

Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah pada Greenhouse berbasis *Internet of Thing* menggunakan Aplikasi Telegram

Ellys Kumala Pramartaningthyas¹, Siti Ma'shumah¹, dan Ratna Sri Mahmudah¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Qomaruddin, Gresik

* Korespondensi: ellys.kumala@gmail.com

Received: 2 October 2023

Accepted: 10 October 2023

Published: 12 October 2023

ABSTRACT

The quality of plant growth is significantly influenced by environmental factors, including temperature, air humidity, soil moisture, light intensity, and air quality. Therefore, an agrotechnology approach is required to manage exposure to these environmental factors in accordance with the needs of plant growth processes, which can be achieved through greenhouse technology. To facilitate real-time and remote monitoring and control in the greenhouse farming system, this research involves the design of a temperature and humidity control and monitoring system based on the Internet of Things (IoT). This study employed a NodeMCU ESP8266 microcontroller and a DHT11 sensor to detect the temperature and humidity levels in the greenhouse. The performance test results show that the system works well according to the programming algorithm provided, with an average error rate of 1.2% for the temperature sensor and 1.17% for the humidity sensor. The test results for notification delay time on the Telegram application also meet the standard requirements of Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON), with an average delay value of 0.532882 ms.

Keywords: Greenhouse, Humidity, temperature, IoT, Telegram

ABSTRAK

Kualitas pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan antara lain suhu, kelembaban udara kelembaban tanah, intensitas cahaya dan kualitas udara. Untuk itu diperlukan pendekatan argoteknologi untuk menjaga paparan faktor lingkungan sesuai dengan kebutuhan proses pertumbuhan tanaman yaitu dengan teknologi greenhouse. Dalam upaya mempermudah pemantauan dan pengendalian pada system pertanian greenhouse secara *realtime* dan jarak jauh pada penelitian ini dilakukan proses perancangan sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse berbasis internet of things. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCUESP8266 dan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembababan ruang greenhouse. Hasil pengujian kinerja system menunjukkan sistem bekerja dengan baik sesuai dengan algoritma pemrograman yang diberikan



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

kepada sistem dengan rata-rata kesalahan sebesar 1.2% untuk sensor suhu dan 1.17% untuk sensor kelembaban. Hasil pengujian waktu delay notifikasi pada Aplikasi telegram juga memenuhi ketentuan standar Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) dengan nilai rata-rata delay yaitu 0,532882 ms.

Kata kunci: Greenhouse, Kelembaban, suhu, IoT, Telegram

1. Pendahuluan

Pada saat ini perkembangan pesat di era teknologi pertanian yang diterapkan dalam pembudidayaan tanaman antara lain hidroponik, greenhouse, kultur jaringan dan lain-lain. Perkembangan ilmu argoteknologi saat ini memungkinkan petani untuk bercocok tanam di lahan yang terbatas, bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah, bahkan dapat memodifikasi lingkungan sekitar tanaman agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan tanaman tersebut. Sebagai contohnya teknologi greenhouse, dengan teknologi greenhouse petani dapat merekayasa mikroiklim yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan tanaman. Dengan cuaca yang sering berubah seperti musim hujan yang tidak bisa diprediksi oleh manusia kapan datangnya, keterbatasan lahan karena banyaknya pembangunan seperti perumahan maupun pabrik-pabrik industri, merupakan salah satu penyebab penggunaan teknik greenhouse menjadikan solusi dari permasalahan-permasalahan tersebut. Greenhouse terbuat dari bahan kaca maupun terbuat dari bahan plastik tebal yang akan menutup keseluruhan permukaan bangunan, baik atap maupun dindingnya (Khafi, 2019). Teknik greenhouse ini dilengkapi dengan pengatur suhu dan pengatur kelembaban tanah. Greenhouse dibangun di Indonesia digunakan untuk kegiatan budidaya tanaman dan juga digunakan untuk eksperimen daya tahan hama oleh para pengusaha dan peneliti. Pengembangan greenhouse pada prinsipnya bermaksud untuk budidaya tanaman pangan, tanaman buahan, dan tanaman hortikultura. Greenhouse atau yang biasa disebut sebagai rumah kaca dikonstruksi dari kaca/plastik fiber yang dapat mengendalikan pembudidayaan tanaman dari berbagai cuaca dan hama tanaman serta dapat mengendalikan parameter faktor pertumbuhan tanaman seperti suhu, kelembaban, curah hujan dan radiasi panas matahari. Perkembangan teknologi green house menciptakan inovasi smart greenhouse. Sistem ini diaplikasikan pada greenhouse dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things yang dapat mempermudah petani dalam melakukan monitoring dan kontrol pada greenhouse hanya dengan menggunakan smartphone android secara real time dan jarak jauh. Inovasi ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas hasil panen pembudidayaan tanaman terutama pada sistem greenhouse

