

# Prototype of an Internet of Things Based Monitoring and Control System for Oil Palm Seedling Cultivation

Yalsad Adad<sup>1\*</sup> , Sartika Anori<sup>2</sup> , Putra Jaya<sup>3</sup> , Almasri<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

\*Corresponding Author: yalsadadad51@email.com

**Abstract** - The application of Internet of Things technology has been widely implemented in plant monitoring and automatic irrigation systems; however, the integration of soil moisture monitoring, soil pH monitoring, irrigation control, fertilization control, and notification features into a single system for oil palm seedling cultivation remains limited. This study aims to design and evaluate a prototype of an IoT-based monitoring and control system for oil palm seedling cultivation. The research employed a research and development approach using the waterfall system development model, which includes requirement analysis, system design, implementation, and testing. Data were collected through direct observation of sensor readings, actuator responses, and the connectivity of the Blynk application, and were analyzed descriptively. The test results from the sensors obtained an error value of 0.0253% for the humidity sensor and 0.0585% for the soil pH sensor. The developed system successfully integrates ESP32, sensors, relays, pumps, liquid crystal display, and the Blynk application to enable real-time monitoring, automatic irrigation control, fertilization control, and remote notifications. These findings highlight that IoT integration contributes to improving the efficiency of monitoring and managing oil palm seedling cultivation.

**Keywords**— Internet of Things, oil palm, monitoring, control, seedling.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang menjadikan sektor pertanian dan perkebunan sebagai salah satu penopang penting perekonomian nasional[1]. Salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis adalah kelapa sawit. Indonesia tercatat sebagai salah satu produsen kelapa sawit terbesar di dunia, dengan luas areal perkebunan kelapa sawit nasional yang sangat besar dan tersebar di berbagai provinsi[2] [3]. Pembibitan kelapa sawit merupakan tahap awal yang sangat menentukan kualitas tanaman pada fase pertumbuhan berikutnya. Bibit yang tumbuh pada kondisi media tanam yang sesuai akan memiliki peluang lebih besar untuk berkembang secara optimal setelah dipindahkan ke lahan utama. Oleh sebab itu, kelembaban tanah dan *potential of Hydrogen* (pH) tanah merupakan dua parameter utama yang harus dijaga selama proses pembibitan kelapa sawit[4]. Kelembaban tanah berfungsi menjaga ketersediaan air bagi akar tanaman, sedangkan pH tanah memengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan[5].

DOI: <https://doi.org/10.24036/voteknika.v14i1.138154>

Received : 2026-04-28  
Revised : 2026-05-09  
Accepted : 2026-05-10  
Published : 2026-05-11



For all articles published in VOTETEKNIKA  
<https://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika>, © copyright is retained by the authors. This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Pada praktiknya, pemantauan kelembaban dan pH tanah pada pembibitan masih dilakukan secara manual[4]. Cara ini cenderung kurang efisien karena memerlukan waktu, tenaga, dan ketelitian yang tinggi. Selain itu, pemantauan manual juga berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam merespons perubahan kondisi tanah, sehingga keputusan penyiraman maupun perlakuan lain tidak selalu dilakukan pada waktu yang tepat. Keadaan tersebut memperlihatkan perlunya sistem yang mampu melakukan pemantauan dan pengendalian secara otomatis, akurat, dan berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi otomasi berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan pendekatan yang relevan untuk menjawab permasalahan tersebut. Teknologi IoT memungkinkan perangkat saling terhubung untuk melakukan akuisisi data, pengiriman informasi, serta pengendalian sistem secara *real-time*. Melalui integrasi sensor, mikrokontroler, aktuator, dan aplikasi pemantauan, pengguna dapat memperoleh informasi kondisi tanah secara cepat dan mengambil keputusan berbasis data. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pertanian cerdas yang menekankan efisiensi, presisi, dan keberlanjutan dalam pengelolaan budidaya tanaman[6][7][8].

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa sistem otomatis mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan tanaman. Muhammad Rizal Fachri merancang sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan Arduino dan sensor *soil moisture* sebagai pengukur kelembaban tanah. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sensor mampu membedakan kondisi tanah kering dan basah berdasarkan nilai analog, sehingga penyiraman dapat dilakukan secara otomatis sesuai ambang kelembaban yang telah ditentukan. Sistem tersebut dinilai efektif dalam menjaga kadar air tanah,

meningkatkan efisiensi penyiraman, dan mengurangi ketergantungan pada proses manual[9].

Pengembangan selanjutnya dilakukan oleh Budiani melalui sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis IoT. Penelitian tersebut memanfaatkan sensor DHT11, sensor *soil moisture*, dan sensor pH tanah sebagai input untuk memantau kondisi lingkungan tanaman. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan melalui media monitoring berbasis internet, sedangkan pengendalian pompa air dilakukan secara otomatis berdasarkan nilai kelembaban tanah. Sistem tersebut juga dilengkapi dengan *notifikasi* kepada pengguna, sehingga memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian dilakukan dari jarak jauh[10].

