

Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Tanaman Greenhouse Berbasis Internet of Things (IoT)

Nazifah Dilla Regita¹, Mulkan Iskandar Nasution², Nazaruddin Nasution³

¹²³Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

nazifahdr@gmail.com¹

ABSTRACT

A greenhouse is a structure where plants are grown using agricultural techniques in an environment where the climate can be managed. The aim of research on a prototype smart greenhouse monitoring system based on the internet of things (IoT) is to create a tool that makes it easier for farmers to monitor plants without having to physically visit the greenhouse. Power supply, ESP32, soil pH sensor, capacitive soil moisture sensor, DHT22 sensor, HC-SR04 ultrasonic sensor, relay, LCD, and water pump are some of the electronic components used in this smart greenhouse system. By using sensor data and microcontroller commands to read soil pH, soil moisture, water availability, temperature and air humidity, the Smart Greenhouse Monitoring System was successfully operated. For example, the soil humidity sensor measures soil humidity if <40% the water pump will turn on. The room temperature and humidity sensor measures if the temperature is >33 °C and the room humidity is <40% then the water pump will turn on. The Ultrasonic Sensor detects the level of water availability with a limit of <10cm and will provide a notification as a warning that the water supply will run out. To manage the smart greenhouse output devices and display data on the LCD and Blynk, logic operators are used to process all data received from the devices.

Kata Kunci: greenhouse, internet of things, ESP32, monitoring, prototype

ABSTRAK

Greenhouse adalah struktur tempat tanaman ditanam menggunakan teknik pertanian di lingkungan yang iklimnya dapat dikelola. Tujuan dari penelitian prototipe sistem pemantauan greenhouse pintar berbasis internet of things (IoT) adalah untuk menciptakan alat yang memudahkan petani dalam mengawasi tanaman tanpa harus mengunjungi greenhouse secara fisik. Catu daya, ESP32, sensor pH tanah, sensor kelembaban tanah kapasitif, sensor DHT22, sensor ultrasonik HC-SR04, relay, LCD, dan pompa air merupakan beberapa komponen elektronik yang digunakan dalam sistem rumah kaca pintar ini. Dengan menggunakan data sensor dan perintah mikrokontroler untuk membaca pH tanah, kelembaban tanah, ketersediaan air, suhu, dan kelembaban udara, *Smart Greenhouse Monitoring System* berhasil dioperasikan. Seperti sensor kelembaban tanah mengukur kelembaban tanah jika < 40% pompa air akan menyala. Sensor suhu dan kelembaban ruangan mengukur jika suhu >33 °C dan kelembaban ruangan <40% maka pompa air akan menyala. Sensor Ultrasonik mendeteksi ketinggian ketersediaan air dengan batas <10cm Blynk akan memberikan notifikasi sebagai peringatan persediaan air yang akan habis. Untuk mengelola perangkat keluaran rumah *smart greenhouse* dan menampilkan data pada LCD dan Blynk, operator logika digunakan untuk memproses semua data yang diterima dari perangkat.

Kata Kunci: greenhouse, internet of things, ESP32, pemantauan, prototipe

PENDAHULUAN

Rumah kaca adalah suatu bangunan yang digunakan untuk membudidayakan tanaman dengan mengendalikan berbagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan berbagai tanaman (Ristian et al., 2022). Faktor lingkungan yang dapat diatur dalam rumah kaca antara lain sinar matahari, suhu udara, kelembaban, kadar air tanah, dan pH tanah (Sujadi & Nurhidayat, 2019). Pabrik-pabrik tersebut masih di bawah standar, dan hal ini sangat disayangkan karena kondisi tersebut tidak dapat dikontrol secara memadai saat ini.

Mayoritas pengendalian dan pengawasan rumah kaca saat ini masih dilakukan dengan tangan, khususnya di Indonesia, sehingga pengguna rumah kaca tidak dapat terus menerus memeriksa kesehatan tanaman dan pengguna lainnya (Rizaldy H, 2020). Hal ini harus ada untuk memastikan bahwa ekspektasi terhadap kuantitas dan kualitas *output*, khususnya di pabrik, tidak terlampaui karena masih terdapat beberapa kesalahan, baik teknis maupun nonteknis, seperti akurasi mengukur pH, suhu, kadar air, dan waktu penyiraman yang optimal. Hasilnya, sistem rumah kaca yang cerdas dikembangkan. Salah satu fungsi dari sistem rumah kaca pintar ini adalah untuk mengukur parameter yang dibutuhkan tanaman (Pamungkas, 2019). Teknologi seperti internet of things (IoT) digunakan di rumah kaca pintar untuk secara otomatis mendiagnosis masalah yang muncul di dalam struktur.

