

SISTEM KENDALI TERTUTUP BERBASISKAN MIKROKONTROLLER UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KONDISI TANAH STUDI KASUS: MINI GREENHOUSE

Rizky Muhammad Fauzy¹, Sunny Arief Sudiro², dan Tb. M. Adrie Admira²

⁽¹⁾Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok, Jawa Barat, 16424

⁽²⁾Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jakarta STI&K

Jalan BRI No. 17, Radio Dalam, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12140

rmfauzy@student.gunadarma.ac.id, sunny@staff.jak-stik.ac.id, adrie@staff.jak-stik.ac.id

ABSTRAK

Rumah kaca (greenhouse) adalah struktur kecil yang dibuat dari kaca, plastik atau bahan tembus kaca yang digunakan untuk memanipulasi kondisi lingkungan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman di dalamnya. Manipulasi kondisi lingkungan berguna untuk menghindari kondisi lingkungan yang tidak dikehendaki. Pengendalian variabel-variabel lingkungan, seperti temperatur, kelembapan, dan cahaya pada rumah kaca umumnya dilakukan secara manual oleh pekerja. Oleh karena itu dibangunlah suatu sistem yang bekerja secara otomatis agar dapat mengatur penyiraman dan suhu di dalam sebuah miniatur rumah kaca. Perancangan sistem menggunakan kontrol otomatis mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan Blynk sebagai platform IoT (Internet of Things) Sistem monitoring dan kendali pada mini greenhouse mampu memantau kondisi kelembapan tanah, dan suhu udara di dalam greenhouse dan menampilkannya pada sebuah LCD 16x2 dan aplikasi Blynk pada smartphone. Selain memantau juga dapat mengendalikan pompa air ketika kondisi kelembapan pada tanah di bawah 40% dan kipas DC ketika suhu dalam mini greenhouse di atas 28OC secara otomatis. LED grow light dan PTC heater tidak menyala sesuai kondisi suhu yang tidak mencapai kurang dari 17 OC. Tujuan penelitian untuk memperoleh sistem pemantauan dan pengendalian tercapai dan sistem ini memiliki tingkat persentase error rata-rata sebesar 2.7% pada sensor suhu DHT11, dan 8.2% pada sensor kelembapan tanah kapasitif.

Kata Kunci: *Blynk, Greenhouse, NodeMCU, Soil Moisture, Temperature*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada zaman sekarang sudah digunakan pada berbagai bidang yang ada, pertanian adalah salah satu bidang yang tak terkecuali. Dengan teknologi yang diterapkan pada bidang pertanian, banyak masalah yang dapat diminimalisir, terutama kesalahan individu (*human error*) dan masalah lain yang tidak dapat dikontrol. Contohnya adalah masalah yang berhubungan dengan alam, seperti iklim dan kondisi cuaca. Faktor tersebut dapat menyebabkan kesulitan dalam menentukan waktu tanam dan panen. Dari permasalahan tersebut, dapat digunakan teknik bercocok tanam dengan rumah kaca

(*greenhouse*) agar faktor iklim dan cuaca dapat dimanipulasi [1].

Rumah kaca (*greenhouse*) adalah struktur kecil yang dibuat dari kaca, plastik atau bahan tembus kaca yang digunakan untuk memanipulasi kondisi lingkungan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman di dalamnya. Manipulasi kondisi lingkungan berguna untuk menghindari kondisi lingkungan yang tidak dikehendaki[2]. Pengendalian variabel-variabel lingkungan, seperti temperatur, kelembapan, dan cahaya pada rumah kaca umumnya dilakukan secara manual oleh pekerja[1].

