

RANCANG BANGUN SMART SYSTEM RUANG GREENHOUSE BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266

Yudistira Aria Wicaksana¹⁾, Rachmansyah.²⁾, Hastha Sunardi³⁾

Program Studi Sistem Komputer UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI

Jl. Jend Sudirman No. 629, Palembang 30129, Sumatera Selatan

Email: 2020310026@students.uigm.ac.id¹⁾, rachmansyah@uigm.ac.id²⁾, hastha.ok@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji efektivitas penggunaan Smart Greenhouse berbasis IoT dalam mengoptimalkan pertumbuhan tanaman di lingkungan terkendali. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi yang dapat memantau dan mengatur suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara real-time menggunakan NodeMCU ESP8266. Metode yang digunakan meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak dengan aplikasi Arduino IDE dan Blynk, yang memungkinkan kontrol jarak jauh dan pemantauan kondisi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan efektivitas pertumbuhan tanaman hingga 15% dibandingkan dengan metode konvensional, dengan akurasi pembacaan sensor yang cukup tinggi. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan potensi aplikasi Smart Greenhouse untuk pertanian perkotaan dan area dengan kondisi cuaca ekstrem. Kesimpulan yang diambil adalah bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam menyediakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman, serta menawarkan solusi yang praktis dan efisien untuk pengelolaan lingkungan greenhouse.

Kata kunci: Smart Greenhouse, IoT, NodeMCU ESP8266, otomatisasi, pertanian perkotaan.

ABSTRACT

This study examines the effectiveness of using an IoT-based Smart Greenhouse to optimize plant growth in a controlled environment. The primary objective of this research is to design and implement an automated system capable of monitoring and regulating temperature, air humidity, and soil moisture in realtime using the NodeMCU ESP8266. The methodology includes testing both hardware and software with the Arduino IDE and Blynk applications, allowing for remote control and environmental monitoring. The results indicate that the system can enhance plant growth effectiveness by up to 15% compared to conventional methods, with a relatively high accuracy in sensor readings. The implications of this research suggest the potential application of Smart Greenhouses in urban farming and areas with extreme weather conditions. The conclusion drawn is that this system is reliable in providing an optimal environment for plant growth and offers a practical and efficient solution for greenhouse environmental management.

Keywords: Smart Greenhouse, IoT, NodeMCU ESP8266, automation, urban farming.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi yang pesat di Indonesia mendorong peningkatan kebutuhan pangan, yang menuntut sektor pertanian untuk berinovasi guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Di tengah terbatasnya lahan pertanian dan perubahan iklim yang tidak menentu, teknologi *Smart Greenhouse* berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang menjanjikan. Teknologi ini memungkinkan pengelolaan lingkungan pertanian secara otomatis, sehingga dapat mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan di Indonesia [1]. Rumah kaca adalah struktur yang dirancang untuk menciptakan lingkungan terkendali guna mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Dengan teknologi modern seperti sistem berbasis IoT, rumah kaca dapat secara otomatis memantau dan mengatur

suhu, kelembapan, serta pencahayaan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil pertanian.

Penerapan IoT dalam smart greenhouse memberikan peluang untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan secara real-time dengan menggunakan berbagai sensor. Sensor-sensor ini mengumpulkan data seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kelembapan tanah, yang kemudian digunakan untuk mengoptimalkan kondisi pertumbuhan tanaman [2]. Di Indonesia, yang memiliki iklim tropis yang sering berubah-ubah, teknologi ini dapat membantu menjaga stabilitas produksi pertanian [3]. Beberapa sensor yang relevan digunakan dalam smart greenhouse di Indonesia antara lain: sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk mengukur intensitas cahaya yang penting bagi fotosintesis