Teknologi yang dikenal dengan Internet of Things (IoT) menggunakan internet untuk mengomunikasikan data antara manusia dan karakteristik atau keadaan nilai pengukuran suatu objek (Ramadhan, 2021). Perangkat sensor yang membaca nilai ukur atau data analog atau digital dari suatu benda dan sistem minimum untuk mengolah data tersebut dan mengomunikasikannya ke internet sering kali diperlukan dalam rangka mengumpulkan data nilai ukur suatu benda (Sulfiani & Firmawati, 2019). Data tentang keadaan rumah kaca, seperti suhu dan kelembapan ruangan, kadar air tanah, pH, dan tingkat unsur hara dalam pupuk, dapat dikumpulkan dengan menggunakan sensor. Setelah itu, Sistem Minimum mengirimkan data ini melalui internet untuk disimpan di server database. Pengguna kemudian dapat mengakses data server melalui perangkat seluler, sehingga pengguna tidak perlu mengunjungi rumah kaca karena mereka sudah mengetahui keadaan tanaman mereka di sana (Ristian et al., 2022).

Sulfiani R & Firmawati (2019) melakukan penelitian sebelumnya mengenai rumah kaca pintar dan sistem penyemprotan. Mereka mengembangkan sistem penyemprotan otomatis yang mengirimkan pesan SMS kepada pengguna apakah ada air dalam wadah bekas, mendeteksi ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, dan mengatur jadwal penyemprotan menggunakan modul RTC DS3231. Prototipe ini dapat dimanfaatkan di rumah kaca karena memiliki beberapa sensor untuk memantau parameter di dalam rumah kaca.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa untuk membuat prototipe rumah kaca pintar yang berbasis Internet of Things (IoT), harus digunakan mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini sangat cocok untuk mengimplementasikan teknologi IoT karena dapat menghubungkan data ke internet secara langsung tanpa memerlukan modul Wi-Fi terpisah. Untuk memantau

kelembaban tanah, perlu dipasang sensor YL-69 juga. Sensor ultrasonik HR-SC04 mendeteksi tanpa terpengaruh oleh kejernihan air di tangki air bila digunakan bersama dengan sensor DHT11, yang mengukur suhu dan kelembapan ruangan rumah kaca secara bersamaan.

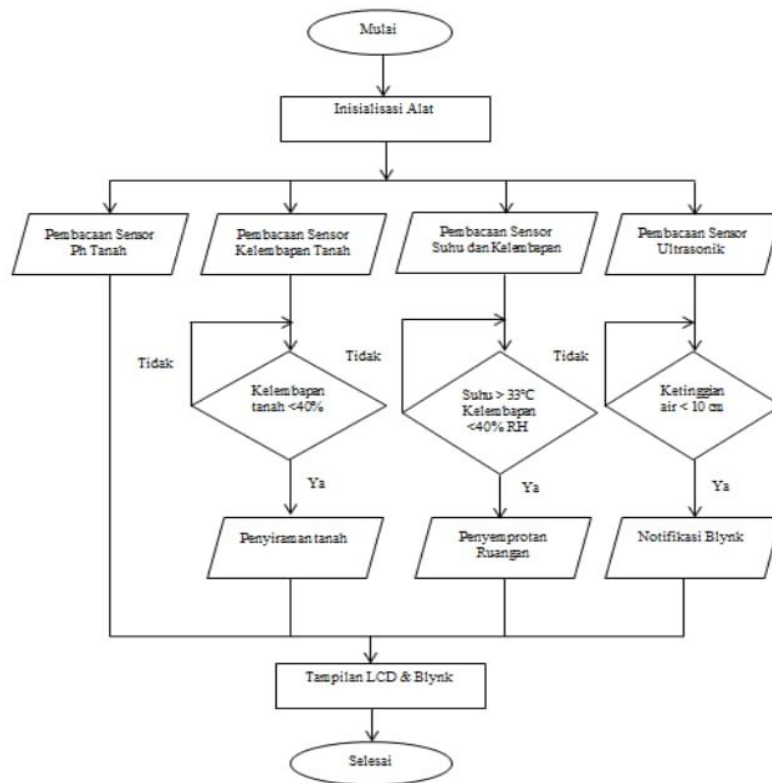
Dengan aplikasi Blynk yang memiliki tingkat keterampilan paling rendah di antara aplikasi internet of things (IoT) dan mendukung berbagai perangkat mikrokontroler, sensor-sensor di dalam rumah kaca dapat secara otomatis dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Aplikasi Blynk akan menampilkan suhu, kelembapan udara, ketersediaan air dalam tangki air, pH tanah, dan tingkat kelembapan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kualitatif, menghasilkan data deskriptif yang dapat diobservasi. Selain itu, penelitian ini menggunakan teknik eksperimen sebagai metodologinya dengan *power supply*, ESP32, sensor *soil moisture*, sensor DHT22, sensor ultrasonik, LCD, Blynk, pompa air dan *spray nozzle*. Penelitian dilaksanakan di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Jalan Lap Golf No. 120, Medan Tuntungan, Sumatera Utara, tepatnya di Laboratorium Elektronika Dasar Fakultas Sains dan Teknologi.

