

## **SKRIPSI**

### **Sistem Monitoring dan Notifikasi Peringatan Pengendalian *Smart Greenhouse* Berbasis *Internet of Things (IoT)* pada Tanaman Melon Menggunakan Protokol MQTT**

### ***Monitoring System and Warning Notification Control for Smart Greenhouse Based on Internet of Things (IoT) in Celery Plants Using the MQTT Protocol***

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer



**ALIM RABBANI**

**D0221080**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULAWESI BARAT**

**MAJENE**

**2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**Sistem Monitoring dan Notifikasi Peringatan Pengendalian *Smart Greenhouse* Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Tanaman Melon Menggunakan Protokol MQTT**

Diusulkan oleh :

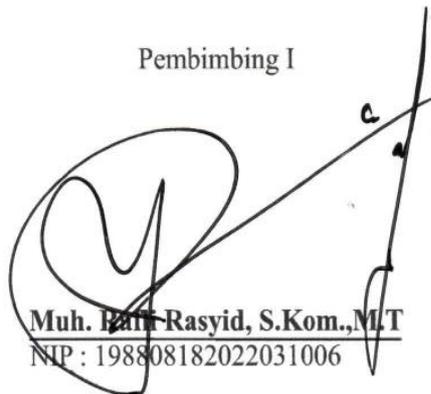
**ALIM RABBANI**

**D0221080**

Telah disetujui

Pada tanggal 20 Maret 2025

Pembimbing I



**Muh. Hanif Rasyid, S.Kom., M.T**  
NIP : 198808182022031006

Pembimbing II



**Siti Aulia Rachmini, S.T., M.T**  
NIP: 198207062008042003

# LEMBAR PERSETUJUAN

## SKRIPSI

### **Sistem Monitoring dan Notifikasi Peringatan Pengendalian *Smart Greenhouse* Berbasis *Internet of Things (IoT)* pada Tanaman Melon Menggunakan Protokol MQTT**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

**ALIM RABBANI**

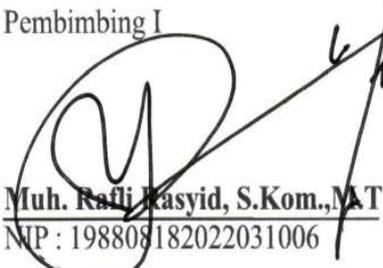
**D0221080**

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji

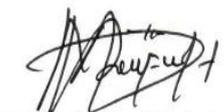
Pada Tanggal 20 Maret 2025

Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

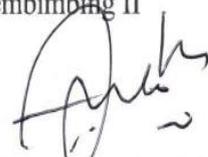
Pembimbing I

  
Muh. Rafli Kasyid, S.Kom., M.T  
NIP : 198808182022031006

Penguji I

  
Musyrifah, S.Pd., M.Pd  
NIDN: 0014119302

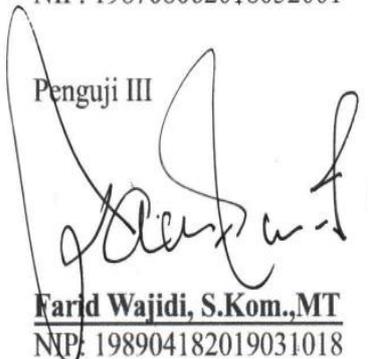
Pembimbing II

  
Siti Aulia Rachmini, S.T., M.T  
NIP: 198207062008042003

Penguji II

  
Arnita Irianti, S.Si., M.Si  
NIP: 198708062018032001

Penguji III

  
Farid Wajidi, S.Kom., MT  
NIP: 198904182019031018

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Sistem Monitoring dan Notifikasi Peringatan Pengendalian *Smart Greenhouse* Berbasis *Internet of Things (IoT)* pada Tanaman Melon Menggunakan Protokol MQTT**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik

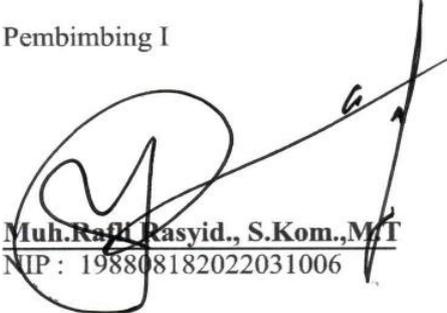
Disusun oleh :

**Alim Rabbani**

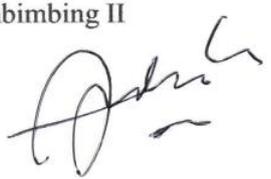
**NIM.D0221080**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

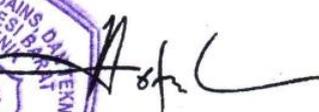
Pembimbing I

  
**Muh. Rafli Rasyid., S.Kom., M.T**  
NIP : 198808182022031006

Pembimbing II

  
**Siti Aulia Rachmini S.T., M.T**  
NIP : 198207062008042003

Dekan Fakultas Teknik

  
**Dr. H. Hafsa Nirwana, M.T**  
NIP : 196404051990032002

Ketua Program Studi Informatika

  
**Muh. Rafli Rasyid., S.Kom., M.T**  
NIP : 198808182022031006

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah di ajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat di buktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan perundangundangan yang berlaku (**UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70**).

Majene 15 Februari 2025

Penulis



**ALIM RABBANI**  
**D0221080**

## ABSTRAK

**Alim rabbani** : Sistem *Monitoring* dan *Notifikasi* Peringatan Pengendalian *Smart Greenhouse* Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Tanaman Melon Menggunakan Protokol MQTT. (di bimbing oleh Muh.Rafli Rasyid, S.kom.,M.T dan Siti Aulia Rachmini, S.T.,M.T)

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan notifikasi untuk pengendalian *smart greenhouse* pada tanaman melon. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban udara, sensor kelembaban tanah, dan sensor pH tanah. Pengiriman data dilakukan melalui protokol MQTT, sehingga petani dapat memperoleh informasi secara *real-time* guna mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D), meliputi perumusan masalah, *studi literatur*, analisis kebutuhan, perancangan sistem, serta pengujian hingga diperoleh hasil yang sesuai. Pengujian kinerja mengevaluasi *efektivitas* MQTT dalam mengirim data sensor ke sistem *web monitoring*. Hasil menunjukkan bahwa semua data berhasil dikirim tanpa kendala, dengan sebagian besar *latency* 00.00.00 detik. Beberapa kasus mencatat keterlambatan 00.00.01-00.00.02 detik akibat ketidakstabilan jaringan. Selain itu, pengujian *bandwidth* menunjukkan bahwa sistem tetap berjalan pada jaringan rendah 64 kbps dan lebih stabil pada 1 *Mbps* ke atas. Kesimpulannya, sistem monitoring dan notifikasi berbasis IoT dan MQTT berhasil diimplementasikan. Sistem ini memberikan notifikasi akurat saat parameter lingkungan melebihi batas yang ditentukan. Pengujian *black-box* memastikan sistem berfungsi sesuai harapan, membantu petani memantau kondisi lingkungan secara efisien dan responsif.

**Kata kunci** : *Internet of things* (IoT), *Protokol MQTT*, *Smart greenhouse*, *Monitoring tanaman*, *Melon*

## ABSTRAK

**Alim rabbani:** *Monitoring System and Warning Notification Control for Smart Greenhouse Based on Internet of Things (IoT) in Celery Plants Using the MQTT Protocol (Supervised by Muh. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T., and Siti Aulia Rachmini, S.T., M.T.)*

*This study aims to design and implement a monitoring and notification system for smart greenhouse control in melon plants. This system uses a DHT22 sensor for air temperature and humidity, a soil moisture sensor, and a soil pH sensor. Data transmission is carried out via the MQTT protocol, so that farmers can obtain information in real time to optimize plant growth. The research method used is Research and Development (R&D), including problem formulation, literature study, needs analysis, system design, and testing until appropriate results are obtained. Performance testing evaluates the effectiveness of MQTT in sending sensor data to the web monitoring system. The results show that all data was successfully sent without any problems, with most of the latency being 00.00.00 seconds. Several cases recorded a delay of 00.00.01-00.00.02 seconds due to network instability. In addition, bandwidth testing showed that the system continued to run on a low network of 64 kbps and was more stable at 1 Mbps and above. In conclusion, the IoT and MQTT-based monitoring and notification system was successfully implemented. This system provides accurate notifications when environmental parameters exceed the specified limits. Black-box testing ensures the system functions as expected, helping farmers monitor environmental conditions efficiently and responsively.*

**Keywords:** *Internet of Things (IoT), MQTT Protocol, Smart Greenhouse, Plant Monitoring, Melon*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pertanian mempunyai peranan berarti dalam kelangsungan hidup manusia, pertanian merupakan salah satu metode guna memenuhi kebutuhan pangan. Di Indonesia, banyak masyarakat yang menggantungkan hidupnya di pertanian tetapi masih banyak yang melakukan cara manual seperti penyiraman tanaman secara langsung dan pemupukan tanaman untuk melakukan pengolahan pada lahan pertanian sehingga hasil yang di dapatkan kurang maksimal karena penyiraman yang dilakukan secara manual seringkali tidak memperhitungkan kebutuhan air yang tepat untuk tanaman sehingga dapat menyebabkan tanaman kekurangan atau kelebihan air, pemupukan yang berlebihan dan juga kurang *efisien* karena akan menyita banyak waktu petani untuk merawat tanaman dalam pengerjaannya (Sandi, Fatma and Kompuer, 2023). Pertanian, sebagai salah satu faktor utama dalam ekonomi banyak negara, sangat dipengaruhi oleh lingkungan tempat tanaman tumbuh. Faktor-faktor seperti suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, memiliki peran penting dalam menentukan kesehatan dan pertumbuhan tanaman. Pemantauan yang akurat dan *real time* menjadi kebutuhan mendesak bagi petani untuk mengambil tindakan pencegahan atau intervensi yang diperlukan (Noor *et al.*, 2024).