Sistem kendali tertutup untuk memantau lingkungan banyak dilakukan

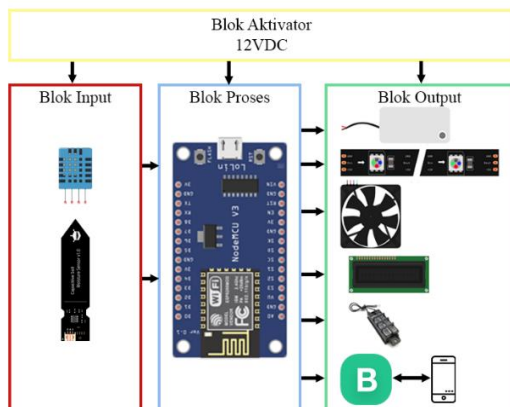
untuk berbagai keperluan : pembibitan Angrek Dendrobium [3], Hidroponik [4], Strawberry [5], dan Sukulen Crassulacae [6]. Penggunaan komponen utama pengendali juga bervariasi namun yang banyak digunakan adalah Raspberry Pi [7] dan ESP8266 [9].

Sistem-sistem pengendalian lingkungan seperti ini menggunakan sensor dan aktuator sebagai penghubung dengan lingkungan. Sensor yang sering digunakan antara lain sensor suhu, kelembapan dan cahaya [8] karena parameter-parameter tersebut yang sering dijadikan pemantauan utama dalam mengendalikan lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah berhasilnya dibuat sebuah alat pemantau dan pengendali keadaan ruang kaca (green house) yakni suhu dan kelembapan tanahnya. Keadaan ini untuk menjaga kondisi tersebut dan sesuai dengan tanaman yang ada.

METODE

Perancangan sistem monitoring dan kendali ini menggunakan kontrol otomatis mikrokontroler NodeMCU ESP8266 [9][10] dengan platform Arduino IDE serta Blynk sebagai platform IoT (Internet of Things) [11].



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Alasan digunakannya NodeMCU karena mampu membaca dan mengolah data dari sensor dan juga mampu menggerakkan aktuator. Arduino adalah sebuah platform physical computing yang open source. NodeMCU juga dapat menggunakan software integrated development

environment (IDE) Arduino dan bahasa pemrograman. IDE merupakan software yang digunakan untuk membuat program, mengkompilasi bahasa pemrograman menjadi kode biner dan mengunggah hasilnya ke memori mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrokontroler NodeMCU ESP8266 karena harganya yang terjangkau dan kemudahan dalam mendapatkannya.

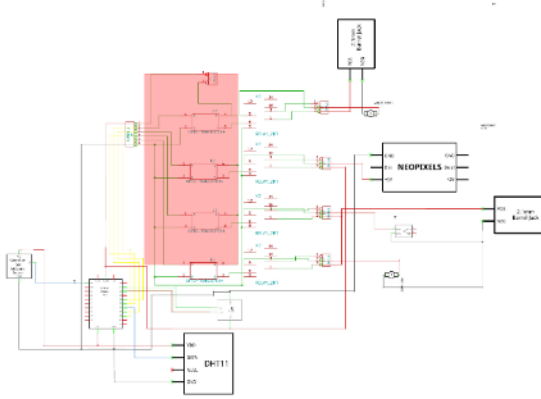
Perancangan Sistem

Analisa Blok Diagram Sistem

Blok diagram pada Gambar 1 merupakan sebuah gambaran yang menunjukkan cara kerja dari suatu perangkat yang terdiri dari, *input, process, dan output*. Blok input menjelaskan tentang masukan untuk mikrokontroler serta media masukannya, blok proses menjelaskan tentang pemrosesan yang didapat dari masukan agar mendapatkan output yang sesuai, sedangkan blok output menjelaskan tentang keluaran yang dihasilkan serta media keluarannya.

Dalam blok input rangkaian terdapat sensor kelembapan tanah kapasitif yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur kelembapan dari tanah pada tanaman kemudian diteruskan ke NodeMCU untuk diolah. Terdapat juga sensor DHT-11 yang berfungsi sebagai pengukur suhu di dalam rumah kaca mini atau *mini greenhouse*.