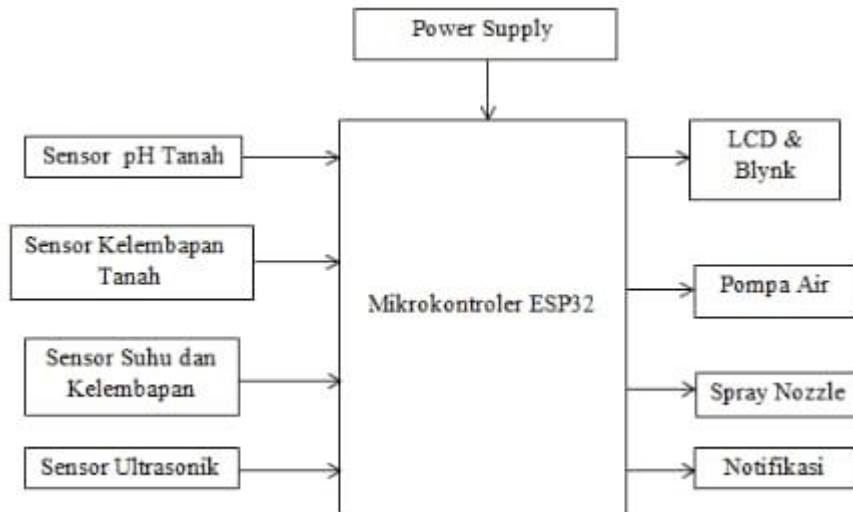
Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: *power supply*, laptop, *handphone*, tang potong, solder listrik, dan gunting. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu: Mikrokontroler ESP32, sensor *Capacitive Soil Moisture*, sensor DHT 22, sensor pH tanah, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD, *Module Relay 2 Channel*, *stepdown* LM2569, kabel penghubung, kabel tie, *Spray Nozzle*, pompa air, saklar, akrilik, kayu, skrup, tanah, tanaman (bayam), air, pipa, wadah air, selang, timah, stop dan kontak.

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Selanjutnya diagram alir blok sistem dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram alir blok sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari prosedur pengujian dan analisis komponen yang dirancang dijelaskan dalam bab ini. Dimana komponen-komponen yang digunakan akan diukur pada saat proses pengujian dan pengumpulan data. Tujuan dari penilaian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik masing-masing bagian sistem berfungsi dan hasil

keseluruhannya. Hasil yang diperoleh berupa data yang dapat diandalkan dan dapat digunakan secara efektif untuk tujuan yang dimaksudkan.

1. Pengujian Tegangan

Pengujian tegangan ini dilakukan pada catu daya dan regulator tegangan. Untuk menghindari kesalahan pada pengujian tegangan maka dilakukan pengujian sebanyak 3 kali. Pada pengukuran tegangan input pada adaptor didapatkan rata-ratanya adalah 11,29 Volt DC dan untuk tegangan *output* adalah 4,95 Volt. Catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan bagi sistem dan bagian lain yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain sensor, mikrokontroler, dan bagian lain yang memerlukan tegangan.