Pada penelitian ini dirancang sistem smart greenhouse yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan monitoring dan kontrol suhu dan kelembaban tanahnya secara otomatis, hal ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas hasil pertanian serta memudahkan kerja petani. Dengan adanya monitoring keadaan tanamannya secara jarak jauh tanpa harus setiap hari melakukan pengecekan ke lahan greenhouse. Penelitian ini bertujuan agar dapat mempermudah pengguna dalam proses pembudidayaan tanaman dalam greenhous dan memantau kondisi tanaman kapanpun dan dimanapun melalui smartphone menggunakan aplikasi telegram dan telah terkoneksi ke internet. Alat monitoring ini menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan menggunakan DHT11 dimana hasil pembacaan datanya akan ditampilkan dalam bentuk teks di Telegram serta mengontrol kelembaban tanah yang dapat diatur menyesuaikan dengan kebutuhan tanaman, dan memanfaatkan konsep Internet of Things (IoT) monitoring yang dapat diakses dari jarak jauh melalui internet menggunakan aplikasi Telegram (Hutapea, 2020).

2. Tinjauan Pustaka

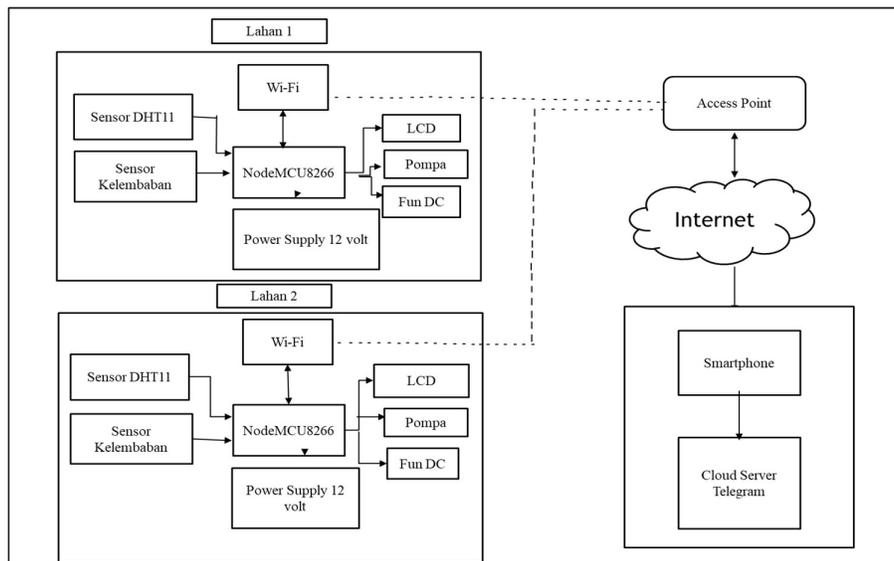
Adapun penelitian-penelitian lain yang telah dilakukan terkait pengendalian suhu dan kelembaban tanah pada greenhouse ini antara lain, penelitian tentang monitoring kelembaban tanah sudah pernah dilakukan. Seperti penelitian yang berjudul "Rancang bangun sistem otomatis tanaman berbasis telegram" pada sistem untuk mengatur suatu ruang agar menjaga temperatur pada ruangan. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengendalikan proses penyiraman yang dikontrol oleh DHT11,

NodeMCU, sebagai mikrokontrolernya. Penelitian yang kedua yang berjudul “Sistem kendali suhu dan kelembaban pada greenhouse tanaman sawi berbasis IoT”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mempermudah kerja petani dalam membudidaya tanaman sawi petani juga memadukan dengan teknologi terbaru yaitu dengan internet of things. Penelitian yang ketiga berjudul “Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi dengan aplikasi beberapa konsentrasi nutrisi AB MIX dan monosodium glutamate pada sistem tanam Hidroponik wick”. Penelitian tersebut bertujuan untuk memberikan informasi pertumbuhan dan produksi tanaman sawi dengan sistem tanam hidroponik wick yang belum dikembangkan dengan teknologi-teknologi modern.