tanaman [4], sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan udara agar lingkungan tetap ideal [5], dan sensor YL-100 untuk mengukur kelembapan tanah yang mendukung irigasi otomatis [5]. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mengolah data dari sensor-sensor ini dan menghubungkannya ke jaringan internet, sehingga sistem dapat dipantau dan dikendalikan jarak jauh menggunakan perangkat mobile atau komputer [5]. Meskipun teknologi smart greenhouse berbasis IoT menawarkan potensi besar untuk meningkatkan hasil pertanian secara efisien dan berkelanjutan, tantangan seperti biaya implementasi, infrastruktur jaringan, dan pemeliharaan sistem tetap perlu diperhatikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem smart greenhouse dengan menggunakan sensor LDR, DHT11, YL-100, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang diharapkan dapat memberikan solusi konkret terhadap tantangan pertanian di Indonesia [6]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan memberikan solusi efisien kepada petani dalam memantau dan mengendalikan lingkungan pertumbuhan tanaman melalui teknologi IoT dan sensor lingkungan, serta mendukung keberlanjutan pertanian dengan mengurangi limbah dan meningkatkan kualitas hasil pertumbuhan tanaman.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas, rumusan masalah dari penulisan ini sebagai berikut:

1. Merancang arsitektur sistem pintar untuk ruang *greenhouse* yang merupakan prototipe atau miniatur dari *greenhouse* sesungguhnya, berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266
2. Menintregasikan data dari sensor-sensor tersebut ke dalam platform Iot yang dapat diakses oleh pengguna melalui antarmuka.
3. Mengoptimalisasi lingkungan pertumbuhan tanaman di dalam ruang *greenhouse*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Implementasi smart system berbasis IoT di dalam ruang *greenhouse* diharapkan dapat memberikan kontrol yang lebih baik terhadap faktor faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya.
2. Dengan adanya konektivitas Wi-Fi dan antarmuka pengguna yang terkoneksi ke platform IoT, petani dapat memantau dan mengelola ruang *greenhouse* dari jarak jauh.
3. Penelitian ini juga dapat mendorong adopsi teknologi di kalangan petani dengan membuktikan manfaat konkret dari penerapan sistem pintar berbasis IoT.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Greenhouse*

Greenhouse (rumah kaca) adalah struktur yang dirancang untuk menumbuhkan tanaman dalam lingkungan yang terkendali. Dinding dan atapnya terbuat dari bahan transparan, seperti kaca atau plastik, yang memungkinkan cahaya matahari masuk. Di dalam *greenhouse*, kondisi seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya dapat diatur untuk menciptakan lingkungan optimal bagi pertumbuhan tanaman, bahkan dalam kondisi cuaca yang tidak menentu atau di luar musim tanam yang ideal [7].



Gambar 1 *Greenhouse*

Greenhouse berfungsi dengan memerangkap energi panas dari sinar matahari. Sinar matahari yang melewati bahan transparan memanaskan tanah dan udara di dalamnya, menciptakan suhu yang stabil dan tinggi, yang penting untuk pertumbuhan tanaman, terutama di daerah dengan iklim yang tidak mendukung pertumbuhan sepanjang tahun. Berbagai parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kadar CO₂ dapat dikendalikan secara presisi, yang mendukung pertanian berkelanjutan dan meningkatkan produktivitas, terutama di negara dengan perubahan iklim ekstrem. Dengan kemajuan teknologi, *greenhouse* kini dapat diotomatisasi menggunakan sistem kontrol berbasis Internet of Things (IoT), yang semakin meningkatkan efisiensi dan hasil produksi. Selain itu, *greenhouse* juga berperan penting dalam penelitian hortikultura, konservasi tanaman, dan eksperimen agrikultur di berbagai iklim. [7]

2.2 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana objek fisik atau perangkat yang kita gunakan sehari-hari terhubung ke internet, memungkinkan mereka untuk saling berkomunikasi, mengumpulkan, dan berbagi data. Perangkat-perangkat ini dapat berupa alat rumah tangga, seperti kulkas dan lampu, atau perangkat industri seperti sensor dan mesin. Dengan koneksi ini, perangkat dapat bekerja lebih cerdas dan efisien, sering kali dengan sedikit intervensi manusia [2]. IoT memanfaatkan berbagai teknologi, seperti sensor, perangkat lunak, dan konektivitas jaringan, untuk mengumpulkan data, mengirimkannya ke server atau pusat pengolahan, dan melakukan tindakan berdasarkan analisis data tersebut. Contohnya, sensor suhu di rumah dapat mengirimkan data ke sistem pemanas untuk menyesuaikan suhu ruangan secara otomatis.