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan *prototype* sistem monitoring dan kontrol pembibitan kelapa sawit berbasis IoT yang mengintegrasikan pemantauan kelembaban tanah dan pH tanah secara *real-time*, pengendalian penyiraman, pengendalian pemupukan, serta notifikasi kepada pengguna dalam satu aplikasi. Landasan utama penelitian ini adalah konsep *Internet of Things* sebagai sistem cerdas yang memungkinkan perangkat bekerja secara terhubung, adaptif, dan responsif dalam mendukung pengelolaan pembibitan tanaman secara lebih presisi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan *prototype* sistem monitoring dan kontrol pembibitan kelapa sawit berbasis *Internet of Things*. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem yang mampu memantau kondisi kelembaban dan pH tanah secara *real-time*, memberikan notifikasi kepada pengguna, serta mengendalikan proses penyiraman dan pemupukan secara terintegrasi dalam satu aplikasi guna menjaga kondisi tanah tetap optimal untuk mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* memberikan kemudahan dalam proses monitoring dan pengendalian sistem pertanian secara otomatis dan *real-time*. Pada penelitian ini, sistem dikembangkan dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kadar air tanah dan sensor pH untuk mengetahui tingkat keasaman tanah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi sehingga data dapat dikirim dan ditampilkan melalui aplikasi *Blynk* secara online. Sistem juga menggunakan relay sebagai pengendali pompa penyiraman dan pompa pemupukan yang bekerja otomatis berdasarkan nilai sensor maupun secara manual melalui aplikasi. Dengan adanya integrasi antara sensor, mikrokontroler, aktuator, dan aplikasi monitoring, pengguna dapat memantau kondisi pembibitan serta melakukan pengendalian dari jarak jauh secara lebih efektif, efisien, dan terkontrol waktu.

## II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan rancang bangun (*research and development*) yang berfokus pada perancangan dan pengujian *prototype* sistem monitoring dan kontrol pembibitan kelapa sawit berbasis IoT. Rancangan penelitian disusun secara sistematis dengan mengadaptasi model *waterfall*, yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian[11].

### 2.1 Analisis Kebutuhan Alat

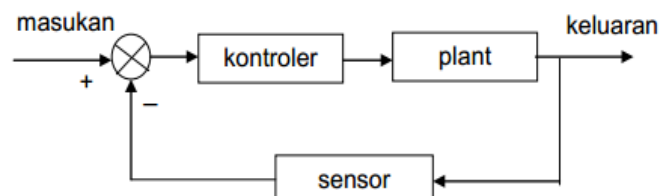
Pada tahap analisis kebutuhan, penelitian mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras berupa ESP32, sensor pH tanah, sensor *capacitive soil moisture*, relay 2 channel, mini water pump, dan LCD display, serta perangkat lunak pendukung berupa Arduino IDE, *Blynk*, Fritzing, Proteus, dan SolidWorks.

### 2.2 Desain

Setelah melakukan analisis maka dilakukan tahapan rancangan *interface* dan sistem berdasarkan kebutuhan fungsi alat. Pada tahap ini menentukan bentuk rancang bangun. Tahapan ini meliputi beberapa poin sebagai berikut:

#### 2.2.1 Desain Konseptual

Perancangan alat ini dibuat menggunakan desain dalam bentuk sistem kontrol loop tertutup. Sistem loop tertutup adalah sistem pengontrolan yang memiliki sifat sinyal pengeluaran dan mempunyai pengaruh pada reaksi pengontrolan komponen, sistem pengontrolan loop tertutup ini memiliki umpan balik yang sangat efisien[12]. Fungsi sinyal turunan, diberikan controller untuk digunakan agar bisa memperkecil kesalahan (*error*) untuk menghasilkan sinyal pengeluaran yang diinginkan.

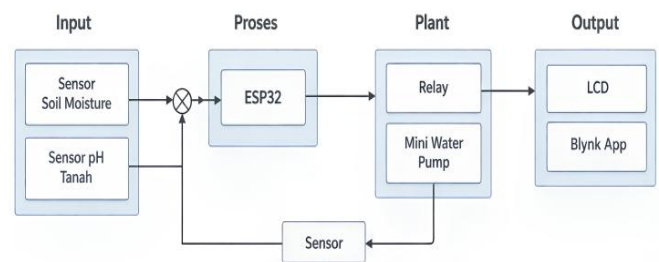


Gambar 1. Sistem Kontrol Loop Tertutup

Gambar 1. menyatakan hubungan antara masukan dan keluaran dari suatu loop sistem tertutup. Sinyal input yang sudah dibandingkan dengan sinyal umpan balik menghasilkan sinyal selisih atau sinyal kesalahan yang akan dikirimkan ke dalam elemen pengendali sehingga kemudian menghasilkan sebuah sinyal keluaran yang akan dikirim ke alat terkendali. Sinyal input berupa masukan referensi yang akan menentukan suatu nilai yang diharapkan bagi sistem yang dikendalikan tersebut. Dalam berbagai sistem pengendalian, sinyal input dihasilkan oleh mikrokontroler[13].