Indonesia memiliki potensi yang sangat besar di bidang pertanian. Selain karena Indonesia memiliki sumber daya alam dan luas wilayah yang cukup besar, sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi tumpuan hidup sebagian besar

masyarakat dan tenaga kerja nasional (Vien, Hadary and Yurisinthae, 2023). Di Sulawesi Barat pertanian menjadi sektor utama dalam mendorong perekonomian hal ini disebabkan karena sebagian besar Kabupaten/Kota di Sulawesi Barat merupakan penghasil produk pertanian (Hasri, Zakaria and Arifin, 2020). Daerah Sulawesi Barat merupakan salah satu daerah penghasil kakao, kopi robusta, kopi arabika, kelapa, hingga cengkih (Purwanto, A. 2021, March 10). Namun sektor pertanian khususnya di Kabupaten Majene masih belum memberikan dampak signifikan terhadap kesejahteraan petani. Beberapa indikasi yang menunjukkan hal ini adalah rendahnya produktivitas komoditas, keterbatasan jumlah dan kualitas sumber daya manusia (SDM) di bidang pertanian, serta kurangnya sarana dan prasarana pendukung. Selain itu, jaringan pasar yang lemah menyebabkan nilai tambah dari komoditas pertanian sebagai produk utama masih rendah. Hal ini disebabkan oleh tidak tersedianya sarana dan prasarana yang memadai, serta adanya berbagai permasalahan terkait pengetahuan, keterampilan, dan perilaku petani yang belum memenuhi harapan (Yuswandi, Sjarlis and Djalante, 2023).

Pertanian tradisional menghadapi berbagai tantangan seperti perubahan iklim, keterbatasan sumber daya alam, dan meningkatnya kebutuhan pangan global (Muzhaffar, 2024). Pertanian skala rumah tangga kini banyak diminati masyarakat khususnya masyarakat di Kabupaten Majene, baik dalam penanaman tanaman hias maupun tanaman konsumsi dimana fenomena ini disebabkan maraknya video-video pada sosial media yang membahas mengenai pertanian skala rumah tangga. Namun, sejumlah permasalahan muncul bagi para petani rumah tangga, terutama terkait dengan produktivitas tanaman yang belum mencapai potensi maksimal.

Faktor yang sering muncul adalah kondisi tanah yang kurang optimal, kelembaban tanah yang tidak terkontrol, serta kurangnya informasi mengenai kondisi tanah, dan kebutuhan pemupukan tanaman dengan pupuk cair dapat menghambat pertumbuhan tanaman secara optimal, sehingga perlunya diciptakan sistem yang mampu memberikan solusi mengenai permasalahan tersebut (Stefwa Rifa'i Rizky Dimas Arifita, Akbar Rozaq Rais and Rokhmah, 2024).

Salah satu faktor yang sering menyebabkan hasil pertanian tidak maksimal adalah iklim, perubahan iklim menjadi bagian penting dalam menentukan hasil pertanian. Perubahan iklim cuaca yang sulit diprediksi kapan datangnya seperti badai, angin kencang, dan *hailstrom* dapat merusak tanaman secara fisik, sementara gelombang panas dapat menyebabkan *head stress* yang mematikan bagi beberapa jenis tanaman sehingga menyebabkan sulitnya tanaman dapat tumbuh dengan baik di Kabupaten Majene (Sulaminingih *et al.*, 2024). Perubahan iklim seringkali memberikan dampak negatif terhadap hasil pertanian karena perubahan-perubahan tersebut cenderung sulit untuk diprediksi. Kabupaten Majene memiliki iklim yang tidak menentu dengan variasi antara hujan, panas, dan mendung. Hal-hal tersebut berdampak pada tidak sesuaian hasil pertanian yang diperoleh bahkan banyak para petani yang mengalami kerugian akibat dari perubahan iklim tersebut (Weather Spark. Retrieved October 21, 2024).

Saat ini pengembangan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) semakin banyak digemari oleh banyak orang dikarenakan kemudahan yang ditawarkannya. Dalam penerapan teknologi berbasis IoT tanaman yang cocok dalam penggunaan teknologi maju dalam budidaya pertanian yakni tanaman melon, sehingga tanaman

melon itu sendiri memiliki peningkatan kebutuhan terhadap produksi. Tanaman melon merupakan tanaman buah yang tergolong dalam *Famili Cucurbitaceae*. Tanaman melon ini memiliki keistimewaan pada rasa, aroma, warna dan memiliki khasiat untuk kesehatan misalnya digunakan sebagai anti kanker, menurunkan risiko *stroke*, jantung, serta membantu sistem pencernaan (Muhaimin, Rahma Annisa and Montolalu, 2022). Melon dalam pemasarannya cukup besar karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi namun dalam hal budidaya terhadap tanaman ini sangat diperlukan penanganan yang intensif. Melon membutuhkan persyaratan untuk tumbuh, dalam hal ini diperlukan tanah gembur, subur, yang mempunyai kandungan bahan - bahan organik dan pH tanah (6-8) yang mendekati netral (Bilalang and Maharia, 2021). Namun, budidaya melon memiliki tantangannya tersendiri. Salah satu tantangan terbesar adalah pemberian nutrisi yang tepat. Melon memerlukan nutrisi yang berbeda – beda pada setiap fase pertumbuhannya, dan metode konvensional seringkali tidak memenuhi kebutuhan ini dengan efisien (Farouq and Prastiwi Renanda Putri, 2023).

Permasalahan terkait dengan kegagalan panen merupakan faktor internal petani yang salah satunya disebabkan oleh ketidakstabilan kualitas air dalam tanah sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan perkembangan akar. Kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan masalah, dan kondisi tanah yang terlalu basah atau terlalu kering dapat menyulitkan pemanenan. Tercukupinya kebutuhan air memungkinkan tanaman dapat tumbuh, berbuah, dan berkembang dengan baik. Sehingga diperlukan suatu alat ukur yang dapat membantu petani dalam memantau kelembaban tanah, suhu dan pH tanah agar tidak terjadi kehilangan hasil panen

akibat penyiraman yang berlebihan atau kekeringan (Fathurrohman *et al.*, 2024). Dalam budidaya tanaman melon yang dilakukan secara konvensional sepenuhnya masih menggunakan tenaga manusia dalam hal pengaturan kelembaban tanah dan suhu ruangan. Karena masih di kerjakan sepenuhnya oleh manusia menyebabkan tingkat pertumbuhan tidak optimal dan menyebabkan produksi buahnya tidak sesuai yang di harapkan (Budidaya, Melon and Atmega, 2022).

Salah satu teknologi informasi yang dapat membantu para petani dalam mengelola lahan pertanian adalah *IoT (Internet of Things)*. *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep atau skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer (Tambahani, Najoan and Rumagit, 2023). Cara konvensional digantikan dengan rumah kaca cerdas berbasis *IoT* dengan melengkapinya menggunakan instrumen yang mendukung penerapan *IoT* dan mampu terhubung dengan internet baik menggunakan kabel ataupun nirkabel. Penerapan *IoT* di sektor pertanian telah membawa berbagai manfaat, seperti pemantauan suhu dan kelembaban tanah melalui sensor yang dapat diakses petani melalui *smarthphone* atau *gadget* terhubung. Keunggulan *IoT* dalam pertanian mencakup pemantauan penyakit tanaman, aktivitas hama, dan kondisi tanah (Junaidi and Ramadhani, 2024).