Teknologi seperti cloud computing dan big data juga digunakan untuk mengolah informasi dan memberikan respons cerdas terhadap kondisi yang berubah. [2]

2.3 Nodemcu ESP 8266

NodeMCU adalah platform open-source berbasis ESP8266, mikrokontroler dengan modul Wi-Fi terintegrasi, yang memudahkan pengembangan proyek IoT yang memerlukan konektivitas internet. NodeMCU menggabungkan kemampuan Wi-Fi dari ESP8266 dengan antarmuka pemrograman yang sederhana, sering menggunakan bahasa Lua atau Arduino [8].



Gambar 2 Nodemcu

ESP8266 adalah mikrokontroler Wi-Fi yang populer karena harganya yang terjangkau dan kemampuannya untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi. Chip ini dirancang oleh Espressif Systems dan cocok untuk berbagai aplikasi yang memerlukan konektivitas nirkabel. NodeMCU ESP8266 menyediakan berbagai fitur, termasuk konektivitas Wi-Fi, prosesor ARM Cortex-M3 dengan performa tinggi, dan pin GPIO untuk interaksi dengan sensor dan perangkat lainnya. Pemrograman dilakukan menggunakan IDE seperti Arduino IDE atau platform Lua, dengan dukungan perpustakaan dan komunitas yang luas, menjadikannya pilihan populer untuk proyek IoT [8].

2.4 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke papan mikrokontroler Arduino. IDE ini dirancang dengan antarmuka yang ramah pengguna untuk memudahkan pengembangan proyek berbasis Arduino, serta mendukung berbagai papan mikrokontroler yang kompatibel dengan platform Arduino [15].



Gambar 3 Arduino IDE

Fitur utama Arduino IDE termasuk editor kode untuk menulis dalam bahasa pemrograman Arduino (varian C/C++), pustaka bawaan yang menyediakan fungsi dan contoh kode untuk berbagai komponen,

serta tombol "Verify" untuk memeriksa kesalahan sintaksis dan "Upload" untuk mengirim kode ke papan Arduino melalui USB. IDE ini memiliki antarmuka sederhana dengan jendela untuk editor kode, konsol output, dan pengaturan board serta port. Selain mendukung berbagai papan Arduino seperti Uno, Mega, dan Nano, Arduino IDE juga memungkinkan pengguna untuk menambah fungsionalitas dengan menginstal pustaka eksternal [15].

2.5 Blynk

Blynk adalah platform perangkat lunak yang memungkinkan pengguna membuat aplikasi kontrol dan monitoring berbasis IoT dengan mudah. Aplikasi Blynk menghubungkan perangkat keras seperti mikrokontroler dan sensor dengan aplikasi seluler atau web, memungkinkan pengendalian dan pemantauan perangkat dari jarak jauh.



Gambar 4 Blynk

Blynk menawarkan antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna membuat aplikasi tanpa keterampilan pemrograman mendalam, dengan menambahkan widget seperti tombol, slider, dan grafik. Platform ini juga menyediakan API dan SDK untuk integrasi dengan berbagai perangkat keras, termasuk Arduino, ESP8266, dan Raspberry Pi. Data dari perangkat dapat dikirim ke Blynk Cloud dan diakses melalui aplikasi atau antarmuka web.