#### 2.2.2 Pengembangan Desain

Setelah desain konseptual, dilakukan pengembangan desain yang dituangkan dalam diagram blok. Berdasarkan Gambar 2, sensor soil moisture dan sensor pH tanah berfungsi sebagai input untuk mendeteksi kondisi tanah, kemudian data diproses oleh ESP32 untuk mengendalikan aktuator berupa relay dan mini water pump. Hasil proses tersebut selanjutnya ditampilkan pada LCD dan aplikasi *Blynk* sebagai output sistem.



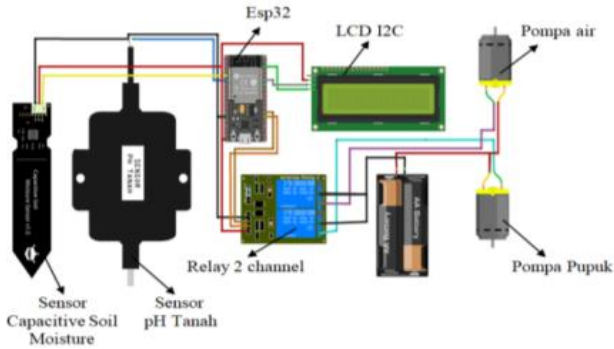
Gambar 2. Blok Diagram

### 2.3 Implementasi

Pada tahapan ini dilakukan proses implementasi yang bertujuan untuk merealisasikan rancangan desain menjadi sebuah perangkat yang dapat digunakan secara nyata.

#### 2.3.1 Perangkat Keras

Perangkat keras sistem terdiri dari ESP32, sensor soil moisture, sensor pH tanah, relay, LCD I2C, pompa air, dan pompa pupuk yang saling terhubung. Skema rangkaian perangkat keras sistem dapat dilihat pada Gambar 3.

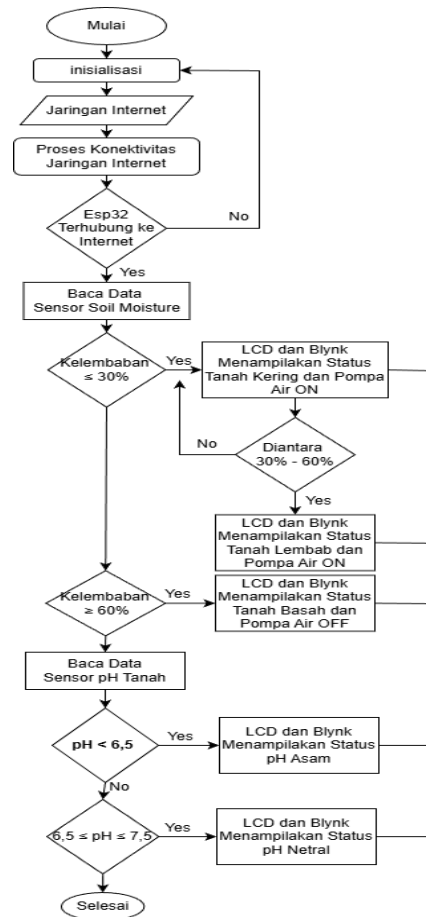


Gambar 3. Skema Keseluruhan Alat

#### 2.3.2 Perangkat Lunak

##### a. Flowchart

Flowchart atau diagram alir adalah urutan instruksi-instruksi pada pembuatan suatu program. Pembuatan Flowchart diperlukan untuk mempermudah dalam pembuatan program[14]. Untuk Flowchart dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah.



Gambar 4. Flowchart

##### b. Aplikasi Blynk

Aplikasi *Blynk* merupakan platform IoT yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol perangkat keras seperti mikrokontroler secara jarak jauh melalui *smartphone*. *Blynk* menyediakan antarmuka berbasis mobile yang memungkinkan pengguna menampilkan data sensor serta mengendalikan aktuator secara *real-time* melalui koneksi internet[15].