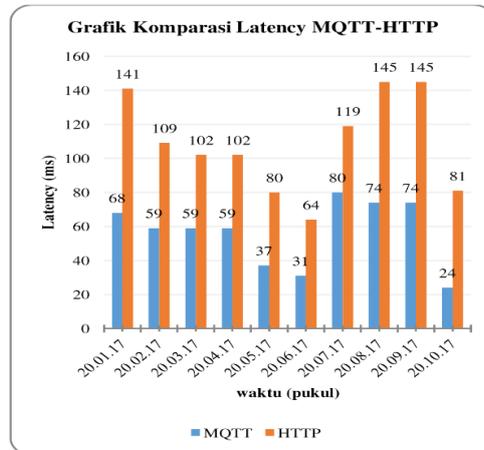
*Smart greenhouse* adalah teknologi yang digunakan untuk mengkondisikan faktor iklim yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Priyonggo *et al.*, 2023). Kondisi tanaman yang di maksud di sini adalah suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan pH tanah. *Greenhouse* didesain khusus

dengan bahan transparan seperti kaca atau plastik yang memungkinkan cahaya matahari masuk ke dalam bangunan dan menjaga suhu dan kelembaban di dalamnya. Tujuannya adalah untuk memberikan lingkungan yang ideal bagi tanaman agar dapat tumbuh dengan optimal. *Greenhouse* bertujuan menciptakan lingkungan yang stabil dan terkontrol bagi tanaman, sehingga meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen. Dengan adanya *greenhouse* dapat melindungi tanaman dari sinar matahari secara langsung. Selain dari itu, penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam *smart greenhouse* dapat dilakukan dengan memanfaatkan node – node nirkabel yang terkoneksi dengan sensor – sensor yang digunakan untuk membaca kondisi tanaman. Setelah data – data dari sensor tersebut dikumpulkan, data tersebut kemudian akan dikirim ke internet untuk di proses dan di simpan oleh *web server* sebagai sistem informasi. Namun semakin banyak node sensor yang digunakan semakin besar pula penggunaan *bandwidht* yang dibutuhkan. Oleh karena itu diperlukan mekanisme pengiriman data yang efisien untuk mengoptimalkan penggunaan *bandwidht* internet dalam penggunaan *node sensor nirkabel* (Ristian *et al.*, 2023).

*Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)* adalah protokol komunikasi data *machine to machine* yang berada pada leyer aplikasi. MQTT berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan dengan ukuran yang relatif kecil yaitu hanya sebesar 2 *bytes* untuk setiap jenis data, sehingga dapat bekerja di lingkungan yang terbatas sumber dayanya seperti *bandwidht* dan terbatasnya sumber daya listrik, selain itu protokol ini juga menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi terputus sementara, protokol MQTT menggunakan metode *publish/subscribe* untuk

metode komunikasinya. MQTT merupakan protokol yang dapat digunakan untuk menerapkan konsep IoT karena MQTT bersifat *light weighted message* dan di desain untuk perangkat yang memiliki sumber daya yang terbatas (Budiarto and Hadi, 2020).

Pada penelitian ini, peneliti memilih protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) karena cocok untuk sistem monitoring dan notifikasi di *smart greenhouse*. MQTT efisien dalam penggunaan *bandwidth* dan memiliki *overhead* rendah, memungkinkan pengiriman data dari berbagai sensor dengan cepat. *Latensi* yang rendah sangat penting untuk respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan tanaman melon, seperti suhu dan kelembaban. Dibandingkan dengan HTTP, MQTT memiliki keunggulan signifikan. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang **“Perbandingan Performansi *Latency* Protokol Komunikasi HTTP dan MQTT pada *Internet of Things*”** Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah protokol MQTT memiliki keunggulan terhadap protokol HTTP dikarenakan besaran paket yang dikirimkan oleh protokol HTTP lebih besar karena HTTP adalah protokol yang melakukan pengiriman pesan dengan ekstensi *request, methods, error code, header*, dan ketiga data tersebut perlu didefinisikan terlebih dahulu dalam melakukan pengiriman data. Oleh karena itu, protokol HTTP akan lebih banyak membawa data dan banyak membutuhkan kinerja yang lebih banyak, sedangkan untuk protokol MQTT hal tersebut tidak perlu dilakukan karena sudah di atur oleh broker MQTT (Bhaskoro *et al.*, 2022).



Gambar 1. 1 Perbandingan *latency protokol* MQTT dan HTTP

Oleh karena itu, peneliti akan merancang sebuah “**Sistem Monitoring Dan Notifikasi Peringatan Untuk Pengendalian *Smart Greenhouse* Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Pada Tanaman Melon Menggunakan Protokol MQTT**” tujuannya agar petani dapat memperoleh informasi mengenai kondisi lingkungan dalam *smart greenhouse*, berupa suhu ruangan, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan pH tanah. Informasi ini akan diterima oleh pemilik *smart greenhouse* melalui *web*. Sistem ini tidak hanya menampilkan data-data di dalam *smart green house*, tetapi juga memberikan peringatan kepada pemilik apabila kondisi di dalam *smart greenhouse* tidak normal. Apabila suhu, kelembaban ruangan, kelembaban tanah, ph tanah berada pada batas yang telah di tentukan maka sistem akan mengirimkan sebuah peringatan kepada pemilik tanaman agar pemilik dapat segera mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut.

## B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring serta notifikasi peringatan pengendalian pada *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) ?
2. Bagaimana *mengimplementasikan* protokol MQTT dalam transfer data pada sistem monitoring dan notifikasi peringatan pengendalian *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) ?

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan *mengimplementasikan* sistem monitoring dan notifikasi peringatan untuk pengendalian *smart greenhouse* pada tanaman melon menggunakan sensor suhu, kelembaban udara, sensor kelembaban tanah, dan sensor pH tanah. Pengiriman data ke sistem akan menggunakan protokol MQTT, sehingga petani dapat memperoleh informasi *real-time* yang akurat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman.

## D. Batasan Masalah

Pada penelitian ini di batasi pada hal – hal sebagai berikut :

- a. Penelitian ini mencakup pembuatan sistem monitoring dan peringatan pengendalian *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) pada tanaman melon
- b. Perangkat lunak untuk memonitoring *smart greenhouse* ini berbasis *website*
- c. Objek tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman melon
- d. *Implementasi* sistem akan di uji coba apada *prototipe smart greenhouse*

### **E. Manfaat Penelitian**

- a. Untuk diri pribadi, penelitian ini memberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan teknis dan pemahaman tentang bidang *internet of things* (IoT) dan sistem monitoring. Dengan merancang dan mengimplementasikan sistem ini, peneliti dapat memperkuat pengetahuan di bidang pemrograman, analisis data, dan penggunaan sensor, yang merupakan kompetensi penting di era teknologi saat ini.
- b. Untuk masyarakat, implementasi sistem monitoring dan *notifikasi* peringatan ini akan memberikan manfaat langsung kepada masyarakat khususnya bagi petani, untuk meningkatkan *efisiensi* dan *efektivitas* pengelolaan tanaman. Dengan informasi *real – time* mengenai kondisi lingkungan, petani dapat mengambil keputusan yang baik dan cepat dalam perawatan tanaman, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan hasil panen.
- c. Untuk pendidikan, penelitian ini dapat menjadi sumber referensi dan studi kasus bagi institusi pendidikan, khususnya dalam kurikulum yang berkaitan dengan teknologi pertanian. Selain itu penelitian ini dapat memotivasi mahasiswa untuk mengeksplorasi inovasi dan teknologi baru dalam bidang pertanian, serta mendorong pengembangan proyek – proyek serupa di bidang lingkungan akademis.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* adalah pengumpulan data yang dilakukan secara *real time* untuk mengamati suatu data dari alat ukur manusia dimanapun dan kapanpun (Kimia, 2020). *Monitoring* adalah salah satu aktivitas yang dilakukan untuk mengetahui proses jalannya suatu program yang telah dirancang, apakah berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan, mengetahui hambatan yang terjadi, dan mengetahui bagaimana cara mengatasi hambatan tersebut. *Monitoring* bertujuan untuk memastikan apakah suatu proses yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Sistem monitoring akan mempermudah suatu pekerjaan jika dirancang dan dilakukan secara efektif (Vinola and Rakhman, 2020).

##### 2. *Smart GreenHouse*

*Smart greenhouse* atau sering disebut rumah kaca cerdas atau rumah kaca presisi adalah suatu bangunan yang sudah dilengkapi dengan teknologi modern dengan tujuan meningkatkan kuantitas dan kualitas produk pertanian (Bafdal and Ardiansah, 2022). *Greenhouse* atau rumah kaca merupakan sebuah bangunan tempat tanaman dibudidayakan. Bangunan ini dapat berupa bangunan yang kecil ataupun bangunan yang berukuran besar. Adapun manfaat *greenhouse* adalah untuk melindungi tanaman dari kondisi lingkungan yang ekstrim dan hama yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Penggunaan *greenhouse* juga memungkinkan

untuk menumbuhkan segala jenis tanaman sepanjang tahun (Murtianta, Danis Ronaldo and Susilo, 2022). Berikut adalah **Gambar 2.1** *Greenhouse*.