(a)



(b)

Gambar 3. Tegangan Input dan Tegangan Output

Power supply sebagai sumber tegangan yang terhubung ke adaptor 12V. *Power supply* ini memiliki nilai masukan 12V, akan diturunkan di *stepdown* menjadi 5V. Untuk menghasilkan tegangan yang lebih rendah dari tegangan sumber yang masuk ke ESP32, digunakan *stepdown* untuk menurunkan tegangan listrik bolak-balik. Pada *stepdown* terjadi penurunan tegangan karena setiap komponen yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai tegangan masing masing untuk dapat berfungsi atau beroperasi. Tabel 1 menyajikan temuan dari tiga pengujian yang dilakukan untuk menentukan tegangan catu daya untuk setiap komponen.

Tabel 1 Pengujian Tegangan

Tegangan Input Catu Daya (V)	Tegangan Output Regulator (V)
11,30 V	4,95 V
11,28 V	4,96 V
11,29 V	4,94 V
11,30 V	4,97 V
11,31 V	4,97 V

Berdasarkan tabel di atas maka rata-rata tegangan *input* catu daya dan rata-rata tegangan *output* yang di hitung menggunakan rumus deviasi ialah 11,29 Volt dan 4,95 Volt.

2. Pengujian LCD

LCD berfungsi sebagai perangkat tampilan layar untuk mendapatkan informasi. Informasi mengenai kondisi rumah kaca ditampilkan pada LCD pada penelitian ini. Gambar 4.2 menunjukkan data yang ditampilkan pada LCD.



Gambar 4. Tampilan pengujian LCD

Gambar di atas merupakan tampilan dari kerja sistem yang berbentuk tulisan karakter, keterangan pH Tanah (pH tanah) dengan nilai pH 7.00, K Tanah (kelembapan tanah) dengan nilai 7%, h (tinggi keseterdiaan air) dengan nilai 23 cm, simbol air (kelembapan ruangan) dengan nilai 67.50%, simbol suhu (suhu ruangan) dengan 22.30°C, P1 (pompa 1) yang berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan spray nozzle, dan P2 (pompa 2) yang berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan penyiraman tanaman. Karakter terbanyak yang dapat ditampilkan dalam satu layar dengan LCD ini adalah 80, karena memiliki kapasitas karakter 4 baris dan 20 kolom.

3. Pengujian Sensor pH Tanah

Tumbuhan menggunakan sensor pH tanah untuk mengukur pH tanah. Tujuan evaluasi sensor pH tanah adalah untuk mengetahui tingkat kinerjanya. pH meter adalah instrumen pembanding yang digunakan dalam pengujian ini.



Gambar 5. Pengujian sensor pH tanah

Pengujian terhadap sensor pH tanah dilakukan pada tiga sampel tanah yang memiliki kondisi pH yang berbeda yaitu untuk mendapatkan kondisi tanah netral menggunakan tanah biasa yang digunakan sebagai media tanam, untuk mendapatkan

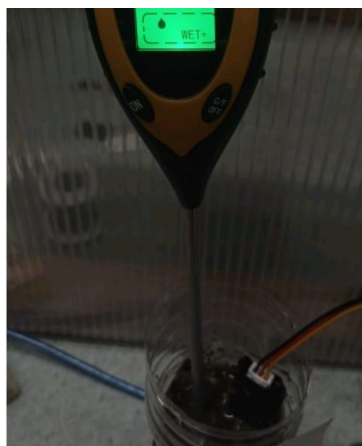
kondisi tanah asam digunakan air jeruk sebagai bantuan, dan untuk mendapatkan kondisi tanah basa digunakan cairan NaOH dengan konsentrasi 1% sebagai bantuannya. Temuan pengujian sensor pH tanah pada tiga kondisi tanah yang berbeda dengan menggunakan alat perbandingan pH meter ditunjukkan pada tabel 2 di bawah ini.

Kondisi pH Tanah	ADC	Sensor pH (pH _s)	pH Meter (pH _m)	% Deviasi
Basa	975	8,6	8,5	1,1
Netral	890	6,8	7,0	2,8
Asam	750	4,3	4,5	4,4

Pada tabel di atas dijelaskan bahwa kondisi tanah basa, netral dan asam memiliki nilai ADC 975, 890, 750, dengan nilai sensor 8,6, 7,0, 4,3 dan nilai pH meter 8,5, 6,8, 4,5. Maka, persen deviasi yang didapatkan ialah 1,1 %, 2,8% dan 4,4%.

