
6. Rajiv Pandey, Marcin Paprzycki, Nidhi Srivastava, Subhash Bhalla, Katarzyna Wasielewska-Michniewska. *Semantic IoT : Theory and Applications, Interoperability, Provenance and Beyond*. Springer International Publishing; 2021.
7. Retno Devita, Hartika Zain R, Ipriadi, Eka Putra O, Rahmawati S. Teknologi Internet Of Things (IoT) dalam Penyemprotan Insektisida *Aglonema* pada Greenhouse. *J Teknol*. 19 Desember 2021;11(2):36–43.
8. Fathurrahmani, Agustianoor. Smartpot untuk Efisiensi Monitoring Tanaman Hias Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Sisfotenika*. 2019;9:203–12.
9. Gunawan R, Andhika T, . S, Hibatulloh F. Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*. 29 April 2019;7(1):66–78.

10. Azam IA, Pujiharsono H, Indriyanto S. Sistem Irigasi Tetes Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah YL-69 Berbasis Internet of Things (IoT). *TEODOLITA:Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*. Juni 2023;24(1):65–73.
11. Enriko IKA, Dewi MK, Indriyanto S, Gustiyana FN. Control and Monitoring System of Growing Media for Cucumber Plants Based on the Internet of Things. *Jurnal Media Informatika Budidarma*. 9 Januari 2024;8(1):195–202.
12. Sanubari A, Indriyanto S, Pramono S. Sistem Monitoring PH Air Tanaman Selada Pada Sistem Hidroponik Berbasis LoraWAN. *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*. 4 Januari 2024;1(1):57–64.
13. Osepp Electronics. Datasheet DHT11 Humidity & Temperature Sensor [Internet]. [dikutip 1 Juni 2025]. Tersedia pada: https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf?srltid=AfmBOooOhwvQ-B-Qu8TKaoArN_Gw2uFPpejE4TI2cWibMDZNF2-EwAS
14. DF Robot. Datasheet Capacitive Soil Moisture Sensor SKU:SEN0193 Capacitive Soil Moisture Sensor [Internet]. [dikutip 1 Juni 2025]. Tersedia pada: https://media.digikey.com/pdf/data%20sheets/dfrobot%20pdfs/sen0193_web.pdf
15. Rachmad Andri Atmoko. Dasar Implementasi Protokol MQTT Menggunakan Python dan NodeMCU. *Mokosoft Media*; 2019.
16. Sururuzzaman MF, Munadi R, Indra Irawan A. Analisis Performansi Protokol MQTT Pada Sisten Kontrol Hidroponik Tanaman Pakcoy. *e-Proceeding of Engineering Telkom University*. 2020;7(3).