2.6 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian saya membedakan diri dari penelitian sebelumnya melalui beberapa inovasi utama. Pertama, saya mengintegrasikan platform Blynk untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh, memungkinkan akses real-time melalui perangkat seluler atau komputer, yang tidak dimiliki oleh penelitian terdahulu yang hanya menggunakan Arduino tanpa dukungan platform seperti Blynk. Kedua, saya menggunakan kombinasi Arduino dan ESP8266 untuk meningkatkan konektivitas sistem, memungkinkan sistem terhubung ke jaringan Wi-Fi dengan jangkauan yang lebih luas dibandingkan dengan modul SIM yang digunakan sebelumnya. Ketiga, saya menggantikan motor servo dengan pompa DC 3V untuk mengatur aliran cairan, memilih pompa ini karena konsumsi daya yang lebih rendah dan kontrol yang lebih tepat, yang memastikan efisiensi operasional sistem sesuai kebutuhan aplikasi saya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tahapan pengembangan *prototype* yang akan dibuat. *Prototype* Alat *Smart Greenhouse* berbasis IoT. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini disusun

secara sistematis agar memudahkan dalam pengembangan *prototype* dan juga berguna untuk tercapainya penelitian ini.

3.2 Kerangka Kerja

Pada kerangka kerja ini menggambarkan bagaimana tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Tahapan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1 Flowchart Kerangka Kerja

Penelitian ini dimulai dengan kajian literatur untuk memahami studi terkait, metodologi, dan materi yang relevan, diikuti dengan perancangan sistem dan pengembangan alat yang digunakan. Proses ini mencakup pengujian perangkat keras dan perangkat lunak, pengumpulan serta evaluasi data, dan analisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil yang diharapkan adalah pengembangan sistem yang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman di greenhouse dengan mengoptimalkan suhu, kelembapan, dan pencahayaan, serta meminimalkan risiko kegagalan pertumbuhan dengan mendeteksi dan merespons perubahan kondisi secara otomatis. Sistem ini juga bertujuan memberikan data dan umpan balik untuk pengelolaan greenhouse yang lebih baik, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi kerugian akibat kondisi lingkungan yang tidak optimal

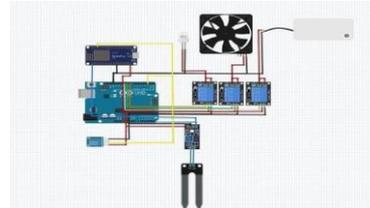
3.3 Studi Literatur

Dalam studi literatur ini, informasi dan data mengenai sistem informasi akademik dikumpulkan melalui pencarian jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mendapatkan referensi yang dapat mendukung dan menjadi acuan penting dalam

memperkaya konteks penelitian yang sedang dilakukan.

3.4 Desain Alat

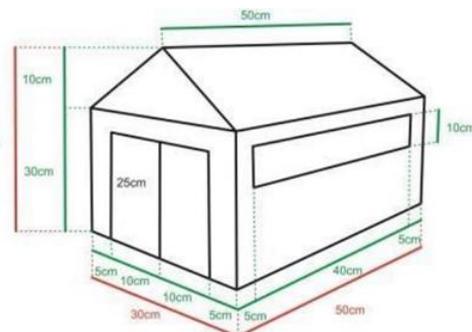
Dalam tahap desain alat merupakan proses dalam perancangan alat sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan pada penelitian, kemudian melakukan pemasangan rangkaian alat secara keseluruhan. Berikut merupakan desain alat *Smart Greenhouse* :



Gambar 2 Desain Alat

3.5 Desain Greenhouse

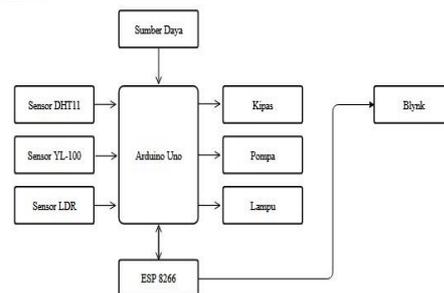
Greenhouse yang digunakan merupakan prototipe atau miniatur dari *greenhouse* yang sesungguhnya. Desain yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar II.1. Desain tersebut yang digunakan untuk prototipe *greenhouse* ini. Ukuran yang digunakan dirubah dari ukuran *greenhouse* asli yang sering digunakan dipertanian dengan mempertimbangkan letak komponen yang digunakan. Perbandingan yang digunakan adalah 6:1.