Blok proses terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang digunakan sebagai pengolah dan pengatur input dan output dari Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Suhu dan Kelembapan Tanah *Mini Greenhouse* berbasis NodeMCU ESP8266. Input dari sensor akan masuk ke NodeMCU melalui pin yang terhubung dan kemudian data input akan diolah dan dikirim ke blok output.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Keseluruhan

Blok *output* terdiri dari rangkaian pompa air, *growlight* LED, PTC *heater*, kipas DC, LCD 16x2, dan aplikasi Blynk. Hasil input yang telah diproses maka akan disalurkan ke media *output* yang berada pada blok ini. Keluaran yang dihasilkan pada alat ini adalah pompa air yang berfungsi untuk menyiram tanaman dalam *greenhouse*, *growlight* LED dan PTC *heater* yang berfungsi untuk menghangatkan atau meningkatkan suhu *greenhouse*, kipas DC untuk mendinginkan *greenhouse*, LCD 16x2 dan aplikasi Blynk yang berfungsi untuk *monitoring greenhouse*.

Analisa Rangkaian Skematik Hardware

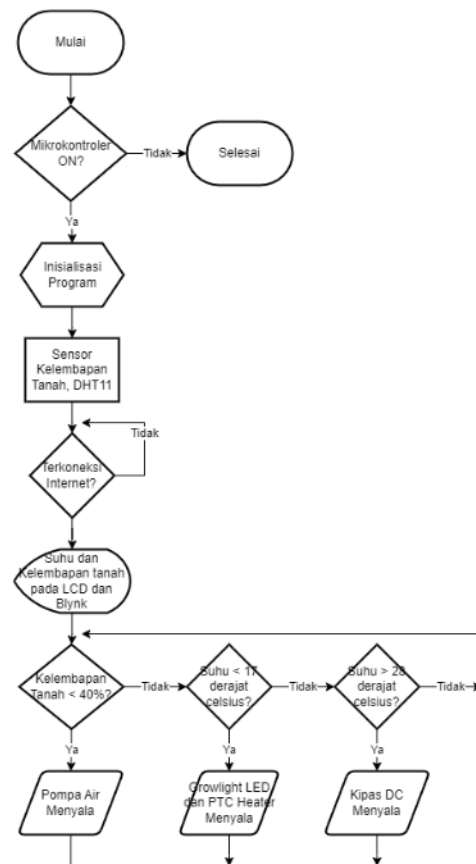
Gambar 2 menampilkan skematik dari alat secara keseluruhan, dapat dilihat komponen input yang digunakan adalah sensor *Capacitive Soil Moisture* sebagai pendeteksi tingkat kelembapan tanah dan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dalam *mini greenhouse*, data dari komponen input lalu akan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan akan ditampilkan pada LCD 16x2. Jika data yang diterima dari sensor sesuai dengan kondisi yang telah diatur maka akan diteruskan ke relay yang nantinya mengaktifkan komponen *output*, yaitu pompa air, LED *grow light*, kipas DC, dan PTC *heater*.

Analisa Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem berfungsi sebagai pemberi gambaran jalannya sistem secara keseluruhan. Diagram alir dari sistem *monitoring* dan pengendali suhu dan

kelembapan tanah pada *mini greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 3.

Diagram alir pada Gambar 3 mendeskripsikan jalannya sistem dari kondisi awal, jika mikrokontroler mendapatkan daya dan sudah aktif maka program akan melakukan proses inialisasi, jika tidak maka proses langsung selesai dikarenakan kondisi yang diperlukan agar sistem berjalan tidak terpenuhi. Sensor kelembapan tanah dan DHT11 akan mengambil data setelah inialisasi program selesai, lalu NodeMCU akan mendeteksi koneksi nirkabel yang ada pada lingkungan sekitar, jika koneksi nirkabel sudah didapat maka akan langsung terkoneksi ke internet. Setelah NodeMCU berhasil terkoneksi ke internet, data yang telah diambil dari sensor akan ditampilkan ke LCD dan aplikasi Blynk. Lalu terdapat beberapa kondisi dari data yang telah diperoleh dari sensor, kondisi data dari sensor ini berupa suhu dan kelembapan tanah yang akan berpengaruh terhadap aktivasi komponen keluaran atau *output*