Salah satu dari penelitian yang pernah dilakukan yaitu dapat memonitoring kelembaban tanah dan penyiraman dengan media greenhouse yang di kontrol oleh Arduino uno. Arduino uno juga mempunyai kelemahan yaitu kode Hex terbilang besar. Karena sebuah Arduino uno merupakan mikrokontroler yang berbasis Atmega328, memiliki 14 pin digital input dan output yang dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM. Untuk pin analog dari Arduino unobisa menerima tegangan antara 0V-5V. Arduino uno juga memiliki kelemahan dari bentuknya yang lebih besar. Berbeda dengan NodeMCU ESP8266 yang memiliki bentuk lebih kecil dan simpel, NodeMCU ESP8266 juga memiliki akses ke internet lebih mudah, jika ingin menggunakan pin lebih banyak, bisa ditambah dengan menggunakan NodeMCU Base Board atau bisa disebut dengan shield board. Sehingga pada penelitian mengembangkan hasil penelitian-penelitian tersebut dengan penambahan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi android Telegram, dimana Telegram ini dapat membantu untuk memberi informasi secara langsung dan dimanapun tanpa petani harus selalu membuka smarphonenya, dan proses penanamannya menggunakan teknologi greenhouse yang didalamnya sudah terpasang sensor-sensor untuk memonitoring suhu dan kelembaban pada tanah.

3. Metode Penelitian

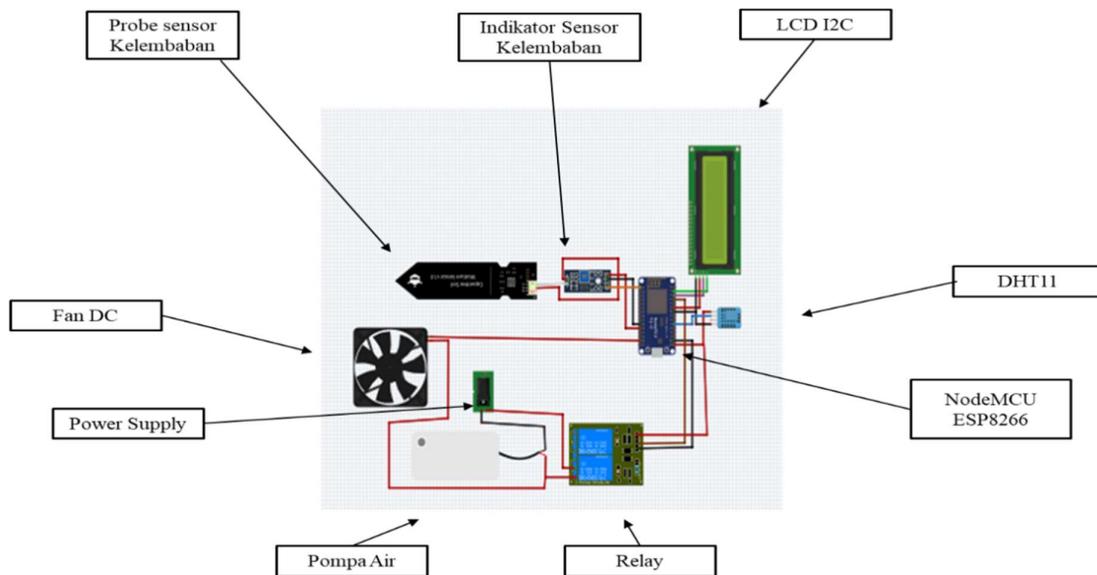
Perancangan dimulai dengan membuat diagram blok sistem. Diagram blok sistem untuk mengetahui alur kerja keseluruhan rangkaian. Tujuan dari diagram ini adalah untuk memudahkan perancangan dan pembuatan alat sehingga tercipta sebuah alat yang sesuai dengan kebutuhan. Berikut ini gambar Blok sistem alur kerja keseluruhan rangkaian.



Gambar 1. Diagram Blok sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi telegram

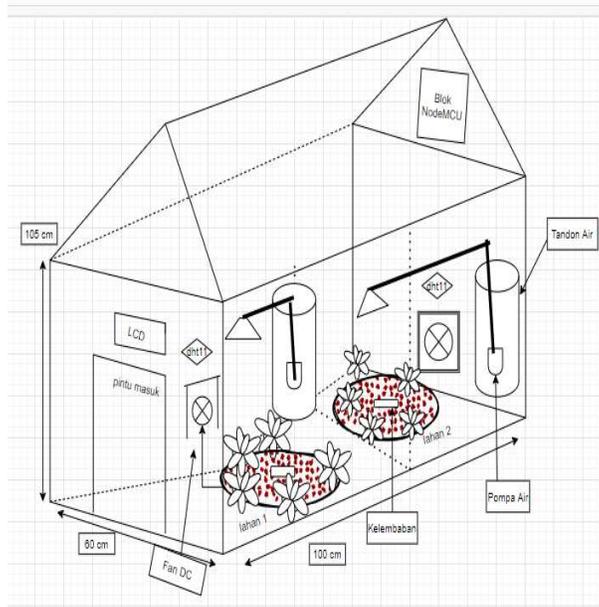
Pada sistem monitoring dan kontrol pada smart greenhouse ini menggunakan Power supply 5 Volt (DC) untuk memberikan sumber tegangan pada NodeMCU sebagai mikrokontroler, Sensor DHT11 sebagai sensor suhu, dan Sensor Kelembaban. NodeMCU yang digunakan adalah

NodeMCUESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler yang sudah memiliki wifi module yang bisa terkoneksi ke jaringan internet. NodeMCUESP8266 menerima data dari Sensor DHT11, Sensor kelembapan, memproses data dan mengeksekusi perintah untuk menampilkan teks pada android, selain itu juga mengirimkan data ke cloud server Telegram. LCD 16x2 digunakan sebagai tampilan data hasil dari sensor DHT11 yang telah mendeteksi suhu ruangan pada greenhouse dan kelembaban. LCD 16x2 menerima data dari Sensor DHT11 yang telah di proses oleh mikrokontroler dan ditampilkan ke layar LCD yang terdapat pada alat di dalam greenhouse untuk memberi informasi dengan manual. Fan DC digunakan untuk mengatur suhu ruangan pada greenhouse ketika sensor DHT11 menyatakan bahwa suhu ruangan pada greenhouse lebih dari 35°C maka fan DC akan menyala, apabila suhu ruangan pada greenhouse kurang dari 35°C maka fan DC akan mati atau tidak menyala. Motor pump DC digunakan untuk menyiram tanaman saw. Motor pump DC akan menyala jika sensor kelembaban telah mendeteksi bahwa keadaan tanah kering kurang dari 60%, dan Motor pump DC akan mati jika dalam keadaan kelembaban 60% lebih. Aplikasi Telegram, digunakan sebagai jembatan komunikasi, dimana memungkinkan programmer untuk melakukan pertukaran informasi data melalui dua perangkat yang berbeda atau lebih melalui jaringan internet. Telegram juga sebagai aplikasi penerima pesan pada monitoring sistem beberapa lahan tanaman sawi. Pada aplikasi Telegram terdapat Bot yang dapat menerima pesan notifikasi otomatis yang telah terkoneksi dengan NodeMCUESP8266. Adapun perancangan desain hardware dapat diperlihatkan seperti gambar 2:



Gambar 2. Perancangan sistem Hardware

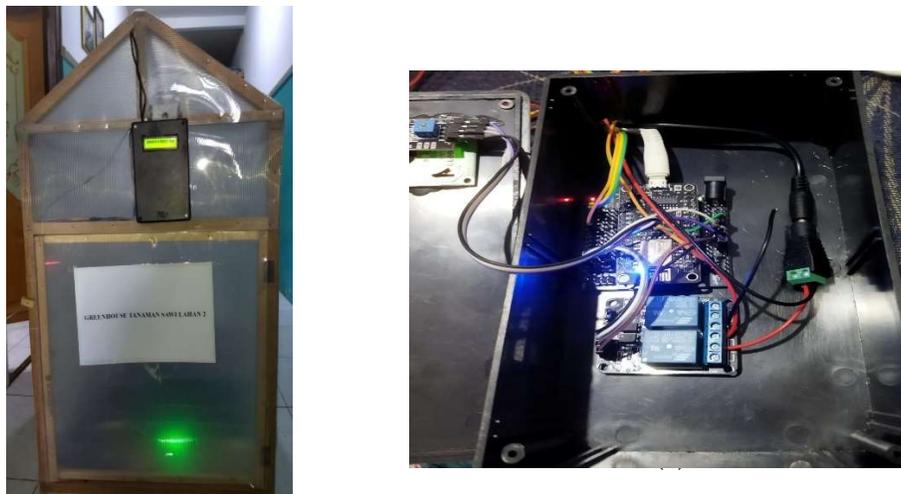
Skema perancangan keseluruhan sistem ini telah mencakup dari bahan untuk pembuatan greenhouse dengan komponen penting didalamnya. Gambar 3 menunjukkan perancangan keseluruhan pada greenhouse yang memiliki dua lahan penanaman didalamnya. Di dalam greenhouse ini masing-masing lahan akan dipasang beberapa sistem monitoring yang terdiri dari dua sensor yaitu sensor DHT11 dan sensor kelembaban tanah. Dimana DHT11 yang berfungsi untuk memonitoring suhu ruangan tiap lahan sedangkan sensor kelembaban yang berfungsi untuk memonitoring tanah pada tiap-tiap lahan yang ada pada greenhouse.