Gambar 3 Desain Greenhouse

3.6 Diagram Blok

Secara umum terdapat beberapa bagian penyusunan sistem yaitu bagian masukan (input), pemrosesan (process), dan keluaran (output). Tiga bagian inilah yang akan menyusun keberhasilan sistem untuk dapat bekerja seperti apa yang diinginkan.



Gambar 4 Diagram Blok

3.7 Pengujian alat dan Pengambilan Data

Pada tahapan pengujian alat dan pengambilan data, peneliti melakukan uji coba pada alat untuk melihat kinerjanya. Dilakukan beberapa percobaan dengan melakukan simulasi pada alat di beberapa kondisi agar peneliti mendapatkan data hasil pengujian seperti apa yang terjadi di kondisi sebenarnya misalnya menggunakan hair dryer untuk mendapatkan kondisi suhu panas. Tujuan dari simulasi ini untuk mengetahui dan melihat apakah alat berfungsi sebagai mana yang diinginkan oleh peneliti. Kemudian data hasil pengujian akan dicatat dan selanjutnya akan dievaluasi

3.8 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan sistem Smart System Ruang Greenhouse berbasis IoT terdiri dari dua tahap utama: pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap pengujian perangkat keras, verifikasi dilakukan terhadap kinerja komponen fisik seperti Kipas DC 12V, Pompa mini 3V, LED, Sensor DHT11, Sensor LDR, dan NodeMCU ESP8266. Tujuan uji coba ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi secara optimal dan terhubung dengan benar. Sebagai contoh, Kipas DC 12V diuji untuk memastikan operasionalnya berjalan lancar dalam mengatur suhu lingkungan. Tahap pengujian perangkat lunak melibatkan penggunaan Arduino IDE untuk memastikan program berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Evaluasi ini mencakup aspek pengolahan data, logika pengaturan, dan interaksi dengan perangkat keras. Misalnya, Sensor DHT11 diuji melalui Arduino IDE untuk memeriksa akurasi dalam membaca suhu dan kelembapan. Pengujian aplikasi Blynk pada smartphone dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana antarmuka pengguna merespons perubahan kondisi lingkungan yang terdeteksi.

3.9 Pengujian Data

Pengujian data dalam penelitian ini dilakukan secara teliti untuk memastikan akurasi dan validitas informasi. Sensor suhu dan kelembapan (DHT11) diuji dengan membandingkan hasilnya dengan pengukuran manual, sementara sensor cahaya (LDR) diuji dengan membandingkan data dengan informasi cuaca dari sensor lain. Pada tahap pengujian perangkat lunak, sistem diuji untuk memastikan respons yang akurat terhadap perubahan suhu, seperti pengaturan kipas DC 12V yang diaktifkan saat suhu meningkat, dengan membandingkan waktu aktivasi dan deaktivasi kipas dengan perubahan suhu yang terdeteksi. Pengujian ini memastikan keandalan perangkat keras dan perangkat lunak, serta validitas hasil penelitian.

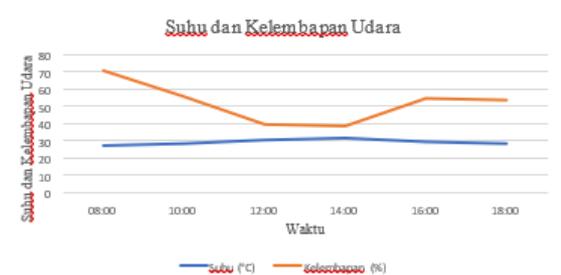
3.10 Evaluasi Kinerja Alat

Setelah melakukan pengujian alat kemudian dilakukan evaluasi apakah alat sudah sesuai dengan apa yang diinginkan oleh peneliti atau tidak. Evaluasi dilakukan dengan melihat dari catatan kinerja alat baik dari sisi perangkat keras dan perangkat lunak. Disini jika pada saat pengujian ditemukan kesalahan maka akan dilakukan perbaikan sesuai dengan letak dari kesalahan kesalahan tersebut. Misalnya pada saat tanah dalam kondisi kering, seharusnya alat melakukan penyiraman pada tanah, akan tetapi karena terjadi kesalahan alat tidak mau melakukan penyiraman. Maka selanjutnya akan dilakukan evaluasi berupa perbaikan pada bagian penyiraman tanah tersebut. Penyebab kesalahan akan dicari apakah dari sisi perangkat keras ataupun perangkat lunak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Hardware & Software