4. Pengujian Sensor *Capacitive Soil Moisture* (Kelembapan Tanah)

Sensor kelembaban tanah kapasitif digunakan untuk mengukur kadar air tanah tanaman. Sensor ini sedang diuji untuk melihat apakah beroperasi dengan benar atau tidak. Nilai kelembaban tanah yang terdapat pada alat pengukur perbandingan (moisture meter) dibandingkan dengan nilai keluaran sensor untuk melakukan pengujian.



Gambar 6. Pengujian sensor kelembapan tanah

Tiga sampel tanah seberat 200 gram digunakan untuk pengujian, dan sejumlah air ditambahkan ke dalam tanah. Tabel 4 menampilkan hasil pengujian.

Tabel 4. Hasil pengujian Sensor *Capacitive Soil Moisture*

Kondisi Tanah	ADC	Sensor	Alat Pemanding
Kering	2200	20%	Dry ⁺
Normal	1800	40%	Nor
Basah	1100	80%	Wett ⁺

Berdasarkan Tabel 4 di atas hasil pengujian sensor capacitive soil moisture bekerja dengan baik, dimana pada kondisi tanah yang kering sensor membaca kelembapan tanah sebesar 20% dan alat pembanding memberikan keterangan “*dry+*” yang berarti tanah dalam kondisi kering. Pada kondisi tanah yang normal nilai sensor adalah 40% dan alat pembanding memberikan keterangan “*nor*” yang berarti normal. Pada kondisi tanah yang basah nilai sensor adalah 80% dengan keterangan “*wett+*” yang basah.

5. Pengujian Sensor DHT22 (Suhu dan Kelembapan)

Tujuan pengujian sensor DHT22 adalah untuk melihat seberapa baik sensor tersebut mengukur suhu dan kelembapan ruangan. Suhu dan kelembapan ruangan rumah kaca dipantau menggunakan sensor DHT22 ini. Pengujian sensor ini menggunakan pembanding alat pengukur suhu dan kelembapan ruangan.



Gambar 7. Pengujian Sensor DHT22

Tiga waktu berbeda digunakan untuk pengujian sensor ini: pagi, siang, dan malam. Sensor DHT22 diuji dengan cara membandingkan hasil pengukurannya dengan alat pembanding untuk memastikan keakuratan sensor. Pengujian ini menggunakan alat pembanding temperature hygrometer digital yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan ruangan. Berikut hasil pengujian sensor DHT22 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sensor DHT22 (Suhu)

Waktu	Sensor DHT22	Alat Pembanding (°C)	% Deviasi
Pagi	26,20	28,70	8,7
Siang	31,25	32,60	4,1
Sore	31,25	31,70	1,4

Pada tabel di atas dijelaskan bahwa sensor DHT22 bekerja dengan baik yang mana hasil pengukuran dari sensor DHT22 dan alat pembanding memiliki persen deviasi dibawah 10%. Berikut pada tabel 4.5 merupakan hasil dari pengujian sensor DHT22 pada kelembapan udara menggunakan alat pembanding temperature digital.

Tabel 5. Pengujian Sensor DHT22 (Kelembapan)

Waktu	Sensor DHT22 (%)	Alat Pemanding (%)	% Deviasi
Pagi	80	81	1,4
Siang	67	68	1,4
Sore	67	68	1,4

Pada pengujian sensor DHT22 yang di tampilkan pada tabel 4.5 menunjukkan hasil pengukuran kelembapan dengan alat pebanding memiliki persen deviasi di bawah 5% dan dapat dikatakan berjalan dengan baik.

6. Pengujian Sensor Ultrasonik Hc-Sr04

Tujuan dari pengujian sensor ultrasonik pada penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik kinerja sensor tersebut. Sensor ultrasonik berfungsi dengan membandingkan durasi antara pancaran gelombang dan kedatangannya. Jarak mempengaruhi kerja dari sensor, jika jarak permukaan terlalu jauh maka waktu pantulan gelombang semakin lama dan keakuratan sensor akan berkurang.