**Gambar 2.1** *Greenhouse*

### 3. *Notifikasi* Peringatan

*Notifikasi* peringatan adalah pemberitahuan mengenai informasi atau pengumuman dari pihak tertentu kepada pihak yang dituju yang dilakukan mengenai media seperti *email*, *sms* maupun aplikasi *chatting* (*line*, *whatsapp*, *bbm*, *wechat*, dan sebagainya). *Notifikasi* sangat penting bagi penerima informasi, karena dengan *notifikasi*, informasi tersebut langsung diketahui oleh penerima. *Notifikasi* diperlukan ketika informasi yang akan disampaikan kepada pihak terkait tidak memungkinkan untuk diberitahukan secara langsung atau tatap muka. *Notifikasi* memungkinkan keakuratan atau kecepatan informasi yang dibutuhkan (Saputri, 2022).

### 4. *Internet of Things* (IoT)

Teknologi *internet of things* (IoT) adalah teknologi yang menggunakan internet sebagai media komunikasi data antara pengguna dengan kondisi/parameter nilai ukur dari suatu benda. Biasanya, untuk mendapatkan data nilai ukur dari suatu benda, diperlukan perangkat sensor yang digunakan untuk membaca nilai ukur/data/analog/digital dari suatu benda dan *Minimum System* sebagai pengolah

data dan mengirimkan data tersebut ke internet. Dengan menggunakan sensor didapatkan kondisi dari suatu *greenhouse*, misalnya suhu dan kelembaban ruangan, kelembaban tanah, pH tanah dan kadar nutrisi pupuk pada air pada *greenhouse* (Ristian, Ruslianto and Sari, 2022).

*Internet of things* adalah suatu sistem yang mampu memonitor perangkat keras dan menggerakkan perangkat tersebut dari jarak jauh dengan menggunakan teknologi internet. Hal ini akan mempermudah pengguna memperoleh informasi dari manapun dan maupun memantau dari jarak jauh. Menurut Dhosi, masa sekarang merupakan masa internet yang memudahkan kita menggunakan *platfrom* perangkat keras seperti *Raspberry pi*, *arduino*, *orange pi* dan perangkat lainnya yang terhubung ke *Cloud* seperti *AWS (Amazon Web Service)*, *Blynk*, *FireBse*, *Canned and could* lainnya. Hasilnya, terjadi komunikasi secara langsung yang menghasilkan perangkat menjadi pintar dan mampu mengambil keputusan tanpa campur tangan dari manusia (Sasmoko, 2020).

## 5. Protokol MQTT

Protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah sebuah protokol jaringan yang didesain untuk mengirimkan pesan – pesan ringan yang memiliki ukuran – ukuran kecil dan menggunakan *bandwidht* yang minim, sehingga sangat cocok digunaka pada lingkungan jaringan yang terbatas atau kurang stabil seperti *Internet of Things (IoT)*. Protokol MQTT memungkinkan perangkat IoT untuk saling berkomunikasi dan bertukar data dengan cepat dan efisien, dengan menggunakan model publikasi dan langganan yang memungkinkan pesan dikirim ke beberapa penerima sekaligus. MQTT banyak digunakan dalam

industri IoT, seperti untuk menghubungkan sensor – sensor pada suatu sistem IoT dengan aplikasi atau platform yang berbasis *cloud*, mengirimkan notifikasi atau perintah - perintah pada perangkat IoT, serta dalam pengambilan keputusan atau analisis data di *level edge* (Ristian *et al.*, 2023).

Sistem umum MQTT membutuhkan tiga komponen perangkat lunak utamanya yaitu:

- a. MQTT *Client/Sistem* yang nantinya akan di instal di *device* agar Arduino bisa memakai *pubsubclient MQTT* di perangkat PC.
- b. MQTT *Broker* yang berfungsi untuk menangani *publish* dan *subscribe* data
- c. MQTT *Publisher (Node sensor)* yang berfungsi membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke *broker*.

Alur komunikasi data MQTT antara *client*, *broker*, dan *node sensor* dapat dilihat pada **Gambar 2.2** :



**Gambar 2.2** Alur Komunikasi data MQTT

Pada gambar 2.2 di atas terdapat tiga entitas utama yang ada pada sistem yaitu perangkat IoT, server yang di dalamnya terdapat *broker*, dan pengguna/sistem. perangkat IoT mengirimkam (*Publish*) data sensor suhu udara dan kelembaban udara, sensor kelembaban tanah, dan sensor pH tanah ke server MQTT. Pengguna broker berperan dalam mengirimkan data tersebut pada pengguna yang mengakses *dashboard* secara *real – time* dengan syarat harus

berlangganan (*subscribe*) topic yang sama agar data dari sensor tersebut dapat di terima di *dashboard* . Variabel topic yang digunakan pada setiap sensor pada protokol MQTT dalam penelitian ini dapat di lihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 2. 1** Variabel *topic* MQTT

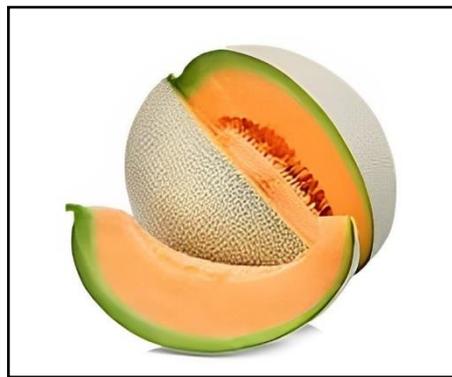
No	Parameter	Topic
1.	Suhu Udara	mqtt/Suhu_udara
2.	Kelembaban udara	mqtt/Kelembaban_udara
3.	Kelembaban Tanah	mqtt/Kelembaban_tanah
4.	pH tanah	mqtt/pH_tanah

#### 6. Melon (*Cucumis melo L*)

Melon merupakan jenis tanaman yang termasuk dalam *hortikultura*. *Hortikultura* (*horticulture*) merupakan bahasa latin dari *hortus* (tanaman kebun) dan *culture/colore* (budidaya) yang dapat di artikan sebagai budidaya tanaman kebun. *Hortikultura* hanya digunakan pada jenis tanaman yang dibudidayakan, untuk bidang kerja dari hortikultura meliputi pembenihan, pembibitan, kultur jaringan, produksi tanaman, panen, pengemasan serta pendistribusian. Tanaman melon memiliki suhu ideal pada suhu 25°C –30°C . Sedangkan untuk media tanam yang baik tanah liat berpasir, tidak terlalu basah dengan unsur pH 5,8 – 7,2 dan mengandung bahan organik seperti *andosol*, *latosol*, *regosol*, dan *grumusol* (Muhaimin, Rahma Annisa and Montolalu, 2022).

Melon (*Cucumis melo L*) salah satu jenis buah yang mulai banyak digemari oleh masyarakat. Buah melon bercita rasa khas dan beraroma wangi menyegarkan, serta dapat dikonsumsi dalam bentuk buah segar maupun olahan. Melon kaya

vitamin A dan C, rendah kalori, tidak mengandung lemak maupun kolestrol, dan merupakan sumber potassium sehingga baik untuk dikonsumsi sehari – hari. Keunggulan – keunggulan buah melon tersebut menjadikan melon sebagai salah satu komoditas hortikultura yang menjanjikan (Hs, 2022). Berikut gambar tanaman melon dapat di lihat pad **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Tanaman Melon

Sumber: <https://images.app.goo.8>

Berikut ini adalah tabel data kondisi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman melon dapat di lihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.2 Tingkat Suhu Udara dan Kelemban

No.	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kondisi Tanaman
1.	> 35 °C	< 80%	Tanaman Layu
2.	≤ 35 °C	≥ 80%	Normal

Sumber: (Acep Atma Wijaya, 2021)

Tabel 2.3 Tingkat Kelembaban Tanah

No.	Kelembaban Tanah (%)	Kondisi Tanaman
1.	< 70%	Tanah Kering
2.	≥ 70%	Tanah Basah

Sumber : (Saragih, 2023)

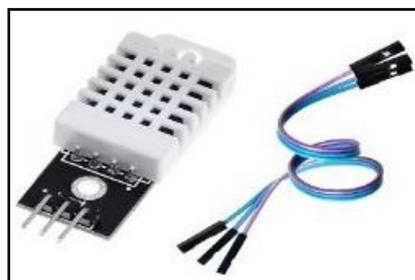
Tabel 2.4 Tingkat pH Tanah

No.	pH tanah	Kondisi Tanah Tanaman
1.	≤ 7	Tanah Asam (Asam/Netral)
2.	> 7	Tanah Basah (Sangat Basah)

Sumber:(Muhaimin, Rahma Annisa and Montolalu, 2022)

## 7. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor untuk mengukur suhu dan kelembaban, yang dimana mengeluarkan sinyal digital setelah melalui proses konversi dan perhitungan yang dijalankan oleh MCU terpadu 8 bit. Sensor DHT22 dapat beroperasi dengan catu daya antara 3,3V hingga 5V DC. Rentang pengukuran suhunya mencakup -40°C hingga 80°C, sementara rentang pengukuran kelembaban udara berkisar antara 0% hingga 100%. (Hudhoifah and Mulyana, 2024).