##### c. Software Arduino IDE

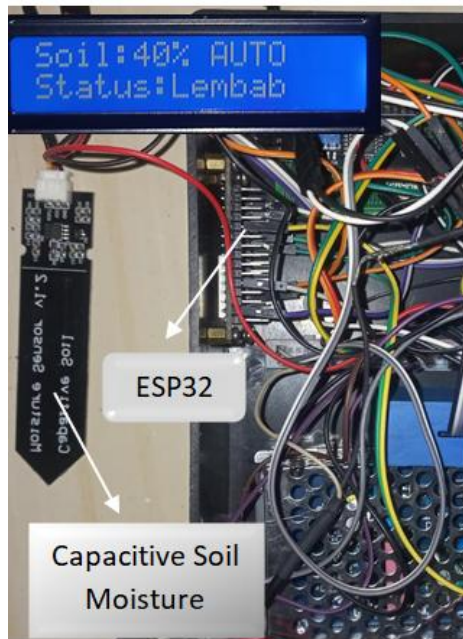
Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler seperti ESP32. *Software* ini menyediakan antarmuka yang sederhana sehingga memudahkan pengguna dalam mengembangkan sistem berbasis *embedded* maupun *Internet of Things* (IoT).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Implementasi Perangkat Keras

#### 3.1.1 Implementasi Monitoring Kelembaban Tanah

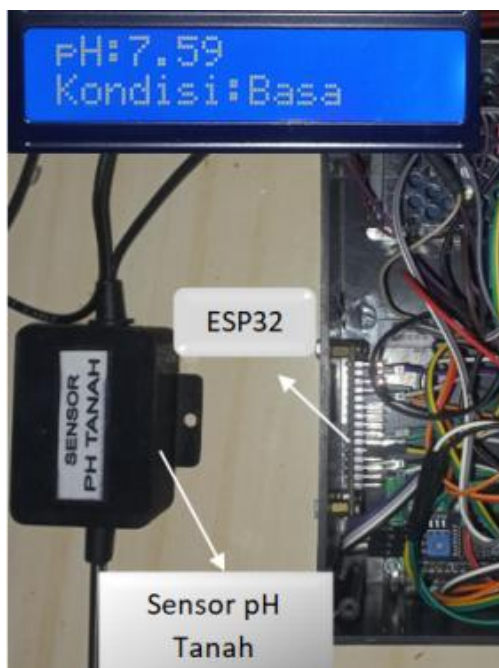
Bagian ini memaparkan implementasi sistem monitoring kelembaban tanah menggunakan sensor *capacitive soil moisture* yang terintegrasi dengan ESP32, sehingga data kondisi tanah dapat diperoleh secara *real-time* ketika sensor ditancapkan ketanah dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proses penyiraman. Adapun implementasi monitoring kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Implementasi Monitoring Kelembaban Tanah

### 3.1.2 Implementasi Monitoring Pengukuran pH Tanah

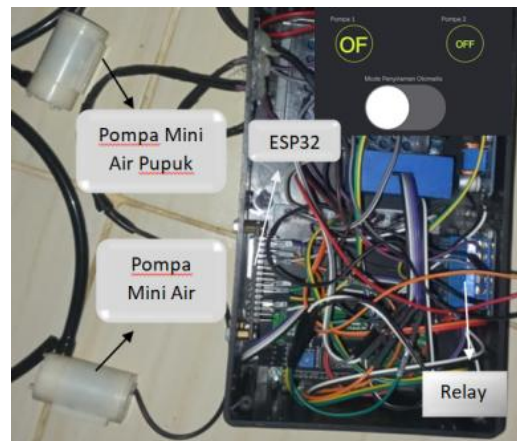
Bagian ini memaparkan implementasi sistem monitoring pH tanah menggunakan sensor pH yang terintegrasi dengan ESP32, sehingga data tingkat keasaman tanah dapat diperoleh secara real-time ketika sensor ditancapkan ke tanah dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan kondisi tanah. Adapun implementasi monitoring pengukuran pH tanah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Implementasi Monitoring pH Tanah

### 3.1.3 Implementasi Kendali Pompa Air dan Pupuk

Pada bagian ini memaparkan implementasi sistem kendali pompa air dan pompa pupuk menggunakan relay yang terintegrasi dengan ESP32, sehingga proses penyiraman dan pemberian pupuk cair dapat dilakukan secara otomatis maupun kontrol dengan aplikasi *Blynk* berdasarkan kondisi yang telah ditentukan.