**Gambar 8.** Pengujian Sensor Ultrasonik HCSR04

Pada penelitian ini, jumlah air yang tersedia dalam wadah air diukur menggunakan sensor. Jika ketinggian air kurang dari 5 cm maka sensor ultrasonik akan mendeteksinya. Aplikasi Blynk akan mendapatkan informasi dari sensor berupa notifikasi.

Tabel 6. Hasil pengujian sensor ultrasonik

h_0 (cm)	t (μ s)	t rata- rata (μ s)	t (s)	h (cm)	% Deviasi
5	442 436 436	438	0,000438	5,10	2
10	671 671 677	673	0,000673	10,38	3,8
15	942 937 961	946,6	0,000946	15,02	0,1

20	1208 1227	1222,6	0,0012226	19,55	2,2
	1233				

Keterangan:

h_0 = tinggi pengukuran mistar (cm)

h = tinggi pengukuran sensor (cm)

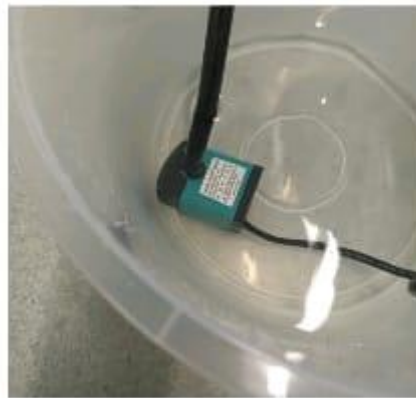
t = waktu yang dilalui (μ s)

t rata-rata = rata-rata waktu yang dilalui (μ s)

Terlihat dari tabel sebelumnya bahwa hasil pengukuran menggunakan mistar dengan pengukuran sensor Ultrasonik HC-SR04 memiliki persen deviasi dibawah 5% yang berarti sensor bekerja dengan baik.

7. Pengujian Pompa Air

Dua pompa digunakan dalam penyelidikan ini untuk mengaburkan ruangan dengan embun dan menyirami tanaman. Untuk memastikan apakah pompa air beroperasi sebagaimana mestinya, dilakukan pengujian terhadap perangkat tersebut.



Gambar 9. Pengujian pompa air

Pada saat relay mendapat perintah *low* dari mikrokontroler dan pompa menerima tegangan 12 volt maka pompa akan *on* atau aktif dan begitu sebaliknya. Ketika relay mendapat sinyal *high* dan tidak mendapatkan tegangan maka pompa akan *off* atau tidak aktif. Pompa 1 menyala apabila sensor membaca ketika kelembapan tanah <40%. Selanjutnya apabila sensor DHT22 membaca suhu >33°C dan kelembapan ruangan <40% pompa 2 menyala atau aktif.

Tabel 2 Pengujian Sinyal *Output* terhadap Relay dan Pompa Air

Sinyal <i>Output</i>	Kondisi Relay	Kondisi Pompa
<i>Low</i>	<i>On</i>	Menyala
<i>High</i>	<i>Off</i>	Tidak Menyala