Gambar 3. Desain Keseluruhan sistem

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil rancangan penelitian, dari sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse tanaman sawi berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi telegram terdiri dari komponen penyusunnya seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil perancangan Sistem sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban (a). Hasil perancangan Sistem elektrik (b)

Pada gambar diatas, yaitu hasil perancangan sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse yang telah dibuat. Dari bangun sistem greenhouse yang telah terdapat dua sistem masing-masing sistem berfungsi untuk kontrol dan memonitoring suhu dan kelembaban secara otomatis. Sistem yang dibuat menggunakan 2 sensor yang pertama menggunakan sensor DHT11 untuk mengetahui suhu ruangan greenhouse dan yang kedua yaitu sensor kelembaban yang digunakan untuk mengetahui kelembaban tanah greenhouse yang dipantau oleh smartphone

menggunakan sebuah aplikasi Telegram sehingga tampil notifikasi dari kinerja sistem pada layar smartphone. Rangkaian elektrik digunakan untuk menjalankan sistem elektrik untuk mengendalikan proses penyiraman dan pengatur intensitas cahaya secara otomatis pada sistem yang telah dibuat. Tampilan rangkaian elektrik lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4b .

Notifikasi menggunakan aplikasi Telegram untuk memantau proses control suhu dan kelembabab secara otomatis pada system greenhouse yang telah dibuat. Tampilan Notifikasi lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

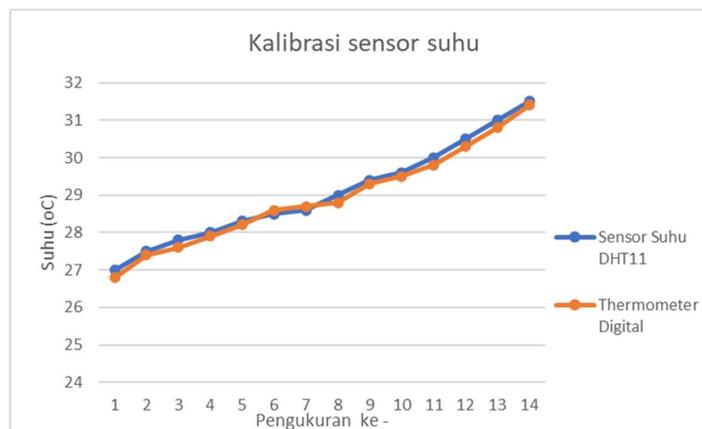


Gambar 5. Tampilan hasil notifikasi di aplikasi Telegram

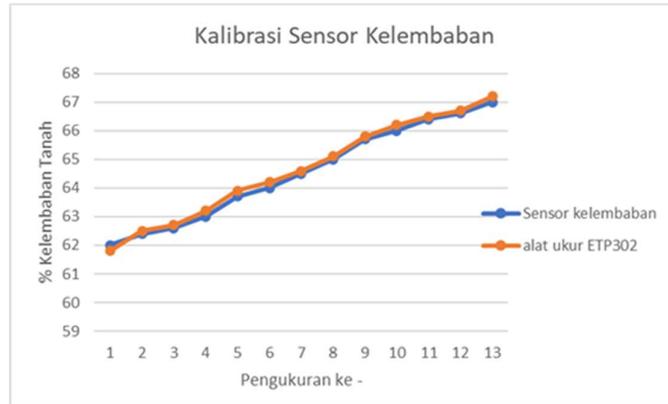
4.1. Pengujian sistem

4.1.1. Kalibrasi sensor

Proses kalibrasi sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan suhu dengan menggunakan thermometer digital dan pembacaan kelembaban tanah menggunakan alat ukur kelembaban tanah ETP302. Adapun grafik perbandingan pembacaan suhu dan kelembaban tanah pada kedua sensor dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik Kalibrasi sensor suhu



Gambar 7. Grafik Kalibrasi sensor Kelembaban tanah

Berdasarkan pengujian kalibrasi sensor suhu dan sensor kelembaban tanah yang telah dilakukan di dapatkan hasil bahwa sistem bekerja dengan baik sesuai dengan algoritma pemrograman yang diberikan kepada system dengan rata-rata kesalahan sebesar 1.2% untuk sensor suhu dan rata-rata kesalahan sebesar 1.17%.

4.2. Pengujian system

Pada tahap ini dilakukan pengujian monitoring proses pengaktifan Fan DC dan penyiraman menggunakan aplikasi Telegram. Melalui pengujian ini dapat dipantau suhu dan kelembaban dari tanaman greenhouse. Dibawah ini merupakan tabel hasil dari pengujian sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse tanaman sawi berbasis IoT menggunakan aplikasi Telegram secara keseluruhan yang di laksanakan selama 10 hari berturut -turut selama pagi (06.00), siang (12.00), dan malam (18.00).