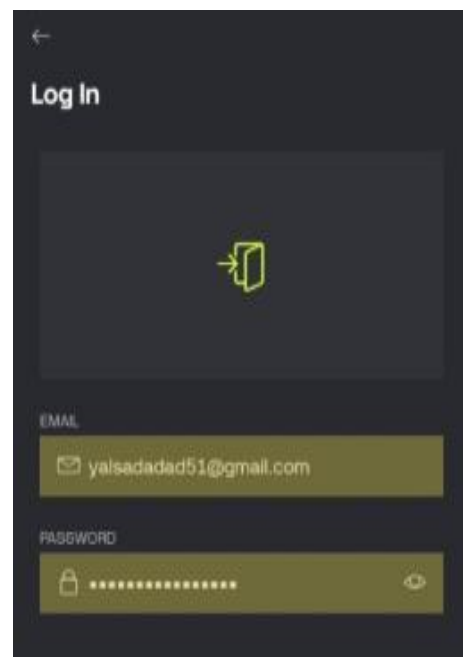


Gambar 7. Implementasi Kendali Pompa Air dan Pupuk

## 3.2 Implementasi Perangkat Lunak

### a. Tampilan Halaman Login

Halaman login pada aplikasi *Blynk* merupakan tahap awal yang harus dilakukan pengguna untuk mengakses sistem monitoring dan kontrol berbasis *Internet of Things*. Pada halaman ini, pengguna diminta memasukkan akun berupa *e-mail* dan kata sandi yang telah terdaftar agar dapat masuk ke halaman berikutnya.



Gambar 8. Halaman Login

### b. Halaman Dashboard

Halaman *dashboard* pada aplikasi *Blynk* merupakan tampilan utama yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol sistem. Pada halaman ini ditampilkan nilai pH tanah, kelembaban, status pompa, serta tombol kontrol dalam bentuk widget yang tersusun secara terstruktur sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengendalian secara *real-time*.



Gambar 9. Halaman Dashboard

### c. Notifikasi

*Notifikasi* pada aplikasi *Blynk* digunakan untuk memberikan peringatan otomatis kepada pengguna ketika terjadi kondisi tertentu pada sistem. Fitur ini dikonfigurasi berdasarkan batas nilai yang telah ditentukan, seperti kelembaban di bawah ambang minimum atau pH di luar rentang ideal. Ketika kondisi tersebut terdeteksi oleh program pada mikrokontroler, sistem akan mengirimkan *notifikasi* secara langsung melalui aplikasi sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan.



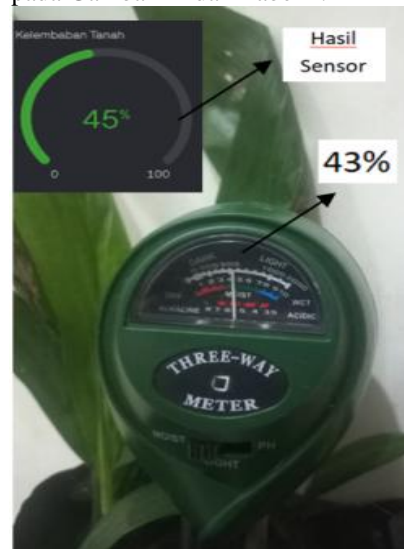
Gambar 10. Notifikasi pada smartphone

## 3.3 Pengujian

### 3.3.1 Pengujian Pengukuran Kelembaban Tanah

Pengujian pada sensor *capacitive soil moisture* bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor dalam membaca tingkat kelembaban tanah berdasarkan nilai persentase (%) yang dihasilkan dari konversi nilai ADC, serta memastikan sistem mampu mengklasifikasikan kondisi tanah kering, lembab, dan

basah secara otomatis. Pengujian pengukuran kelembaban tanah dengan cara membandingkan nilai yang diperoleh dari sensor *capacitive soil moisture* dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur pH tanah (*soil moisture*) yang ditampilkan pada Gambar 11 dan Tabel 1.



Gambar 11. Hasil Pengujian Kelembaban Tanah

Gambar 11 menunjukkan salah satu proses pengujian kelembaban tanah menggunakan sensor *Capacitive Soil Moisture* yang terhubung ke sistem monitoring dan *soil meter* sebagai alat pembanding. Pada gambar terlihat hasil pembacaan sensor sebesar 45%, sedangkan hasil pengukuran menggunakan *soil meter* menunjukkan nilai 43%. Hasil pengujian keseluruhan disajikan pada Tabel 1 untuk mengetahui tingkat akurasi sensor melalui perhitungan nilai *error*.

Tabel 1

Hasil Pengukuran *Capacitive Soil Moisture* Dan *Soil Meter*

No	Pengukuran Kelembaban Tanah			
	Soil Meter	Sensor	Selisih	Error (%)
1	43	45	2	0.046
2	50	52	2	0.040
3	60	59	1	0.017
4	35	36	1	0.029
5	70	72	2	0.029
6	55	54	1	0.018
7	80	82	2	0.025
8	65	66	1	0.015
9	48	47	1	0.021
10	75	76	1	0.013
Rata-rata Error				0.0253

Berdasarkan Tabel 1 hasil pengukuran *capacitive soil moisture* dan *soil meter*, nilai kelembaban tanah yang diperoleh sensor memiliki perbedaan yang relatif kecil dibandingkan alat ukur *soil meter*. Selisih pengukuran berada pada rentang 1–2%, dengan nilai rata-rata *error* sebesar 0,0253. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor *capacitive soil moisture* mampu membaca tingkat kelembaban tanah dengan cukup baik.