Tabel 3 Pengujian Pompa Air 1

Pompa 1	% Kelembapan Tanah (Sensor Capacitive Soil Moisture)
On	<40
Off	≥40

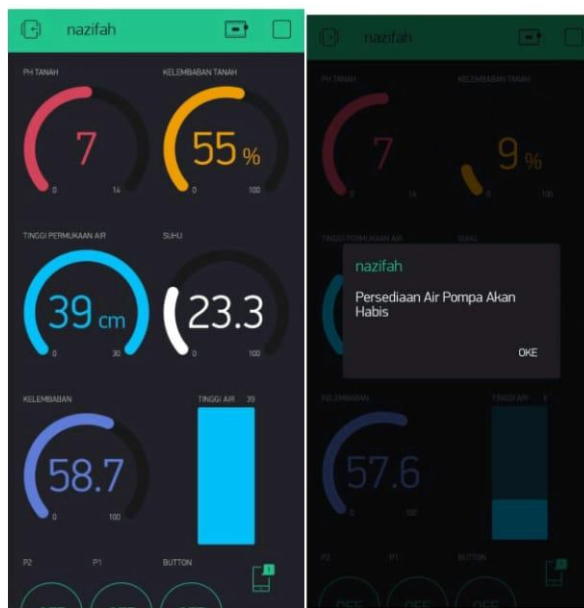
Tabel 4 Pengujian Pompa Air 2

Pompa 2	Suhu Ruangan (°C) (Sensor DHT22)
On	>33
Off	<28

Berdasarkan tabel di atas pengujian pompa air berjalan dengan baik sesuai dengan perintah. Pengujian pompa dan relay bekerja dengan baik begitu juga terhadap sensor kelembapan tanah, suhu dan kelembapan ruangan. Pada Tabel 4.8 pengujian pompa air 1 memiliki suatu kondisi, jika kelembapan tanah <40% maka pompa 1 akan aktif untuk melakukan penyiraman pada tanaman dan jika kelembapan tanah sudah ≥ 40 % < 60%, maka pompa 1 otomatis tidak aktif untuk menghentikan penyiraman pada tanaman. Pada Tabel 4.9 pengujian pompa air 2 terdapat suatu kondisi, jika suhu ruangan >33°C maka pompa 2 akan aktif untuk menyalakan *spray nozzle* sebagai penghasil embun untuk menurunkan suhu ruangan dan jika suhu ruangan <28 °C maka pompa otomatis tidak aktif sesuai perintah yang telah ditetapkan.

8. Tampilan Blynk

Pada penelitian ini Blynk digunakan sebagai pengontrol jarak jauh. Blynk merupakan aplikasi yang berjalan diperangkat keras android maupun ios dan dapat diunduh secara gratis dari playstore. Menggunakan transfer data internet atau intranet (jaringan LAN), Blynk dirancang untuk mengontrol media, menampilkan data sensor, menyimpan data, mengoperasikan visualisasi, dan memantau perangkat keras dari jarak jauh. Berikut merupakan tampilan Blynk seperti nilai data pH tanah, data kelembapan tanah, data tinggi keseterediaan air, data suhu dan kelembapan, dan juga informasi mengenai aktif atau tidaknya pompa air. Semua data ditampilkan secara *realtime* ke *smartphone*.



Gambar 10. Tampilan Blynk

Pada tampilan Blynk di atas menjelaskan bahwa untuk membaca nilai pH Tanah berwarna merah, untuk pembacaan nilai kelembapan tanah berwarna kuning, pembacaan nilai tinggi persediaan air berwarna biru sedangkan untuk pembacaan nilai suhu dan kelembapan ruangan berwarna putih dan ungu. Terdapat juga dua tombol pompa yang bisa dihidupkan dan dimatikan secara manual atau otomatis. Pada tampilan Blynk juga menampilkan notifikasi ketika persediaan air sudah <10cm maka Blynk memberi notifikasi “Persediaan air akan habis” seperti pada gambar di atas.

Pembahasan

Tujuan dari proyek ini adalah untuk menciptakan sistem kendali otomatis yang akan mengatur berbagai parameter rumah kaca. Salah satu contoh inovasi IoT adalah *smart greenhouse*, yaitu perangkat yang dapat mengkomunikasikan data dan beroperasi berdasarkan perintah. Rumah Kaca Cerdas berbasis IoT dengan pembacaan sensor suhu, ketersediaan air, kelembapan ruangan, pH, dan kelembapan tanah dapat dipraktikkan. Informasi yang dikumpulkan dari sensor ditampilkan di antarmuka aplikasi Blynk dan LCD dan disimpan ke database server. Peralatan yang dimasukkan ke dalam rumah kaca pintar menerima perintah dari pemrosesan data ini. Parameter yang ditetapkan pengguna dari sisi pemantauan antarmuka aplikasi Blynk menentukan cara kerja alat ini.

Prototype sistem *monitoring smart greenhouse* berbasis IOT ini bekerja dengan menggunakan *power supply* sebagai sumber tegangan, ESP32, sensor pH tanah, sensor DHT22, sensor *capacitive soil moisture*, sensor ultrasonik HC-SR04, relay pompa air dan *spray nozzle*. Sensor DHT22 bertujuan untuk mendeteksi kelembapan ruangan dan suhu ruangan di dalam greenhouse. Apabila kelembapan ruangan <40% dan suhu >33°C maka relay akan memberikan sinyal *low* lalu pompa air akan menyala mengalirkan air ke *spray nozzle* yang akan memberikan embun pada

ruangan greenhouse dan jika kelembapan ruangan sudah mencapai batas >40% maka relay memberikan sinyal *high* lalu pompa air akan otomatis tidak menyala. Sensor *capacitive soil moisture* bertujuan untuk mendeteksi kelembapan pada tanah yang apabila kelembapan tanah <40% maka relay akan memberikan sinyal *low* lalu pompa air menyala untuk menyirami tanaman dan apabila kelembapan tanah $\geq 40\%$ maka relay akan memberikan sinyal *high* dan pompa *off* atau tidak menyala.

