

RANCANG BANGUN SISTEM BUDIDAYA TAOGES CERDAS BERBASIS LORA DAN IOT

Tri Rizki Cahya Imani¹, Mohammad Fadhli², Martinus Mujur Rose³
Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Sriwijaya^{1,2,3}
tririzki02@gmail.com¹, mohammad.fadhli@polsri.ac.id², mujurrose@yahoo.com³

ABSTRAK

Budidaya taoge membutuhkan perawatan rutin terhadap kacang yang telah disemai. Perawatan yang dibutuhkan diantaranya penyiraman secara teratur, serta kondisi suhu yang dijaga diantara 23°C hingga 28°C dengan tingkat kelembapan 85% sampai 90%. Pada penelitian ini telah dirancang sistem budidaya taoge cerdas berbasis LoRa dan IoT. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan udara di sekitar taoge. Data ini kemudian dikirimkan ke perangkat *gateway* menggunakan LoRa. Selanjutnya *gateway* meneruskan data suhu dan kelembapan ke server Thingspeak menggunakan protokol MQTT, sehingga suhu dan kelembapan udara dapat diamati secara *real time* melalui jaringan internet. Penggunaan LoRa juga memungkinkan pemantauan suhu dan kelembapan dilakukan pada perangkat *gateway* melalui jaringan lokal LoRa. Sistem yang dirancang juga dapat melakukan penyiraman taoge secara otomatis jika kelembapan < 80% atau waktu penyiraman terakhir sudah ≥ 3 jam. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa sistem budidaya taoge cerdas yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Sensor DHT22 yang digunakan dapat merespon perubahan suhu dan kelembapan dengan baik. Pengiriman data sensor ke server Thingspeak dapat berjalan dengan lancar. Selain itu node sensor dan *gateway* dapat saling terhubung hingga jarak 500 meter menggunakan LoRa.

Kata kunci : Taoge, LoRa, IoT

ABSTRACT

Cultivating bean sprouts requires regular care for the beans. The required care includes regular watering and maintaining temperature conditions between 23°C to 28°C with a humidity level of 85% to 90%. In this research, an intelligent sprout cultivation system based on LoRa and IoT has been proposed. This system uses a DHT22 sensor to read the temperature and humidity of the air around the bean sprouts. It sends the data to the gateway using LoRa. The gateway forwards the temperature and humidity data to the Thingspeak server using the MQTT protocol. LoRa allows temperature and humidity monitoring to be carried out on the gateway device via the LoRa local network. The proposed system can also water the bean sprouts automatically if the humidity is < 80% or the last watering time has been ≥ 3 hours. Based on the tests carried out, it can be concluded that the proposed system can work well. During the tests, the DHT22 sensor could respond to changes in temperature and humidity. Sending sensor data to the Thingspeak server could work well. Meanwhile, sensor nodes and gateways could communicate up to a distance of 600 meters using LoRa.

Key words : Bean Sprouts, LoRa, IoT

1. PENDAHULUAN

Taoge merupakan sumber sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Taoge merupakan kecambah dari berbagai jenis kacang seperti kacang hijau, kacang kedelai dan kacang tunggak. Jenis sayuran ini banyak mengandung berbagai nutrisi yang bermanfaat bagi tubuh seperti protein, kalsium dan fosfor. Dalam setiap 100 gram taoge, terdapat kandungan sebanyak 23 kalori pada taoge kacang hijau, 67 kalori pada taoge kedelai dan 35 kalori pada taoge kacang tunggak [1].

Untuk menghasilkan taoge yang berkualitas dibutuhkan perawatan rutin

terhadap biji kacang yang telah disemai. Hal-hal yang perlu diperhatikan seperti frekuensi penyiraman, suhu udara serta tingkat kelembapan udara. Untuk dapat berkembang dengan baik taoge harus disiram secara teratur minimal dua kali sehari dalam waktu tiga hari. Pertumbuhan yang optimal akan terjadi pada suhu 23°C hingga 28°C dengan tingkat kelembapan 85% sampai 90%. Selain itu bibit taoge juga membutuhkan tempat yang tidak terpapar cahaya matahari secara langsung [2][3]. Ada juga petani taoge yang melakukan penyiraman kecambah taoge setiap 4 jam sekali. Penyiraman tersebut dilakukan dimulai sekitar pukul 1.00 dini hari dan berakhir sekitar pukul 21.00 [4].