### 3.3.2 Pengujian Pengukuran pH Tanah

Pengujian sensor pH tanah bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca tingkat keasaman (pH) tanah serta memastikan nilai pH yang dihasilkan sesuai dengan kondisi sebenarnya. pengujian pengukuran pH tanah dengan

membandingkan hasil pembacaan sensor pH terhadap alat ukur pH meter yang ditampilkan pada Gambar 12 dan Tabel 2.



Gambar 12. Hasil Pengujian pH Tanah

Gambar 12 menunjukkan salah satu proses pengukuran pH tanah menggunakan sensor pH yang terhubung ke sistem monitoring dan pH meter sebagai alat pembanding. Pada gambar terlihat hasil pembacaan sensor sebesar 7,33, sedangkan hasil pengukuran menggunakan pH meter menunjukkan nilai 7,6. Hasil pengujian dirangkum secara keseluruhan pada Tabel 2 untuk mengetahui tingkat akurasi sensor melalui perhitungan nilai *error*.

Tabel 2  
Hasil Pengukuran Sensor pH dan pH Meter

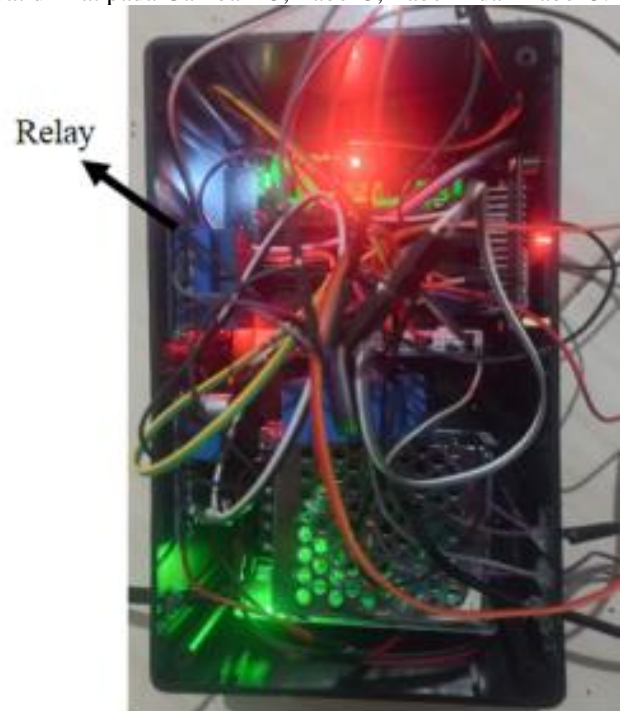
No	Pengukuran Kelembaban Tanah			
	pH Meter	Sensor	Selisih	Error (%)
1	7.6	7.33	0.27	0.036
2	6.8	7.18	0.38	0.056
3	7.2	6.80	0.40	0.056
4	5.9	6.34	0.44	0.075
5	6.5	6.08	0.42	0.065
6	7.8	7.40	0.40	0.051
7	6.2	6.53	0.33	0.053
8	7.0	7.30	0.30	0.043
9	5.8	6.30	0.50	0.086
10	6.9	6.46	0.44	0.064
Rata-rata Error				0.0585

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran pH tanah menggunakan sensor dan pH meter menunjukkan adanya selisih nilai pada setiap pengujian. Selisih pengukuran berkisar antara 0,27 hingga 0,50 dengan nilai *error* sebesar 0,0585. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor pH mampu bekerja dengan cukup baik dalam mendeteksi kondisi pH tanah.

### 3.3.3 Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan untuk memastikan sistem kontrol pembibitan kelapa sawit berbasis *Internet of Things* mampu mengendalikan pompa air dan pompa pupuk cair sesuai perintah. Pada sistem ini, relay digunakan untuk mengendalikan dua aktuator, yaitu pompa air dan pompa pupuk cair. Sistem penyiraman memiliki dua mode, yaitu *otomatis* dan mode kontrol melalui aplikasi. Pada mode

*otomatis*, relay akan mengaktifkan pompa air ketika nilai kelembaban tanah berada pada kondisi kering, dan akan mematikan pompa ketika kelembaban telah mencapai batas yang ditentukan. Selain itu, pengguna juga dapat mengaktifkan atau mematikan pompa melalui aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 13, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.