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

Kondisi pertama adalah apabila kelembapan tanah kurang dari 40% maka pompa air akan menyala. Kondisi kedua adalah apabila suhu udara kurang dari 17°C maka outputnya adalah *growlight* LED dan PTC *heater* yang menyala. Kondisi ketiga yaitu jika suhu udara lebih dari 28°C maka akan menghasilkan output kipas DC menyala. Jika ketiga kondisi tidak ada yang terpenuhi, maka sistem akan kembali ke kondisi pertama dan akan mengulang pengecekan dari kondisi tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor DHT11 dilakukan pada *mini greenhouse* yang dipasang pada bagian atap *greenhouse* untuk mendeteksi suhu udara. Pengujian dilakukan pada jam-jam tertentu untuk mengetahui perbedaan suhu yang dibaca oleh sensor. Pengujian sensor dilakukan sebanyak sekali dalam dua jam yang dimulai pada pukul 09:00 WIB sampai 21:00 WIB. Selain melalui sensor DHT11, pengujian untuk suhu juga dilakukan dengan thermometer untuk mendapatkan data asli yang dapat dibandingkan dengan data dari sensor.

Persamaan (1) berfungsi untuk melakukan perhitungan persentase error pada suhu dari sensor DHT11

Persamaan (2) berfungsi untuk menghitung persentase error rata-rata dari suhu yang diambil dari sensor DHT11.

$$\text{Error Suhu} = \frac{\text{Selisih Nilai Suhu}}{\text{Nilai Thermometer}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\frac{(\text{Jumlah Nilai Total Error Suhu})}{\text{Jumlah Percobaan}} = \text{Error Rata - Rata Suhu} (\%) \quad (2)$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor DHT11

Waktu	Suhu Pada Sistem (°C)	Suhu Pada Thermometer (°C)	Error Suhu (%)	Kondisi Relay 2 (Kipas DC)	Kondisi Relay 3 (LED Grow Light)	Kondisi Relay 4 (PTC Heater)
09:00	27.3	25.5	7	OFF	OFF	OFF
11:00	29.5	29.3	0.7	ON	OFF	OFF
13:00	31.8	31.2	1.9	ON	OFF	OFF
15:00	30.4	29.7	2.4	ON	OFF	OFF
17:00	28.2	28.2	0	ON	OFF	OFF
19:00	27.4	26.0	5.4	OFF	OFF	OFF
21:00	25.6	25.2	1.6	OFF	OFF	OFF
Persentase Error Rata-Rata Suhu (%)			2.7			

Tabel 1 memperlihatkan hasil pengujian sensor DHT11 yang menunjukkan persentase error terendah adalah 0% dan persentase error tertinggi adalah 7%. Persentase error rata-rata suhu adalah sebesar 2.7%. Kemudian dari hasil pengujian pengaruh suhu udara bagi komponen kipas DC, LED *Grow light*, dan PTC *heater* berjalan sesuai kondisi. Kipas DC menyala sebanyak 4 kali dalam percobaan pukul 11:00, 13:00, 15:00, dan 17:00 dikarenakan kondisi suhu dalam mini *greenhouse* lebih dari 28°C. Untuk LED dan PTC *heater* tidak aktif sama sekali selama pengujian dikarenakan suhu dari lingkungan yang tidak memasuki *range* di mana kedua komponen tersebut aktif yaitu kurang dari 17°C.

Pengujian sensor kelembapan tanah kapasitif dilakukan pada *mini greenhouse* yang dipasang dalam tanah pada pot tanaman untuk mendeteksi persentase kelembapan tanah. Pengujian dilakukan pada jam-jam tertentu untuk mengetahui perbedaan persentase kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor. Pengujian sensor dilakukan sebanyak sekali dalam dua jam yang dimulai pada pukul 09:00 WIB sampai 21:00 WIB.

Persamaan (3) berfungsi untuk melakukan perhitungan persentase error pada kelembapan tanah dari sensor kelembapan tanah kapasitif.