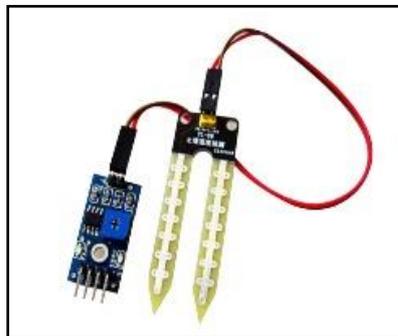


Gambar 2.4 Sensor DHT 22

Sumber: <https://images.app.goo.gl6>

#### 8. Sensor *Soil Moisture* (Sensor FC – 28)

Sensor *soil moisture* adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar) (Priya Surya Harijanto, Masramdhani Saputra and Oky Achmad E, 2023). Sensor ini sangat membantu untuk meningkatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memanantau kelembaban tanah. Prinsip kerja *moisture sensor* pada alat ini adalah dengan menanamkan satu buah sensor kelembaban pada tanah (Jupita *et al.*, 2021).



**Gambar 2.5** Sensor kelembaban Tanah (*Fc – 28*)

Sumber : <https://images.app.goo.gl8>

#### 9. Sensor pH tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman atau (acid) atau kebasahan (alkali) pada tanah. Sensor ini dapat disambungkan secara langsung dengan pin analog arduino maupun pin analog *mikrokontroler* lainnya besaran *fasis* (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya (No, Sari and Rasyid, 2022). Skla pH yang dapat di ukur oleh sensor pH tanah ini memiliki range 3,5 hingga 15.

Sensor ini bekerja dengan tegangan 5V DC dan memiliki jangkauan pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah. (Daniel, Utomo and Setyoko, 2022).



**Gambar 2.6** Sensor pH tanah

Sumber : <https://images.app.goo.glA>

#### 10. Mikrokontroler Arduino Uno R4 wifi

*Arduino uno* adalah salah satu developmen kit mikrokontroler yang berbasis pada *Atmega28*. *Arduino uno* merupakan salah satu *board* dari *family arduino uno*. Ada beberapa macam *arduino board* seperti *Arduino nano* , *Arduino Pro Mini*, *Arduino mega*, *Arduino yun* dan lain – lain. Namun yang paling populer adalah *arduino uno*. *Arduino uno* memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunaka sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz asilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header ICSP*, dan sebuah *reset*. *Arduino uno* memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah *mikrokontroler*. Hanya dengan menghubungkannya ke komputer menggunakan USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja (Bangun and Fahmi, 2021).



**Gambar 2.7** Arduino Uno R4 wifi  
 Sumber : <https://images.app.goo.gl6>

## 11. Modul Relay

*Relay* adalah saklar saklar untuk menghidupkan atau mematikan sebuah perangkat elektronika dengan memanfaatkan masukan dari output sebuah komponen elektronika lainnya. *Relay* arduino mempunyai 3 buah input yang masing – masing berfungsi sebagai kontrol untuk menghidupkan *relay*. Pin tersebut adalah pin GND, VCC dan IN. GND untuk ground atau tegangan 0 volt (-), VCC untuk tegangan +5v, sedangkan IN untuk memasukkan dari sensor yang lainnya yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah sensor *relay* (Fan, Dht and Arduino, 2021).



**Gambar 2.8** Modul relay  
 Sumber: <https://images.app.goo.gl9>

## 12. *Water Pump* Arduino

Pompa air berfungsi sebagai alat penyiraman tanaman secara otomatis sesuai dengan perintah dari *soil moisture* melalui arduino dan *relay*.



**Gambar 2.9** *Water Pump* (Pompa Air)

Sumber: <https://images.app.goo.gl6>

## 13. *Liquid Crystal Display* (LCD)

*Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 adalah jenis tampilan yang sering digunakan dalam proyek Arduino. LCD ini memiliki 16 kolom dan 2 baris, memungkinkan pengguna untuk menampilkan teks dan informasi dengan jelas.



**Gambar 2.10** LCD (*Liquid crystal display*)

Sumber : <https://images.app.goo.gl6>

## 14. Arduino IDE

*Integrated Development Environment* (IDE). IDE merupakan perangkat lunak yang memainkan peran yang sangat penting dalam pemrograman, kompilasi biner, dan unduhan memori *mikrokontroler*. Selain banyak modul

pendukung (sensor, monitor, pembaca dan lain – lain ). Arduino telah menjadi platform karena telah menjadi pilihan bagi banyak profesional. Salah satu alasan arduino memikat banyak orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik *hardware* maupun *software* (Slamet Purwo Santoso and Fajar Wijayanto, 2022).



**Gambar 2.11** Arduino IDE

Sumber : <https://images.app.goo.gl6>

## 15. Website

*Web* merupakan bagian dari layanan yang dapat berjalan diatas teknologi internet. Halaman *web* dapat di akses dengan adanya teknologi web server sebagai penyedia halaman *web*, *HTML* sebagai bahasa baku dan *HTTP* sebagai jalur pengiriman dokumen web. *Website* adalah halaman informasi yang disediakan melalui jalur internet, sehingga bisa di akses dimanapun selama terkoneksi dengan jaringan internet. *Website* merupakan kumpulan komponen yang terdiri dari teks, gambar, suara, animasi, sehingga lebih merupakan media informasi yang menarik untuk dikunjungi (Rochman, Hanafri and Wandira, 2020).

## 16. HTML (*HyperTaks Markup Laguage*)

HTML (*HyperTaks Markup Laguage*) adalah suatu bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat website pada penelitian ini. *HTML* dominan dengan menggunakan tanda tag  $\langle \rangle$  untuk meyakinkan kode – kode yang akan ditafsirkan oleh *browser* agar halaman dapat ditampilkan dan muncul sesuai dengan posisi yang telah di atur. Bahasa *HTML* ini sendiri digunakan untuk membantu merancang struktur dasar halaman *website* atau bila dianalogikan *HTML* merupakan pondasi awal untuk menyusun berdirinya kerangka halaman *website* secara lebih terstruktur sebelum masuk ke tahap desain dan sisi fungsionalitas (Sari *et al.*, 2022).

## 17. CSS (*Cascading Style Sheet*)

*Cascading style sheet* (CSS) merupakan aturan untuk mengatur beberapa komponen dalam sebuah *web* sehingga akan lebih terstruktur dan seragam. CSS bukan merupakan bahasa pemrograman. Sama halnya *styles* dalam aplikasi pengolah kata seperti *Microsoft Word* yang dapat mengatur beberapa *style*, misalnya *heading*, *subbab*, *bodytex*, *footer*, *images*, dan *style* lainnya untuk dapat digunakan bersama – sama dalam beberapa berkas (file). Pada umumnya CSS dipakai untuk memformat tampilan halaman *web* yang dibuat dengan bahasa *HTML* dan *XHTML*. CSS dapat mengendalikan ukuran gambar, warna bagian tubuh pada teks, warna tabel, ukuran border, warna *hyperlink*, warna *mouse over*, spasi antar paragraf, spasi antar teks, margin kiri, kanan, atas, bawah, dan parameter lainnya. CSS adalah bahasa *style sheet* yang digunakan untuk mengatur tampilan dokumen (Kurtubi and Amiruddin, 2023).

## 18. UML (*Unified Modeling Language*)

*Unified modeling language (UML)* adalah bahasa pemodelan grafis untuk menggambarkan, mendeskripsikan, dan mendokumentasikan artifak-artifak dari sebuah sistem piranti lunak. *UML* dapat dijadikan sebagai sebuah standar untuk membuat *blueprint* sebuah sistem, yang mencakup hak-hal yang bersifat konkrit seperti stemen bahasa pemrograman, skema basisdata, dan juga komponen sistem (Fu'adi and Prianggono, 2022).