Gambar 13. Hasil Pengujian Relay

Pada gambar 13 menunjukkan hasil pengujian relay pada kondisi tanah kering, di mana relay bekerja secara otomatis untuk mengaktifkan pompa air sebagai *respons* terhadap rendahnya nilai kelembaban tanah yang terdeteksi oleh sensor. Selanjutnya, data hasil pengujian tersebut dijabarkan lebih lengkap pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3  
Hasil Pengujian Relay Penyiraman Mode *Otomatis*

No	Penyiraman mode otomatis		
	Kelembaban	Status Relay 1	Status Pompa 1
1	14 %	ON	Menyala
2	27 %	ON	Menyala
3	48 %	ON	Menyala
4	51 %	OFF	Mati
5	85 %	OFF	Mati

Tabel 4  
Hasil Pengujian Relay Penyiraman Kontrol Aplikasi

No	Penyiraman Kontrol Aplikasi		
	Perintah Blynk	Status Relay 1	Status Pompa 1
1	ON (1)	ON	Menyala
2	OFF (0)	OFF	Mati
3	ON (1)	ON	Menyala
4	OFF (0)	OFF	Mati

Tabel 5  
Hasil Pengujian Relay Pemupukan Kontrol Aplikasi

No	Pemupukan Kontrol Aplikasi		
	Perintah Blynk	Status Relay 1	Status Pompa 1
1	ON (1)	ON	Menyala
2	OFF (0)	OFF	Mati

3	ON (1)	ON	Menyala
4	OFF (0)	OFF	Mati

Berdasarkan hasil pengujian, Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian relay pada sistem penyiraman mode otomatis berdasarkan nilai kelembaban tanah. Relay dan pompa air akan aktif pada saat kelembaban tanah berada di bawah batas yang telah ditentukan, yaitu pada nilai 14%, 27%, dan 48%, sedangkan pada kelembaban 51% dan 85% relay berada pada kondisi OFF sehingga pompa air mati. Selanjutnya, Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian relay penyiraman menggunakan kontrol aplikasi Blynk, di mana saat perintah ON (1) diberikan relay aktif dan pompa menyala, sedangkan perintah OFF (0) membuat relay nonaktif dan pompa mati. Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian relay pemupukan menggunakan kontrol aplikasi Blynk dengan hasil yang sama, yaitu relay dan pompa akan menyala saat menerima perintah ON (1) dan mati saat menerima perintah OFF (0). Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem kontrol penyiraman dan pemupukan berbasis IoT dapat bekerja dengan baik secara otomatis maupun melalui kendali aplikasi.

### 3.3.4 Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian dilakukan untuk memastikan aplikasi mampu menampilkan data sensor secara *real-time*, mengirimkan perintah kontrol kepada alat, serta memberikan *notifikasi* kondisi tanah kepada pengguna. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Halaman Dashboard

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Blynk berhasil menampilkan data sensor secara *real-time*, mengirim perintah kontrol ke sistem, serta memberikan *notifikasi* terkait status kondisi tanah secara akurat.

### 3.4 Analisis Hasil Pengujian

Analisis pengujian bertujuan untuk mengetahui seberapa layak sistem yang dibuat saat digunakan. Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6  
Analisis Hasil Pengujian

No	Pengujian	Proses	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji
1	Pengukuran Kelembaban Tanah	Pengukuran membandingkan sensor dengan alat ukur pH meter ( <i>Soil Moisture</i> )	memenuhi standar alat ukur	Sukses
2	Pengukuran pH Tanah	Pengukuran membandingkan sensor dengan alat ukur pH meter	memenuhi standar alat ukur	Sukses
3	Pengujian Relay pada Pompa Air dan Pompa Pupuk	Pengujian dilakukan untuk memastikan relay aktif ketika mode <i>otomatis</i> maupun kontrol aplikasi	Relay aktif dan dapat menghidupkan pompa	Sukses
4	Pengujian Aplikasi Blynk	Menampilkan nilai kelembaban dan pH tanah serta kontrol pompa.	Dapat memantau dan mengendalikan alat dari jarak jauh	Sukses