Persamaan (4) berfungsi untuk menghitung persentase error rata-rata dari kelembapan tanah yang diambil dari sensor kelembapan tanah kapasitif.

$$\text{Error Suhu} = \frac{\text{Selisih Nilai Kelembapan}}{\text{Nilai soil meter}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Error Rata - Rata Kelembapan Tanah} = \frac{(\text{Jumlah Nilai Total Error Kelembapan Tanah})}{\text{Jumlah Percobaan}} \quad (4)$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif

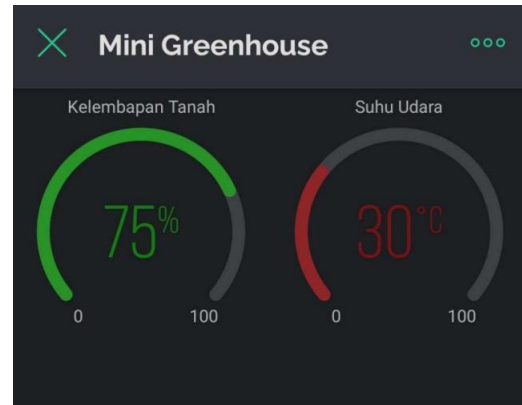
Waktu	Kelembapan Tanah Pada Sistem (%)	Kelembapan Tanah Pada Soil Meter (%)	Error Kelembapan Tanah (%)	Kondisi Relay 1 (Pompa Air)
09:00	45	50	10%	OFF
11:00	37	40	7.5%	ON
13:00	53	56	5.3%	OFF
15:00	41	44	6.8%	OFF
17:00	31	36	13.9%	ON
19:00	58	62	6.5%	OFF
21:00	51	55	7.3%	OFF
Persentase Error Rata-Rata Kelembapan Tanah (%)			8.2%	

Tabel 2 menampilkan hasil pengujian sensor kelembapan tanah kapasitif yang menunjukkan persentase error terendah adalah 5.3% dan persentase error tertinggi adalah 13.9%. Persentase error rata-rata kelembapan tanah adalah sebesar 8.2%. Kemudian dari hasil pengujian pengaruh kelembapan tanah bagi komponen pompa air berjalan sesuai kondisi, yaitu pompa yang terhubung ke Relay 1 menyala sebanyak 2 kali dalam pengujian pada pukul 11:00 dan 17:00 dikarenakan persentase kelembapan tanah yang mencapai kurang dari 40%.

Pengujian pada aplikasi Blynk dilakukan dengan cara membandingkan output antara LCD dan aplikasi Blynk yang menampilkan data-data dari sensor yang digunakan. Untuk kedua sensor, pengujian dilakukan dengan mengaktifkan sistem dan mencatat output dari LCD dan Blynk, lalu pada sistem dilakukan proses restart untuk menonaktifkan dan menyalakan ulang sistem untuk mendeteksi perubahan pengambilan data awal pada sensor. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan untuk mengetahui perbedaan output pada LCD dan aplikasi Blynk.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aplikasi Blynk

Percobaan	Suhu (°C)		Kelembapan Tanah (%)	
	LCD	Blynk	LCD	Blynk
1	28	28	11	11
2	28.5	28.5	9	9
3	28.9	28.9	63	63
4	29.3	29.3	7	7
5	29.8	29.8	6	6
6	30.8	30.8	12	12
7	31.3	31.3	28	28
8	31.8	31.8	76	76
9	32.3	32.3	52	52
10	31.8	31.8	13	13

**Gambar 3.** Tampilan Antarmuka Monitoring Blynk

Tabel 3 menunjukkan hasil pembacaan sensor DHT11 dan Kelembapan tanah kapasitif yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk sama dan konsisten dari percobaan pertama hingga terakhir. Perubahan data pada LCD dan Blynk juga terlihat instan tanpa ada jeda. Kecepatan dari pembaruan data pada aplikasi Blynk tergantung dari kinerja jaringan nirkabel yang terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

PENUTUP

Sistem monitoring dan kendali pada mini greenhouse mampu memantau kondisi kelembapan tanah, dan suhu udara di dalam greenhouse. Selain memantau juga dapat mengendalikan pompa air ketika kondisi kelembapan pada tanah di bawah 40% dan kipas DC ketika suhu dalam mini greenhouse di atas 28°C secara otomatis. LED *grow light* dan PTC *heater* tidak menyala sesuai kondisi suhu yang tidak mencapai kurang dari 17°C pada pengujian sensor DHT11.. Sistem ini memiliki tingkat persentase error rata-rata sebesar 2.7% pada sensor suhu DHT11, dan 8.2% pada sensor kelembapan tanah kapasitif.