Tujuan dari Sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah untuk mengukur ketersediaan air dalam wadah penyiraman tanaman. Sensor ini mengukur jarak antara suatu benda dengan dirinya sendiri menggunakan gelombang ultrasonik. Ide pemantulan gelombang suara mendasari cara kerja sensor ini, yang memungkinkannya mengetahui keberadaan (jarak) suatu benda pada frekuensi tertentu. Pada sensor ini apabila sensor membaca jarak dengan batas <10cm maka sensor akan memberikan data ke server yang akan memberikan notifikasi pada aplikasi Blynk seperti peringatan pesediaan air akan habis. Secara keseluruhan alat sistem *monitoring smart greenhouse* berbasis IoT berfungsi dengan baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan *prototype* sistem *monitoring smart greenhouse* berbasis Internet of Things (IoT) ini berhasil dibuat dengan beberapa komponen seperti ESP32 yang digunakan untuk mengontrol sensor dan aktuator. pH tanah diukur menggunakan sensor pH tanah. Kelembapan tanah diukur menggunakan sensor kelembapan tanah kapasitif. Suhu dan kelembapan ruangan diukur menggunakan sensor DHT22. Ketersediaan air diukur menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Pompa air digunakan untuk penyiraman tanaman dan pengembunan ruangan menggunakan spray nozzle. Pembuatan alat ini sudah sesuai dengan perancangan sehingga berfungsi dengan baik dan dapat diimplementasikan.
2. *Prototype* sistem *monitoring smart greenhouse* berbasis internet of things berhasil mengontrol kelembapan tanah, pH tanah, ketersediaan air, suhu dan kelembapan udara melalui *handphone* menggunakan database Blynk. Pengontrolan pompa dapat dilakukan secara otomatis dan manual.
3. Secara keseluruhan sistem *monitoring smart greenhouse* pada tanaman berbasis internet of things (IoT) ini telah berhasil dirangkai dan memiliki kinerja sesuai dengan perintah yang diinginkan. Sistem ini berdasarkan perintah mikrokontroler melalui pengukuran sensor berdasarkan kondisi. Seperti sensor kelembapan tanah mampu mengukur kelembapan tanah jika kelembapan tanah < 40% maka pompa air akan menyala. Kemudian sensor suhu dan kelembapan ruangan mampu mengukur suhu dan kelembapan ruangan, jika suhu >33°C dan kelembapan ruangan <40% maka pompa air akan menyala. Sensor Ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian ketersediaan air dengan batas <10cm maka Blynk akan memberikan notifikasi sebagai peringatan ketersediaan air yang akan habis. Operator logika di *smart greenhouse* memproses semua data yang diterimanya,

mengontrol perangkat keluarannya, dan menampilkan hasilnya pada LCD dan Blynk.

DAFTAR PUSTAKA

- Pamungkas, S. (2019). Sistem Smart Greenhouse pada Tanaman Paprika Berbasis Internet of Things. *Jurnal Telekontrakan*, 7, 197-207.
- Ramadan, A. R. (2021). Smart Greenhouse Dengan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Informatika*.
- Risdina. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya pada Konsumsi Rumah Tangga Berbasis Atmega32. UINSU.
- Ristian, U., Ruslianto, I., & Sari, K. (2022). System Monitoring Smart Greenhouse Pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, 8, 87-94.
- Rizaldy, H. (2020). Rancang Bangun Smart System Ruang Greenhouse Berbasis IoT dengan Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Sujadi, H., & Nurhidayat, Y. (2019). Smart Greenhouse Monitoring System Based On Internet Of Thing. *Jurnal J-Ensitem*, 6, 371-377.
- Sulfiani R, N., & Firmawati, N. (2019). Rancang Bangun Sistem Penyemprot Tanaman Otomatis Berdasarkan Waktu dengan Real Time Clock (RTC) dan Sensor Ultrasonik serta Notifikasi via SMS. *Jurnal Ilmu Fisika*, 62-71.