Dari 10 hari hasil pengujian sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse berbasis IoT menggunakan aplikasi Telegram yang di letakkan dalam greenhouse uji yang tertutup, dengan 3 kali pengambilan data perhari untuk sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse tanaman sawi. Pengujian ini dilakukan dalam 3 kondisi waktu yang berbeda, untuk pengambilan data yaitu pada pagi hari sekitar pukul 06.00-09.00, siang pukul 11.00-14.00, dan malam pukul 16.00-18.00. Dari pengambilan data keseluruhan telah diketahui bahwa alat berjalan sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan oleh program dibuktikan dengan terkirimnya notifikasi tersiram pada aplikasi Telegram sebanyak 6 kali dengan waktu yang berbeda pada greenhouse, dari 10 hari pengujian dimana dalam 1 hari peneliti mengambil 3 kali data dengan kondisi yang berbeda.

Dari pengambilan data pada keseluruhan greenhouse dilakukan juga pengujian data pada sensor DHT11 yang dilakukan dengan kondisi yang berbeda, sehingga menghasilkan suhu ruang greenhouse yang berbeda. Dalam pengambilan data pengujian sensor DHT11 ini dilakukan dalam 10 kali pengambilan data suhu dan kelembaban tanah pada dengan nilai suhu tertinggi mencapai 31.30 °C dan untuk suhu rendah mencapai 28.50 °C.

Tabel 1. Pengujian Sistem kontrol dan monitoring Greenhouse secara keseluruhan

Trial	Waktu Pemantauan	Nilai Pembacaan		Kondisi Alat		Pembacaan LCD		Notif TELE
		Sensor DHT11	Kelembaban %	Fun DC	Motor pump DC	Sensor DHT11	Kelembaban	
1	Pagi	28.9 °C	44%	OFF	ON	28.9°C	44%	Tersiram
	Siang	30.8 °C	34%	OFF	ON	30.8 °C	34%	Tersiram
	Malam	32.8 °C	76%	OFF	OFF	32.8 °C	76%	-
2	Pagi	30.2 °C	76%	OFF	OFF	30.2 °C	76%	-
	Siang	30.2 °C	77%	OFF	OFF	30.2 °C	77%	-
	Malam	28.5 °C	80%	OFF	OFF	28.5 °C	80%	-
3	Pagi	30.8 °C	42%	OFF	ON	30.8 °C	42%	Tersiram
	Siang	31.3 °C	70%	OFF	OFF	31.1 °C	70%	-
	Malam	30.2 °C	82%	OFF	OFF	30.2 °C	82%	-
4	Pagi	28.4 °C	80%	OFF	OFF	28.4 °C	80%	-
	Siang	30.2 °C	79%	OFF	OFF	30.2 °C	79%	-
	Malam	29.8 °C	78%	OFF	OFF	29.8 °C	78%	-
5	Pagi	29.3 °C	84%	OFF	OFF	29.30°C	84%	-
	Siang	29.8 °C	87%	OFF	OFF	29.8 °C	87%	-
	Malam	29.8 °C	85%	OFF	OFF	29.8 °C	85%	-
6	Pagi	28.5 °C	31%	OFF	ON	28.5 °C	31%	Tersiram
	Siang	30.8 °C	75%	OFF	OFF	30.8 °C	75%	-
	Malam	30.2 °C	80%	OFF	OFF	30.2 °C	80%	-
7	Pagi	28.0 °C	115%	OFF	OFF	28.0 °C	115%	-
	Siang	32.0 °C	70%	OFF	OFF	32.0 °C	70%	-
	Malam	30.8 °C	84%	OFF	OFF	30.8 °C	84%	-
8	Pagi	29.3 °C	76%	OFF	OFF	29.3 °C	76%	-
	Siang	31.80 °C	80%	OFF	OFF	31.8 °C	80%	-
	Malam	30.20 °C	76%	OFF	OFF	30.2 °C	76%	-
9	Pagi	28.30 °C	58%	OFF	ON	28.3 °C	58%	Tersiram
	Siang	32.30 °C	63%	OFF	OFF	32.3 °C	63%	-
	Malam	32.30 °C	73%	OFF	OFF	32.3°C	73%	-
10	Pagi	29.80 °C	46%	OFF	ON	29.8 °C	46%	Tersiram
	Siang	31.30 °C	87%	OFF	OFF	31.3 °C	87%	-
	Malam	32.80 °C	83%	OFF	OFF	32.8 °C	83%	-