Monitoring data kedua sensor pada aplikasi Blynk berjalan baik dan konsisten dalam pengujian sistem dengan melakukan proses restart pada sistem sebanyak 10 kali untuk mendeteksi perubahan nilai awal yang diambil oleh sensor. Kecepatan pembaruan data pada aplikasi Blynk berjalan instan dan tanpa jeda sesuai dengan perubahan data pada LCD.

Sistem monitoring dan kendali pada *mini greenhouse* belum dapat dikatakan sempurna, kekurangan utama dari sistem ini adalah bergantung sekali pada adanya koneksi internet, sehingga jika koneksi internet dengan sistem terputus, maka sistem monitoring dan kendali pada *mini greenhouse* tidak dapat berjalan. Pengembangan yang dapat dilakukan pada sistem ini berupa cara agar sistem tetap berjalan meskipun tidak sedang terkoneksi ke internet dengan melakukan pembaruan konfigurasi pada pemrograman sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S T. K. Hariadi, "Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban Dan Cahaya Dalam Rumah Kaca," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, vol 10, no. 1, pp 82-93. 2007.
- [2] Yusuf Oktofiani, "Sistem Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Berbasis Wireless Embedded System," Skripsi, Fakultas Ilmu Komputer > Teknik Informatika Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, 2014.
- [3] Benediktu Dimas Eka Prasetyanta, "Purwarupa Sistem Kontrol dan Pemantauan Greenhouse untuk Pembibitan Anggrek Dendrobium dengan Tampilan ", Skripsi, Prodi Teknik Elektro, Fak. Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2017.
- [4] Dina Astri Riana dan Hendra Cordova, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperature Reservoir pada Mini Plantgreenhouse Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Arduino", Tugas Akhir, Prodi D3 Metrologi dan Instrumntasi Jurusan Teknik ,Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2015.
- [5] I. P. M analu, S. Simamora, R. M. Siregar, , A. H. Manik, & A. Manalu, "Greenhouse Monitoring and Controlling System, Study Case "Strawberry"", *Piston: Journal of Technical Engineering*, 5(1), 35–49. <https://doi.org/10.32493/pjte.v5i1.1472>, 2021.
- [6] Afifah Zahro, "Sistem Montioring Via IoT untuk Smart Garden Berdasarkan Intenistas Cahaya dan Kelembapan Tanah: Studi Penerpan pada Pembiakan Daun Tanaman Sukulen Crassulacae", Skripsi, Jur. Fisika, FMIPA, Universitas Lampung, 2024
- [7] Dwi Yono Kisworo, "Monitoring dan Kontrol Smart Greenhouse Berbasis IoT Menggunakan WEB Server Raspberry Pi", Skripsi, Jur. Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Semarang, 2022.
- [8] Anil Bhujel, Jayanta Kumar Basak, Fawad Khan, Elanchezhian Arulmozhi, Mustafa Jaihuni, Thavisack Sihalath, Deoghyun Lee, Jaesung Park & Hyeon Tae Kim, "Sensor Systems for Greenhouse Microclimate Monitoring and Control: a Review", *J. Biosyst. Eng*, No. 45, 341–36, <https://doi.org/10.1007/s42853-020-00075-6>, 2020.
- [9] Espressif IoT Team , "ESP8266 Technical Reference", Version. 1.3, Espressif Inc., 2017.
- [10] Anonim, "Datashet NodeMCU ESP8266 Lengkap", Indobot Academy, Yogyakarta 2024.
- [11] Ermi Media's, Syufrijal, and Muhammad Rif'an, "Internet of Things (IoT): BLYNK Framework for Smart Home", *KnE Social Sciences*, vol. 3, no. 12, pp. 579–586, DOI: 10.18502/kss.v3i12.4128, Mar. 2019.