## B. Penelitian Terkait

Penelitian terkait dengan sistem monitoring dan peringan pengendalian *smart greenhouse* berbasis *internet of things* (IoT) pada tanaman seledri seperti yang dipaparkan pada **Tabel 2.5** :

**Tabel 2.5** Penelitian Terkait

No	Nama Dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Pembeda dan Persamaan Penelitian
1	(Fiska Fadhilah and Hardjianto, 2022)	Sistem <i>Monitoring</i> dan Kendali Tanaman <i>Hidroponik</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> Pada <i>Smart Greenhouse</i>	<i>Programmable Logic Control (PLC)</i>	Sistem monitoring dan kendali <i>smart greenhouse</i> dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan. Dari rangkaian alat yang telah di rancang dan di ujikan berhasil mengendalikan kipas dan lampu secara otomatis dan mengendalikan pompa nutrisi	Perbedaan penelitian ini ada pada metode penelitian yang digunakan dan untuk persamaanya ada pada beberapa alat <i>monitoring</i> untuk <i>smart greenhouse</i>

				<p>melalui aplikasi. Serta hasil pembacaan nilai dari sensor – sensor yang sudah di dapatkan dapat di monitoring oleh pengguna dari mana saja dan kapan saja melalui aplikasi <i>android</i>.</p>	
2	Vinola & Rakhman, (2020)	Sistem <i>Monitoring</i> dan <i>Controlling</i> Suhu Ruangan Berbasis <i>Internet of Things</i>	<i>Research And Development (R&amp;D</i>	<p>Sistem monitoring dan <i>controlling</i> dengan menggunakan sensor <i>DHT22</i> dan <i>infrared</i> dapat berjalan dengan baik. Fitur pengendali AC dapat memberikan perintah dan bekerja sesuai dengan fungsinya jika peletakan perangkat</p>	Perbedaanya ada pada objek yang dimonitoring dan di Kontrol, dan persmaanya ada pada teknik pengumpulan data

				<i>controlling</i> AC berada pada jarak yang tepat yaitu tidak lebih dari 3,9 meter ke AC.	
3	(Dkk, Meteorologi and Geofisika, 2022)	Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Tanaman Bayam <i>Berbasis Internet of Things (IoT)</i>	<i>Studi literatur</i> , perancangan sistem, dan pengujian sistem berdasarkan analisis kuantitatif	Sistem dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh, meningkatkan <i>efektivitas</i> pemantauan kondisi lingkungan untuk pertumbuhan tanaman. Hasil bayam yang di peroleh dari <i>greenhouse</i> menunjukkan bahwa batang bayam lebih tinggi 4,5 cm dibandingkan dengan bayam yang di tanam di luar <i>greenhouse</i> , diameter batang	Perbedaanya ada pada objek tanaman dan metode penelitian dan persamannya ada pada sistem untuk memonitoring <i>smart greenhouse</i> .

				<p>lebih lebar 0,05 cm, hasil akhir daun bayam dalam <i>greenhouse</i> adalah 53 helai, lebih banyak enam helai dibandingkan dengan tanaman di luar <i>greenhouse</i>.</p>	
4	<p>Nazifa Dilla Regita, Mulkan Iskandar Nasution, Nazaruddin Nasution, 2024</p>	<p>Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Pada Tanaman <i>Greenhouse</i> Berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i></p>	<p><i>Eksperimen</i></p>	<p><i>Prototipe</i> sistem monitoring <i>smart greenhouse</i> berbasis <i>internet of things IoT</i> ini berhasil mengontrol kelembaban tanah, pH tanah, ketersediaan air, suhu dan kelembaban udara, melalui <i>handphone</i> menggunakan database <i>blynk</i>.</p>	<p>Perbedaanya ada pada sistem sistem monitoring yang digunakan (<i>blynk</i>) dan sensor (<i>ultrasonik</i>), persamaanya ada pada beberapa alat sensor yang digunakan dan teknik pengumpulan data yang digunakan</p>

5	Kevin Fernanda Bagaskara, Ali Mahmudi, Yosep Agus Pranoto, 2023	Sistem <i>Kontrol dan Monitoring</i> pada Tanaman Bawang Berbasis ( <i>IoT</i> )	<i>Logika Fuzzy</i>	Sistem dapat mengirimkan notifikasi melalui aplikasi <i>telegram</i> , Jika terjadi kondisi abnormal. Hasil pembacaan sensor dapat dimonitor menggunakan <i>website</i> . Hasil dari pengujian suhu menggunakan sensor DHT11 menunjukkan tingkat error 3.54%. Sedangkan kelembapan udara memiliki error sebesar 2.54%. Pengujian logika <i>Fuzzy</i> menunjukkan bahwa target output nilai <i>PWM</i> dengan hasil output	Perbedaanya ada pada alat – alat yang digunakan ( <i>ultrasonik HC -SR04</i> ) dan objek tanaman. persamanya ada pada sistem yang digunakan yaitu <i>web</i>
---	---	--	---------------------	---	--

				<p><i>mikrokontroler</i> telah menunjukkan hasil yang sama. Sedangkan untuk notifikasi pada aplikasi <i>telegram</i> apabila terjadi suatu kondisi <i>abnormal</i> telah terkirim dengan baik.</p>	
6	Steven Tandyo, Yuwono Marta Dinata, 2023	<p><i>Monitoring</i> Sistem pertanian <i>Vertical Farming</i> Menggunakan <i>IoT</i></p>	<p><i>Metode Eksperimen</i></p>	<p>Hasil penelitian berhasil mengirimkan data suhu dan ketinggian air ke aplikasi pengguna, memungkinkan pemantauan pertanian secara jarak jauh. Hasil dari penelitian ini bisa membantu orang memiliki <i>vertical farming</i> untuk bisa mengawasi</p>	<p>Perbedaannya ada pada alat (<i>HC-SR04</i>) yang digunakan, dan metode penelitian yang digunakan. Persamannya ada pada sensor suhu dan kelembaban udara (<i>DHT 22</i>).</p>

				<p>pertaniannya secara jarak jauh. Penelitian ini menggunakan <i>NodeMCU 8266</i> untuk mengirimkan data suhu dan ketinggian air, data suhu yang dikumpulkan sensor memiliki margin error 3% metode penelitian ini menggunakan <i>metode eksperimen</i> dan hasil dari penelitian ini mampu mengirimkan data yang diperoleh oleh sensor ke aplikasi pengguna.</p>	
7	Aditya Irawan Pratama Aji, Purwantoro, Nina	Sistem Monitoring dan <i>Otomatisasi Kelembaban</i>	<i>Research And Development (R&amp;D)</i>	Sistem dapat melakukan penyiraman <i>otomatis</i> pada kondisi	Perbedaanya ada pada objek tanaman yang di teliti dan sistem <i>monitoring</i> yang digunakan ( <i>Android</i> ).

	Sulistiyowati, 2021	Tanah, Udara dan suhu pada Bayam Berbasis <i>Android</i>		kelembaban tanah di bawah 60% dan berhenti menyiram di atas 80%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem <i>otomatisasi</i> lebih cepat dalam pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan sistem manual.	Persamaanya ada pada <i>metode</i> penelitian yang diguakan.
8	Ghina Athaya Adhana, Rahmat Rasyid, 2024	Sistem Kontrol Kelembaban Tanah dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Seledri ( <i>Apium Graveolens.L</i> ) yang Dipengaruhi Oleh Suhu Berbasis <i>Mikrokontroler</i>	<i>Studi literatur,</i> <i>analisis</i> kebutuhan <i>sistem,</i> perancangan sistem, <i>iplementasi</i> <i>sistem,</i> dan pengujian <i>sistem.</i>	Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik, jika kelembaban tanah >75% pompa hidup kemudian lampu LED merah menyala, dan kelembaban tanah $\geq 75\%$ pompa mati serta	Perbedaannya ada pada beberapa alat yang digunakan seperti lampu <i>LED</i> sementara persamaanya ada pada sensor suhu, kelembaban udara dan sensor kelembaban tanah.