4.2. Pengujian Quality Of Service (QoS) Jaringan

Pengujian Quality of Service (QoS) ini berdasarkan pengukuran dari rata- rata delay jaringan yang terhubung antara Client (Smartphone) dengan NodeMCU. Pegujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Wireshark dengan memasukkan alamat IP address dari masing-masing perangkat yang terhubung dalam satu jaringan, dalam hal ini adalah IP address Client (Smartphone) dan IP address NodeMCU. Untuk menghitung nilai delay, file hasil capture dari aplikasi Wireshark disimpan ke Microsoft Exel. Selanjutnya pada Microsoft Exel akan muncul beberapa nilai yang menunjukkan waktu. Kemudian waktu tersebut dipisah menjadi 2 bagian yaitu waktu yang dikirimkan dan waktu yang diterima, sehingga untuk menghitung delay digunakan persamaan: Delay = Waktu yang diterima – waktu yang dikirimkan. Selanjutnya untuk menentukan nilai total delay pada tabel 3.1

mengikuti persamaan sebagai berikut: Rata-rata Delay = (Delay pertama + delay kedua +delay akhir) / banyaknya Delay.

Tabel 2. Hasil delay yang diperoleh

Waktu Kirim	Waktu Terima	Delay (ms)
0	0,089969	0,089969
0,089969	0,20916	0,119191
0,20916	0,245522	0,036362
0,245522	0,24559	0,000068
0,24559	0,620211	0,374621
0,620211	0,620243	0,000032
0,620243	1,234638	0,614395
1,234638	1,832794	0,598156
1,832794	4,931278	3,098484
4,931278	5,328823	0,397545
Total Rata-rata delay		0,532882

Dari pengujian delay pada table 2 didapatkan nilai delay yang dihasilkan sistem pada proses penyiraman otomatis ketika kelembaban yang diketahui sensor kurang dari 60% hingga mendapatkan notifikasi ke aplikasi Telegram smartphone. Pada pengujian Quality of Service (QoS) jaringan untuk 10 kali percobaan antara 0,089969 sekon – 4,931278 milli sekon, dengan nilai rata-rata delay 1,250653 milli sekon. Sehingga pada pengujian delay QoS berdasarkan adanya notifikasi diperoleh nilai rata-rata 0,532882 sekon atau 0,532882 milisekon. Berdasarkan standar Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON), total rata-rata delay dari proses penyiraman dan notifikasi telegram masuk pada Kategori sangat bagus karena delay kurang dari 150 ms.

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem kontrol dan monitoring suhu dan kelembaban pada greenhouse tanaman sawi berbasis IoT. Rancangan sistem terdiri atas beberapa sensor yaitu sensor DHT11, sensor kelembaban tanah, dan aplikasi telegram sebagai pemonitoringnya. Pengujian pada aplikasi telegram berjalan dengan baik yang dibuktikan bahwa dengan tampilan hasil yang telah dikirim oleh nodeMCU dan tampilan nilai suhu ruangan pada greenhouse dan kelembaban tanah yang dapat dilihat melalui LCD. Selain itu notifikasi melalui aplikasi Telegram juga berhasil dikirim ketika melakukan proses penyiraman.

Hasil pengujian kinerja sistem menunjukkan sistem bekerja dengan baik sesuai dengan algoritma pemrograman yang diberikan dengan rata-rata kesalahan sebesar 1.2% untuk sensor suhu dan rata-rata kesalahan sebesar 1.17% untuk sensor kelembaban. Adapun hasil pengujian waktu delay notifikasi pada Aplikasi telegram telah memenuhi standar standar Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) dengan nilai rata-rata delay yaitu 0,532882 ms.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan terkait dengan penelitian, penulisan, dan/atau publikasi dari artikel ini.

Daftar Pustaka

- Anto, S., & Magriyanti, A. A. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Tanah Sawah Dengan Parameter Suhu Dan Kelembaban Tanah Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things (IoT). *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 15(2), 234–241.
<https://doi.org/10.51903/ELKOM.V15I2.896>