Pengujian perancangan sistem bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dalam sistem berfungsi dengan baik. Tahap ini merupakan langkah penting dalam pengembangan proyek teknologi informasi, karena memastikan bahwa sistem yang dirancang bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.



Gambar 9 Grafik Pengujian DHT

Hasil pengujian sensor suhu dan kelembapan menunjukkan bahwa sensor dapat membaca dengan baik, meskipun ada sedikit delay saat suhu mengalami perubahan drastis. Kipas akan menyala saat suhu mencapai 30°C, yang sering terjadi pada siang hari. Pengukuran dilakukan pada enam waktu berbeda antara pukul 08.00 hingga 18.00, dengan suhu bervariasi antara 27°C dan 31°C serta kelembapan antara 38% dan 70%. Keterangan suhu dikelompokkan menjadi "Dingin" (27°C pada pukul 08.00), "Normal" (28°C-29°C pada pukul 10.00, 16.00, dan 18.00), dan "Panas" (30°C-31°C pada pukul 12.00 dan 14.00). Sementara itu, kelembapan dikelompokkan menjadi "Basah" (70% pada pukul 08.00), "Lembab" (53%-56% pada pukul 10.00, 16.00, dan 18.00), dan "Kering" (38%-39% pada pukul 12.00 dan 14.00).



Gambar 10 Grafik Pengujian YL-100

Pengujian sensor kelembapan tanah menunjukkan bahwa sistem dapat membaca kelembapan dengan baik. Pada pukul 08.00, kelembapan tanah tercatat 351%, menunjukkan kondisi "Lembab". Nilai ini sedikit menurun menjadi 338% pada pukul 10.00, tetap dalam kategori "Lembab". Pada pukul 12.00, kelembapan turun menjadi 273%, menandakan kondisi "Kering". Namun, kelembapan meningkat kembali menjadi 411% pada pukul 14.00, dan tetap "Lembab" hingga pukul 18.00, dengan kelembapan tercatat 377%. Fluktuasi kelembapan tanah ini menunjukkan bahwa tanah sebagian besar tetap lembab, kecuali pada pukul 12.00 ketika kondisi tanah menjadi kering.

Sensor LDR (Light Dependent Resistor) bekerja dengan prinsip perubahan resistansi yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Resistansi LDR berkurang saat intensitas cahaya meningkat, dan sebaliknya, meningkat saat cahaya berkurang. LDR sering digunakan dalam rangkaian pembagi tegangan, di mana perubahan resistansi menghasilkan variasi tegangan output yang dapat diukur untuk menentukan tingkat cahaya. Output tegangan analog ini bisa dibaca oleh mikrokontroler atau sistem pengukur lainnya. LDR banyak digunakan dalam aplikasi seperti pengaturan pencahayaan otomatis, deteksi kehadiran, dan pengukuran intensitas cahaya dalam sistem otomatisasi.