### 3.5 Pembahasan

Dapat disimpulkan berdasarkan Tabel 8 sistem dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian dari sensor diperoleh nilai *error* sebesar 0.0253 dan 0.0585 berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2. Kemudian hasil pengujian relay berjalan sebagaimana mestinya, serta hasil pengujian aplikasi Blynk dapat menampilkan nilai dari sensor dan dapat mengendalikan pompa dengan baik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *prototype* sistem monitoring dan kontrol pembibitan kelapa sawit berbasis *Internet of Things* mampu menjalankan fungsi utama sesuai tujuan penelitian, yaitu memantau kelembaban tanah dan pH tanah serta mengendalikan penyiraman secara terintegrasi. Pada aspek kelembaban tanah, sensor *soil moisture* menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi perubahan kondisi tanah dari kering, lembab, hingga basah. Data yang dibaca sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk menentukan kategori kondisi tanah dan mengaktifkan pompa air secara otomatis saat tanah berada pada kondisi kering. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi monitoring dibandingkan cara manual, karena data kelembaban dapat ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke aplikasi Blynk secara *real-time*. Temuan tersebut menegaskan bahwa integrasi sensor, mikrokontroler, dan aplikasi monitoring telah berjalan secara fungsional pada sistem yang dirancang.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, serta pengujian *prototype* sistem monitoring dan kontrol pembibitan kelapa sawit berbasis *Internet of Things*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem monitoring pembibitan kelapa sawit berbasis *Internet of Things* berhasil dirancang dan dibuat menggunakan sensor soil moisture dan sensor pH tanah yang mampu memantau kondisi kelembaban tanah serta nilai pH tanah secara *real-time*. Data hasil pembacaan sensor dapat dikirimkan dan ditampilkan melalui aplikasi *Blynk* sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanah dari jarak jauh.
2. Sistem kontrol penyiraman air dan pemupukan pada pembibitan kelapa sawit dapat diimplementasikan dengan menggunakan relay yang terhubung dengan pompa. Sistem ini mampu melakukan penyiraman dan pemupukan secara *otomatis* maupun pengendalian jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*.
3. Mikrokontroler ESP32 berhasil diintegrasikan dengan sensor soil moisture, sensor pH tanah, relay, LCD, serta aplikasi *Blynk* sehingga membentuk suatu sistem monitoring dan kontrol yang mampu bekerja secara terhubung melalui jaringan internet untuk membantu proses pemantauan dan perawatan pembibitan kelapa sawit secara lebih efektif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. A. Ayun, Qurotu and Kurniawan, Shidiq and Saputro, "Perkembangan konversi lahan pertanian di bagian negara agraris," *Vigor J. Ilmu Pertan. Trop. Dan Subtrop.*, vol. 5, pp. 38--44, 2020.
- [2] S. Hadi, D. Bakce, D. Muwardi, J. Yusri, and F. Septya, "PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SWADAYA ISPO Certification Acceleration Strategies for Independent Oil Palm Plantations," vol. 21, no. 1, pp. 21--42, 2023.
- [3] W. Purba and D. Ardiyanti, "Dinamika Kerjasama Perdagangan Indonesia dalam Ekspor Kelapa Sawit ke India Tahun 2014-2019," *J. Mhs. Fak. Ilmu Sos. dan Kependidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 133--140, 2021.
- [4] N. Effendi, D. Handoko, F. Azim, and F. Farida, "Perancangan sistem pemantauan kelembaban tanah pembibitan kelapa sawit berbasis internet of things," vol. 5, no. 2, pp. 358--366, 2024.
- [5] F. S. Lamadi, I. Musaad, S. Taberima, and U. Papua, "Pengembangan Kesesuaian Lahan Pala Fakfak (*Myristica Argante Warb*) untuk Peningkatan Produksi," vol. 4, no. 4, pp. 2--5, 2025.
- [6] G. H. Sandi, Y. Fatma, and F. I. Kompuer, "PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS ( IOT ) PADA BIDANG PERTANIAN," vol. 7, no. 1, pp. 1--5, 2023.
- [7] T. Azizah, Nur and Thamrin, "Penyiraman dan pemupukan tanaman bawang merah secara otomatis pada greenhouse menggunakan Internet of Things (IoT)," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. Dan Inform.)*, vol. 9, no. 4, 2021.
- [8] D. Fajriyah, Rani Elsa and Faiza, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis Internet of Things," *J. Vocat. Tek. Elektron. Dan Inform.*, vol. 12, 2024.
- [9] M. R. Fachri, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Moisture Sebagai Pengukur Kelembaban Tanah Untuk Tanaman Cabai," *Pros. Konf. Nas. Soc. \& Eng. Polmed*, vol. 3, pp. 849--854, 2022.
- [10] R. E. Budiani, J. D. Irawan, and D. Rudhistiar, "SISTEM MONITORING DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN CABAI BERBASIS INTERNET OF THINGS ( IOT )," vol. 8, no. 2, pp. 1331--1338, 2024.
- [11] J. D. Mulyanto, "Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Aplikasi BKK Berbasis Web," vol. 2, no. 1, pp. 27--36, 2022.
- [12] J. Putranto, N. Saidatin, H. S. Maulana, and D. A. Patriawan, "Analisis Ekperimental Sistem Kontrol Otomatis pada Pengisian Air Berbasis Rangkaian Close Loop dan Open Loop," no. Senastitan Iii, pp. 1--6, 2023.
- [13] F. Hamdi and T. Thamrin, "Perancangan dan Pembuatan Alat Kontrol Lampu Rumah Otomatis Menggunakan NODEMCU 8266 Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. Dan Inform.)*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2021.
- [14] R. Azhari, Farizky Adhitha and Mukhaiyar, "Door Security System Menggunakan Teknologi Biometric Face Recognition," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 3, pp. 166--173, 2021.
- [15] I. Santoso, M. F. Adiwisatra, B. K. Simpony, D. Supriadi, and D. S. Purnia, "Implementasi Nodemcu dalam home automation dengan sistem kontrol aplikasi Blynk," *J. Swabumi*, vol. 9, no. 1, p. 2021, 2021.