				<p>LED hijau menyala sehingga tidak terjadi penyiraman. Kelembaban udara tertinggi yang di dapatkan yaitu 83% dan suhu terendah 23°C dengan kondisi tanaman terlihat tidak layu (warna hijau segar, batang tegak segar) sedangkan suhu tertinggi yang didapatkan yaitu 30°C dan kelembaban udara terendah 77% dengan kondisi tanaman layu (daun menguning, bercak hitam pada daun, batang melembek).</p>	
--	--	--	--	--	--

9	Uray Ristian, Ikhwan Ruslianto, Hirzen Hasfani, Kartika Sari, 2023	Perancangan <i>Arsitektur</i> <i>Node Nirkabel</i> Dalam <i>Efisiensi</i> <i>Bandwidth</i> <i>Smart</i> <i>Greenhouse</i> Berbasis <i>protokol MQTt</i>	<i>Eksperimen</i>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan <i>protokol MQTT</i> lebih <i>efisien</i> dibandingkan dengan <i>HTTP</i> dalam pengiriman data. Hasil dari ketiga perbandingan <i>interval</i> waktu adalah perbandingan antara pengiriman data ke <i>server</i> setiap 1 jam adalah 0.08 detik (<i>MQTT</i>) dan 0.4 detik (<i>HTTP</i>). Perbandingan antara pengiriman data ke <i>server</i> setiap 10 menit adalah 0.04 detik (<i>MQTT</i>) dan 0.5 detik (<i>HTTP</i>). Perbandingan antara</p>	Perbedaanya ada pada beberapa alat yang digunakan yaitu pada penelitian ini menggunakan Node MCU ESP32 dan persamaanya ada pada sensor suhu udara, kelembaban udara, sensor kelembaban tanah serta <i>protokol</i> yang digunaka ( <i>MQTT</i> )
---	---	--	-------------------	--	--

				pengiriman data ke <i>server</i> setiap detik adalah 0.08 detik ( <i>MQTT</i> ) dan 1.12 detik ( <i>HTTP</i> ).	
10	Masayyanah, Harianto, Yosef Richo Adrianto, Hardman Budiardjo, 2024	Sistem HIPOI 1.0: <i>Hidroponik Indoor</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> untuk Tanaman Selada dengan Teknik <i>NFT</i>	<i>Kuantitatif</i>	Hasil Penelitian menunjukkan bahwa sensor <i>TDS</i> bekerja secara stabil pada rentang nilai 900 ppm, rata rata presentasi <i>error</i> dari sensor suhu sebesar 0,84%, lampu <i>growlight</i> dan pompa sirkulasi bekerja sesuai dengan penjadwalan dan <i>transmisi</i> data ke <i>broker MQTT</i> berhasil 100%.pengujian keseluruhan sistem berhasil 100% ditandai dengan peningkatan	Pembedanya ada pada beberapa alat sensor yang digunakan dan persamaanya ada pada <i>protokol</i> pengiriman data yaitu menggunakan <i>protokol MQTT</i>

				pertumbuhan selada <i>significnat.</i>	
11	Devinta Ridhani Kristiyanti, Ardhi Wijayanto, Abdul Aziz, 2022	Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram <i>Berbasis Internet of Things</i> Menggunakan <i>MQTT</i> dan <i>Telegram Bot</i>	<i>Research And Development (R&amp;D)</i>	Sistem <i>otomatisasi</i> monitoring suhu dan kelembaban telah berhasil di buat dan bekerja dengan baik dengan menerapkan <i>system internet of things</i> . Sensor mampu mendeteksi suhu dan kelembaban. Data diolah oleh <i>wemos D1</i> . Jika data tidak sesuai dengan batas yang ditentukan maka <i>system</i> akan menjalankan <i>akuator</i> dengan otomatis. Data dari sensor akan di kirim ke <i>wemos d1</i>	Perbedaannya ada pada objek tanaman, <i>mikrokontroler</i> dan juga beerapa sensor yang digunakan seperti <i>photoresistor LDR</i> dan <i>nozzle</i> . Persamaannya ada pada metode penelitian yang digunakan yaitu <i>Research And Development (R&amp;D)</i> dan <i>prtokol MQTT</i>

				selanjutnya dikirim ke <i>website</i> di tampilkan dalam bentuk table dan grafik secara <i>real time</i> akan di simpan dalam <i>database</i> .	
12	Al Hanif, Rahyul Amri, 2023	Implementasi <i>Internet of Things</i> pada <i>Protokol MQTT</i> dan <i>HTTP</i> dalam Sistem Pendeteksi Banjir	<i>Metode Eksperimen</i>	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa protokol MQTT lebih cocok untuk <i>responsive</i> dan efisien mengirim data pemberitahuan banjir karena <i>delay</i> yang rendah sebesar 185,749403 ms, sedangkan <i>delay</i> yang tinggi dari protokol HTTP sebesar 361,800781 ms.	Perbedaannya ada pada alat yang digunakan seperti <i>mikrikontroler</i> , dan sensor. Persamaanya ada pada <i>protokol</i> yang digunakan yaitu <i>protokol MQTT</i>

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Sistem monitoring dan notifikasi berbasis *internet of things* (IoT) yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil diimplementasikan dengan menggunakan protokol MQTT. Sensor yang di gunakan, termasuk sensor DHT 22 untuk suhu dan kelembaban udara, sensor kelembaban tanah, serta sensor pH tanah, telah terbukti dapat mengumpulkan data dengan akurasi yang cukup baik. Data yang di peroleh di kirim secara *real time* ke broker MQTT dan di tampilkan melalui *web monitoring sistem*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mengirim notifikasi secara akurat saat parameter lingkungan melebihi batas, seperti saat suhu  $>35^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban  $<80\%$  yang memicu notifikasi berisi data sensor dan status kipas ON, kelembaban tanah  $<70\%$  yang memicu notifikasi dengan data sensor dan status pompa ON, serta pH tanah  $>7$  yang memicu notifikasi bahwa pH terlalu basa. Penggunaan pendekatan *black-box* testing memastikan bahwa sistem berkerja sesuai dengan *fungsiionalitas* yang diharapkan baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak. Selain itu, pengujian *bandwidth* menunjukkan bahwa protokol MQTT tetap andal digunakan pada jaringan rendah hingga 64 kbps, selama ukuran data dan frekuensi pengiriman dijaga. Pada *bandwidth* 1 Mbps ke atas, sistem bekerja lebih stabil dan *responsif*, terutama saat menangani data dari banyak sensor secara bersamaan. Dengan keberhasilan implementasi ini, sistem

dapat membantu petani dalam mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dengan pemantauan kondisi lingkungan yang lebih *efisien* dan *responsif*.

### **B.Saran**

Sistem monitoring dan notifikasi peringatan pengendalian berbasis *internet of things* (IoT) ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu untuk pengembangan yang lebih baik penulis menyarankan beberapa poin yaitu :

1. Untuk pengembangan selanjutnya disarankan untuk menggunakan sensor cahaya agar memastikan tanaman mendapatkan caya yang cukup.
2. Untuk pengembangan selanjutnya disarankan untuk mengembangkan *web* minitoring berbasis mobile/android.
3. Untuk pengembangan selanjutnya disarankan dapat menggunakan sensor EC/TDS agar memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup.
4. Untuk pengembangan selanjutnya penggunaan *Fuzzy Logic* direkomendasikan untuk pengembangan ke depan agar sistem mampu membuat keputusan otomatis secara lebih akurat dan efisien, khususnya saat parameter lingkungan berada di antara kondisi normal dan kritis.

## DAFTAR PUSAKA

- Acep Atma Wijaya, A.A.W. (2021) 'PENGUJIAN BERBAGAI FORMULASI PUPUK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN MELON (Cucumis melo L) PADA LAHAN KERING MASAM', *Agrivet : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 9(2), pp. 213–219. Available at: <https://doi.org/10.31949/agrivet.v9i2.1702>.
- Bafdal, N. and Ardiansah, I. (2022) 'Implementasi Otomasi Berbasis Internet of Things ( IoT ) Menggunakan Mikrokomputer untuk Pemantauan Iklim Mikro Rumah Kaca Implementation of Internet of Things ( IoT ) -Based Automation Using Microcomputers for Greenhouse Microclimate Monitorin', *Jurnal Teknologi Informasi Komputer*, 4(2), pp. 122–133. Available at: <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/>.
- Bangun, R.T. and Fahmi, H. (2021) 'Perancangan Sistem Perangkat Hama Tanaman Petani Otomatis Menggunakan Modul Mikrokontroler Arduino', *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 4(1), pp. 26–31. Available at: <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i1.2663>.
- Bhaskoro, S.B. *et al.* (2022) 'Perbandingan Performansi Latency Protokol Komunikasi Http Dan Mqtt Pada Internet of Things', *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(2), p. 82. Available at: <https://doi.org/10.31884/jtt.v8i2.309>.
- Bilalang, A.C. and Maharia, D. (2021) 'Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Melon (Cucumis Melo L) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Pada Berbagai Media Tanam', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 1(3), pp. 119–124. Available at: <https://doi.org/10.52045/jimfp.v1i3.250>.
- Budiarto, J. and Hadi, S. (2020) 'Sistem Kendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol MQTT Jurnal BITE : Jurnal Bumigora Information Technology Jurnal BITE : Jurnal Bumigora Information Technology', *Jurnal BITE Vol.2 No.1 (Juni) 2020, Hal 1-11 Sistem*, 2(1), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.30812/bite.v2i1.799>.
- Budidaya, R., Melon, T. and Atmega, B. (2022) 'RANCANG BANGUN PENGATUR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH OTOMATIS PADA RUMAH BUDIDAYA TANAMAN MELON BERBASIS ATMEGA16', 4, pp. 31–38.
- Daniel, R., Utomo, A.D.N. and Setyoko, Y.A. (2022) 'Racangan Bangun Alat MonitoringKelembaban, PH Tanah dan Pompa Otomatispada Tanaman Tomat dan Cabai', *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1(4), pp. 161–170.
- Dkk, B., Meteorologi, K. and Geofisika, D. (2022) 'Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Bayam Berbasis Internet of Things (Iot) Design Monitoring System for Spinach Based on Internet of Things (Iot)', *Januari*, 2(2), pp. 26–33.