4.2 Pengujian Pada Tanaman

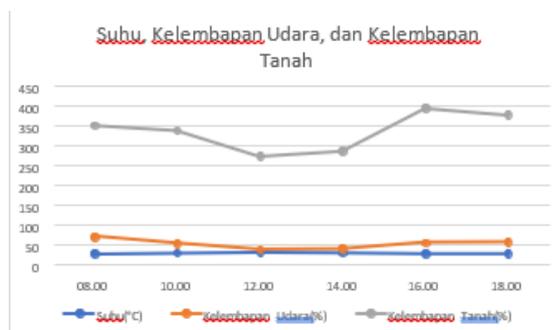
Pengujian tanaman melibatkan penggunaan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu DHT11 dengan menerapkan program pada NodeMCU ESP8266. Pengukuran dilakukan untuk menilai kelembapan tanah dan suhu di sekitar tanaman, dan hasilnya telah terdokumentasi dalam beberapa tabel terkait. Data pengukuran ini memberikan informasi yang penting mengenai kondisi tanah dan lingkungan pertumbuhan tanaman. Informasi ini menjadi dasar yang berharga untuk pengambilan keputusan dalam pemeliharaan tanaman yang lebih efektif, dengan tujuan meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman secara keseluruhan.

hasil pengukuran suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah pada berbagai waktu sepanjang hari, disertai dengan interpretasi kondisi lingkungan berdasarkan data tersebut. Pengukuran dilakukan pada enam waktu berbeda, yaitu pukul 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00, dan 18.00.

Pada pukul 08.00, suhu tercatat 27°C dengan kelembapan udara 70% dan kelembapan tanah 351%, yang menunjukkan kondisi suhu "Dingin," kelembapan udara "Basah," dan tanah "Lembab." Pada pukul 10.00, suhu naik menjadi 29°C, kelembapan udara turun ke 53%, dan kelembapan tanah menjadi 338%, yang menghasilkan kondisi suhu "Normal," kelembapan udara "Lembab," dan tanah masih "Lembab."

Pada siang hari pukul 12.00, suhu mencapai 31°C dengan kelembapan udara yang turun drastis menjadi 38%, dan kelembapan tanah juga menurun menjadi 273%. Ini menunjukkan kondisi suhu "Panas," kelembapan udara "Kering," dan tanah dalam kondisi "Kering." Kondisi serupa berlanjut pada pukul 14.00 dengan suhu sedikit menurun menjadi 30°C, kelembapan udara 39%, dan kelembapan tanah sedikit meningkat menjadi 286%. Meskipun begitu, kondisi suhu tetap "Panas," kelembapan udara "Kering," dan tanah masih "Kering."

Pada sore hari pukul 16.00, suhu kembali menurun menjadi 28°C dengan kelembapan udara meningkat menjadi 55%, dan kelembapan tanah naik signifikan menjadi 394%. Ini menciptakan kondisi suhu "Normal," kelembapan udara "Lembab," dan tanah kembali "Lembab." Pada pukul 18.00, suhu tetap pada 28°C, kelembapan udara sedikit meningkat menjadi 56%, dan kelembapan tanah mencapai 377%. Kondisi ini tetap menunjukkan suhu "Normal," kelembapan udara "Lembab," dan tanah "Lembab."



Gambar 11 Pengujian Pada Tanaman

Grafik suhu (°C) terhadap waktu akan menunjukkan fluktuasi suhu dari pagi hingga sore hari, dengan suhu yang meningkat dari 27°C pada pukul 08.00 menjadi 31°C pada pukul 12.00,

kemudian menurun kembali ke 28°C pada pukul 16.00. Grafik kelembapan udara (%) terhadap waktu akan memvisualisasikan penurunan kelembapan udara dari 70% pada pukul 08.00 ke 38% pada pukul 12.00, sebelum meningkat kembali menjadi 55% pada pukul 16.00. Sementara itu, grafik kelembapan tanah (%) terhadap waktu akan menggambarkan penurunan kelembapan tanah dari 351% pada pukul 08.00 menjadi 273% pada pukul 12.00, lalu meningkat lagi menjadi 394% pada pukul 16.00.