- Bachri, A., & Utomo, E. W. (2017). Prototype Penyiram Tanaman Otomatis Dengan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Atmega 328. *Jurnal JE-UNISLA : Electronic Control, Telecommunication, Computer Information and Power System*, 2(1). <https://doi.org/10.30736/JE.V2I1.33>
- Bangun, R., Otomatis, S., Berbasis, T., Al Biharuddi, Y. ', & Hutapea, H. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatis Tanaman Berbasis Telegram. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 5(2), 97-105 <https://doi.org/10.52447/jkte.v5i2.5192>
- Chotimah, C., & Kartika, K. P. (2019). Sistem Penyiraman dan Pengusir Hama Otomatis pada Daun Mint Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 13(1), 36–47. <https://doi.org/10.35457/ANTIVIRUS.V13I1.811>
- Fuadi, S., & Candra, O. (2020). Prototype Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(1): 21-25 <http://jtein.ppp.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/12>
- Haq, E., & Suwardiyanto, D., (2018). Online farm menggunakan greenhouse untuk tanaman hidroponik berbasis Web. *NERO*, 3(3), 193-200
- Hidayatullah, R., Wijaya, A. & Fajri, N. (2014) Pemanfaatan bot telegram sebagai media informasi di excellent private school paiton. *Jurnal Universitas Nurul Jadid*
- Khafi, A., Erwanto, D., Journal, Y. U.-G., & 2019, undefined. (2019). Sistem kendali suhu dan kelembaban pada greenhouse tanaman sawi berbasis IoT., *Generation Journal*, 3(2), 2580–4952. <http://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/gj/article/view/12973>
- Kurniawan, B. A., & Arifin, F. (2016). Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Logika Fuzzy berbasis ATMEGA16. *E-JPTE (Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika)*, 5(1), 11–18. <https://doi.org/10.21831/E-JPTE.V5I1.1962>
- Mardika, A. G., & Kartadie, R. (2019). Mengatur Kelembaban Tanah dengan Sensor Kelembaban Tanah YL-69 berbasis Arduino pada Media Tanam Pohon Gaharu. *JoEICT (Journal of Education And ICT)*, 3(2). <https://doi.org/10.29100/JOEICT.V3I2.1163>
- Minariyanto, A., Mardiono, M., & Lestari, S. W. (2020). Perancangan Prototype Sistem Pengendali Otomatis Pada Greenhouse Untuk Tanaman Cabai Berbasis Arduino Dan Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknologi*, 7(2), 120–134. <https://doi.org/10.31479/JTEK.V7I2.50>
- Nasrullah, E., Trisanto, A., & Utami, L. (2011). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 5(3), 182–192. <https://doi.org/10.23960/ELC.V5N3.77>
- Rahma Putri, A. (2019). Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT. *Prosiding SENIATI*, 5(2), 155–159. <https://doi.org/10.36040/SENIATI.V5I2.768>
- Rahmaddi, R. (2021). Sistem Keamanan dan Pengairan Ladang Pertanian Berbasis IOT. *Jurnal Teknik Elektro* <https://journals.ums.ac.id/index.php/emitor/article/view/13720>
- Ristian, U., Ruslianto, I., Sari, K., & DrHHadari Nawawi, J. (2022). Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT). *JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika)*, 8(1), 87–94. <https://doi.org/10.26418/JP.V8I1.52770>
- Ronaldo, R. S., Wahjudi, R. S., Subrata, R. H., Sulaiman, S., Teknik, J., Fakultas, E., & Industri, T. (2020). Perancangan Smart Greenhouse sebagai Budidaya Tanaman Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). *KOCENIN SERIAL KONFERENSI (E) ISSN: 2746-7112*, 9(1), 6.9.1-6.9.6. <http://publikasi.kocenin.com/index.php/pakar/article/view/92>
- Setyawan, D. Y., Rosmalia, L., Nurfiana, N., & Nurjoko, N. (2023). Perancangan Sistem Irigasi Tanaman dalam Greenhouse Berbasis Internet of Things (IoT). *TEKNIKA: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Rekayasa*, 17(1), 101-108–101 – 108. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7966164>
- Sintia, W., Hamdani, D., & Risdianto, E. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A DAN ARDUINO UNO. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1(2 Agustus), 60–65. <https://doi.org/10.33369/JKF.1.2.60-65>
- Tarigan, J., Bukit, M., Imam Sutaji, H., Betan, A.D. (2020). Perancangan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Sawi berbasis Arduino Uno dan Sensor Kelembaban. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 21-26, <https://doi.org/10.32511/jtm.v3i1.695>

- Wijaya, L. C. (2019). Analisis Usabilitas pada Sistem Monitoring dan Otomasi Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Cabai Berbasis Android. *Edu Komputika Journal*, 6(2), 60–67.
<https://doi.org/10.15294/EDUKOMPUTIKA.V6I2.34412>
- Zamriyetti, Z., Siregar, M., & Refnizuida, R. (2019). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) dengan Aplikasi Beberapa Konsentrasi Nutrisi AB Mix dan Monosodium Glutamat pada Sistem Tanam Hidroponik Wick. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 22(1), 56-61,
<https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>