Fan, M., Dht, D.A.N. and Arduino, B. (2021) 'PENGENDALIAN SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN', 6(1), pp. 30–38.

Farouq, A. Al and Prastiwi Renanda Putri, S. (2023) 'Desain Mobile Robot dengan Differential Steering untuk Penyemprot Nutrisi Tanaman Melon di Greenhouse', *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), pp. 100–105. Available at: <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.21922>.

Fathurrohman, F. *et al.* (2024) 'Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Soil Moisture Pada Tanaman Melon', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(1), pp. 568–573. Available at: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1.8423>.

Fiska Fadhilah and Hardjianto, M. (2022) 'Sistem Monitoring dan Kendali Tanaman Hidroponik berbasis Internet of Things pada Smart Green House', *Jurnal Ticom: Technology of Information and Communication*, 11(1), pp. 39–43. Available at: <https://doi.org/10.70309/ticom.v11i1.69>.

Fu'adi, A. and Prianggono, A. (2022) 'Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Akademik Akademi Komunitas Negeri Pacitan Menggunakan Diagram UML dan EER', *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 16(1), p. 45. Available at: <https://doi.org/10.32815/jitika.v16i1.650>.

Hasri, H., Zakaria, J. and Arifin, A. (2020) 'Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Bawang Merah Di Kecamatan Banggae Timur Kabupaten Majene', *PARADOKS: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 3(4), pp. 64–72. Available at: <https://doi.org/10.33096/paradoks.v3i4.599>.

Hs, O.S. (2022) 'PENGARUH DOSIS PUPUK KANDANG AYAM DAN APLIKASI PUPUK HAYATI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN MELON (Cucumis melo L.)', *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 10(01), pp. 43–54. Available at: <https://doi.org/10.35450/jip.v10i01.238>.

Hudhoifah, M.A. and Mulyana, D.I. (2024) 'Implementasi Monitoring Suhu dan Kelembapan Kumbung jamur pada Budidaya Jamur Tiram dengan NodeMCU - ESP8266 di Desa Wirasana Purbalingga', *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(2), pp. 472–480. Available at: <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i2.1222>.

Junaidi, J. and Ramadhani, K. (2024) 'Efektivitas Internet of Things (Iot) Pada Sektor Pertanian', *Jurnal Teknisi*, 4(1), p. 12. Available at: <https://doi.org/10.54314/teknisi.v4i1.1793>.

Jupita, R. *et al.* (2021) 'Otomatisasi Penyiraman Tanaman Dengan Sensor Soil Moisture', *Jurnal Portal Data*, 7(2), pp. 1–12. Available at: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/29>.

Kimia, L. (2020) 'Jurnal E-KOMTEK ( Elektro-Komputer-Teknik )', 4(2), pp. 168–183.

- Kurtubi, A. and Amiruddin, A. (2023) 'WEBSITE', 1, pp. 119–125.
- Muhaimin, M.Y., Rahma Annisa, A. and Montolalu, B. (2022) 'Rancang Bangun Smart System Green House untuk Budidaya Melon Berbasis PLC', *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 4(1), pp. 26–30. Available at: <https://doi.org/10.37802/joti.v4i1.260>.
- Murtianta, B., Danis Ronaldo, S. and Susilo, D. (2022) 'Perancangan Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang', *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), pp. 297–310. Available at: <https://doi.org/10.31358/techne.v21i2.331>.
- Muzhaffar, L. (2024) 'Revolusi Pertanian Cerdas : AI dan IoT Mendorong Peningkatan Hasil Panen dan Keberlanjutan', (June), pp. 0–5.
- No, V., Sari, D.M. and Rasyid, N. (2022) 'Protoptype Pengairan Sawah dan Monitoring Kualitas PH Tanah Berbasis IOT Padi merupakan komoditas tanaman pangan penghasil beras yang memegang peranan penting dalam kehidupan ekonomi Indonesia . Beras sebagai makanan pokok sangat sulit digantikan oleh bah', 5(2), pp. 240–251.
- Noor, A. *et al.* (2024) 'Prototipe Smart Agriculture Di Lahan Pertanian Berbasis Web', *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, 7(1), pp. 140–151. Available at: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>.
- Priya Surya Harijanto, Masramdhani Saputra and Oky Achmad E (2023) 'Analisis Penambahan Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things', *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 9(3), pp. 173–178. Available at: <https://doi.org/10.33795/elposys.v9i3.653>.
- Priyonggo, B. *et al.* (2023) 'Perancangan dan Uji Kinerja Sistem Kendali Iklim Mikro di Smart Greenhouse Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor', *Jurnal Teknotan*, 17(3), p. 161. Available at: <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n3.1>.
- Ristian, U. *et al.* (2023) 'Perancangan Arsitektur Node Nirkabel dalam Efisiensi Bandwidth Smart Greenhouse Berbasis Protokol MQTT', *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 9(2), p. 218. Available at: <https://doi.org/10.26418/jp.v9i2.63885>.
- Ristian, U., Ruslianto, I. and Sari, K. (2022) 'Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)', *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 8(1), p. 87. Available at: <https://doi.org/10.26418/jp.v8i1.52770>.
- Riyadi, M. (2023) 'Sistem Cerdas Untuk Monitoring Pengukuran Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Aplikasi Telegram', *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(2), p. 105. Available at: <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i2.008>.

- Rochman, A., Hanafri, M.I. and Wandira, A. (2020) 'Implementasi Website Profil SMK Kartini Sebagai Media Promosi dan Informasi Berbasis Open Source', 2(1), pp. 46–51.
- Sandi, G.H., Fatma, Y. and Kompuer, F.I. (2023) 'PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS ( IOT ) PADA BIDANG PERTANIAN', 7(1), pp. 1–5.
- Saputri, R. (2022) 'Sistem Notifikasi Pembayaran Menggunakan Framework Cakephp Pada Sistem Informasi Layanan Sekolah', *Journal of Computers and Digital Business*, 1(1), pp. 10–16.
- Saragih, F.R. (2023) 'Sistem Pengairan dan Penghitungan Jumlah Penggunaan Air di Ladang Pertanian Melon Berbasis Internet Of Things', *Techno Xplore : Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 8(2), pp. 77–88. Available at: <https://doi.org/10.36805/technoxplore.v8i2.5881>.
- Sari, I.P. *et al.* (2022) 'Perancangan Sistem Absensi Pegawai Kantoran Secara Online pada Website Berbasis HTML dan CSS', pp. 8–15.
- Sasmoko, D. (2020) 'Sistem Monitoring aliran air dan Penyiraman Otomatis Pada Rumah Kaca Berbasis IoT dengan Esp8266 dan Blynk', *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.22373/crc.v4i1.6128>.
- Slamet Purwo Santoso and Fajar Wijayanto (2022) 'Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino', *Jurnal Elektro*, 10(1), pp. 20–31. Available at: <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/137/134>.
- Stefwa Rifa'i Rizky Dimas Arifta, F., Akbar Rozaq Rais, N. and Rokhmah, S. (2024) 'Rancang Bangun Teknologi Internet of Things (IoT) Dalam Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Pemupukan Tanaman Terjadwal', *DutaCom*, 17(1), pp. 67–81. Available at: <https://doi.org/10.47701/dutacom.v17i1.3807>.
- Sulaminingih *et al.* (2024) 'Dampak Perubahan Iklim Terhadap Peningkatan Dan Penurunan Produktivitas Tanaman Pangan', *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(3), pp. 10189–10195.
- Tambahani, T.G., Najoan, M.E.I. and Rumagit, A.M. (2023) 'Aplikasi Pengendalian Rumah kaca untuk tanaman Bunga Krisan Berbasis Internet of Things'. Available at: <http://repo.unsrat.ac.id/id/eprint/4378>.
- Vien, B.H., Hadary, F. and Yurisinthae, E. (2023) 'Sistem Monitoring pH Tanah, Suhu dan Kelembaban Tanah pada Tanaman Jagung Berbasis Internet Of Things (IOT)', *Jurnal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, 11(1), pp. 1–9.
- Vinola, F. and Rakhman, A. (2020) 'Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things', 9(2), pp. 117–126

Yuswandi, Sjarlis, S. and Djalante, A. (2023) 'Pengaruh Pengetahuan, Keterampilan Dan Perilaku Terhadap Peningkatan Produksi Pertanian Di Kecamatan Pamboang', *Sparkling journal of manajement*, 1(3), pp. 255–267.