5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada system ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Terciptanya alat yang dapat mengontrol dan memantau kondisi ruang greenhouse secara online dan realtime.
2. Sistem dapat mengukur suhu dan kelembapan udara, kelembapan tanah, dan juga intensitas Cahaya yang ada pada *greenhouse* berdasarkan hasil data pada pengujian sensor DHT11, YL-100, dan LDR
3. Menjaga agar suhu didalam *greenhouse* tetap stabil, dan kelembapan tanah dapat terjaga agar tidak terlalu kering, yang dapat menyebabkan resiko tanaman kurang mendapatkan air

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Nemčík, E. Mako, and T. Krajčovič, “Smart Indoor Greenhouse,” in *7th Conference on the Engineering of Computer Based Systems*, May 2021, pp. 1–2. doi: 10.1145/3459960.3461558.
- [2] D. R. Nurjannah, D. Supriadi, A. Sutiawan, and I. Kustiawan, “Designing smart greenhouse systems using SCADA based on IoT,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 850, no. 1, p. 012002, May 2020, doi: 10.1088/1757899X/850/1/012002.
- [3] L. Heeb, E. Jenner, and M. J. W. Cock, “Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats,” *J. Pest Sci. (2004)*, vol. 92, no. 3, pp. 951–969, Jun. 2019, doi: 10.1007/s1034001901083-y.
- [4] H. R. Lubis, “Rancang Bangun Smart System Ruang Greenhouse,” *Tugas Akhir*, p. 32, 2020.
- [5] Dlnya Abdulahad Aziz, “Webserver Based Smart Monitoring System Using ESP8266 Node MCU Module,” *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 9, no. 6, pp. 801–807, 2018.
- [6] Z. Šabić, U. Drakulić, and E. Mujčić, “The Smart Greenhouse System Based on the the Mobile Network and IoT,” 2021, pp. 285–298. doi: 10.1007/9783030-54765-3_19.
- [7] D. W. Jackson, Y. Cheng, Q. Meng, and Y. Xu, “‘Smart’ greenhouses and pluridisciplinary spaces: supporting adolescents’ engagement and selfefficacy in computation across disciplines,” *Discip. Interdiscip. Sci. Educ. Res.*, vol. 4, no. 1, p. 6, Dec. 2022, doi: 10.1186/s43031-022-00046-1.
- [8] G. Rajeshkumar, P. Rajesh Kanna, S. Sriram, S. Sadesh, R. Karunamoorthi, and P. Mahudapathi, “Home Automation System Using Nodemcu (ESP8266),” 2023, pp. 293–302. doi: 10.1007/978-981-99-2768-5_28.
- [9] J. S. Sujin, R. Murugan, M. Nagarjun, and A. K. Praveen, “IoT Based Greenhouse Monitoring and Controlling System,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1916, no. 1, p. 012062, May 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1916/1/012062.
- [10] K. Murali and B. Sridhar, “A smart Agriculture Irrigation System using sensor array based IOT,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2062, no. 1, p. 012010, Nov. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2062/1/012010.
- [11] N. S. Talegaon, G. R. Deshpande, B. Naveen, M. Channavar, and T. C. Santhosh, “Performance Comparison of Weather Monitoring System by Using IoT Techniques and Tools,” 2022, pp. 837–853. doi: 10.1007/97898116-7610-9_61.
- [12] N. Satheeskanth, S. D. Marasinghe, R. M. L. M. P. Rathnayaka, A. Kunaraj, and J. Joy Mathavan, “IoT-Based Integrated Smart Home Automation System,” 2022, pp. 341–355. doi: 10.1007/978-981-16-3675-2_26.
- [13] K. Kazimierczuk, S. E. Barrows, M. V. Olarte, and N. P. Qafoku, “Decarbonization of Agriculture: The Greenhouse Gas Impacts and

Economics of Existing and Emerging Climate-Smart Practices,” *ACS Eng.*

Eng. Au, Nov. 2023, doi: 10.1021/acseengineeringau.3c00031.

[14] Adil CHERKAOUI and Yasmina BENNIS BENNANI, “La Norme ISO 26000 de la Responsabilité Sociétale des Organisations intègre-t-elle la question de la Diversité des Genres ?,” *Rev. des études Multidiscip. en Sci. économiques*, vol. N° 4, no. December, pp. 1–14, 2022, doi: 10.48375/IMIST.PRSM/remses-v2i1.11324.