Jika aktivitas budidaya taoge dilakukan secara manual, tentu akan menyulitkan dan membutuhkan perhatian dan ketelitian dari petani. Hal ini menuntut agar petani selalu memperhatikan jadwal penyiraman secara rutin. Tentunya aktivitas ini akan menyulitkan terutama jika budidaya taoge bukan satu-satunya aktivitas yang harus dilakukan.

Untuk mengatasi permasalahan ini maka dibutuhkan suatu solusi yang dapat memberikan kemudahan dalam merawat tanaman taoge. Salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan adalah dengan menggunakan teknologi telekomunikasi. Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem budidaya taoge cerdas berbasis LoRa dan IoT yang dapat digunakan untuk memonitoring suhu dan kelembapan di banyak media tanam taoge secara *real-time* serta dapat melakukan penyiraman secara otomatis jika telah mencapai waktu yang diinginkan. Sistem yang diusulkan akan membaca suhu dan kelembapan di media tanam taoge menggunakan sensor suhu DHT22. Data ini kemudian dikirimkan kepada *gateway* menggunakan transmisi LoRa. Dalam hal ini *gateway* bertugas untuk menerima data suhu dan kelembapan dari seluruh media tanam yang tersedia dan kemudian meneruskannya ke server Thingspeak sehingga dapat diakses secara *online*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem budidaya tanaman cerdas berbasis LoRa dan IoT. Diantaranya pada penelitian [5] yang menggunakan teknologi IoT untuk memantau suhu dan kelembapan udara pada budidaya jamur. Sedangkan pada penelitian [6] teknologi IoT digunakan untuk otomatisasi monitoring budidaya sistem hidroponik dengan menggunakan modul ESP8266 dan protokol MQTT.

Penelitian [7] mengembangkan sistem tanaman hidroponik berbasis IoT menggunakan sensor DHT11, *water sensor* dan NodeMCU ESP8266. Sedangkan pada penelitian [8] teknologi IoT dengan ESP32 digunakan untuk mengatur sistem pengairan pada tanaman anggur menggunakan sensor

soil moisture serta *solenoid valve* dan pompa air yang digunakan untuk sistem penyiraman otomatis. Pada penelitian lain teknologi IoT digunakan untuk merancang *smart greenhouse* untuk tanaman hidroponik menggunakan sensor DHT11, sensor BH1750 dan *floating sensor* [9]. Selain itu juga digunakan *actuator* seperti kipas, *humidifier*, motor servo dan pompa air. Sistem *greenhouse* ini diujicobakan pada tanaman kangkung dan pakcoy.

Penelitian [10] juga menggunakan ESP32 untuk memonitor kondisi lingkungan tanaman hidroponik, akan tetapi proses monitoring dilakukan dengan menggunakan sensor TDS meter dan sensor DS18B20. Sedangkan pada penelitian [11] sistem berbasis IoT dikembangkan untuk minotoring *greenhouse* pada tanaman sawi menggunakan sensor DHT11 dan sensor YL-100. ESP8266 digunakan sebagai media koneksi ke jaringan internet.

Penelitian lain juga memanfaatkan sistem komunikasi berbasis LoRa untuk mengembangkan sistem budidaya tanaman. Diantaranya pada penelitian [12] yang merancang sistem berbasis LoRa berbasis IoT untuk memantau pH dan kelembapan tanah pada tanaman stroberi. Sedangkan pada penelitian [13] teknologi LoRa digunakan untuk sistem pemupukan otomatis pada tanaman kedelai yang dilengkapi dengan sensor NPK. Penelitian [14] menggunakan beberapa sensor untuk proses monitoring pertanian, yaitu sensor BMP280, sensor DS18B20, sensor pH, sensor kelembapan tanah, dan sensor hujan.

Beberapa penelitian terdahulu juga telah menerapkan sistem budidaya taoge cerdas. Penelitian [2] membuat sistem *smart green house* untuk monitoring taoge menggunakan sensor LDR, *Water Sensor Funduino*, sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor DHT11 serta sistem penyiraman otomatis. Arduino Mega 2560 digunakan sebagai *microcontroller*-nya. Pada penelitian [15] sistem budidaya taoge cerdas dibangun dengan teknologi IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Firebase sehingga sistem pemantauan dan penyiraman taoge dapat dilakukan menggunakan *smartphone*.

Sistem yang dirancang pada penelitian ini dikhususkan untuk monitoring tanaman taoge dengan mengkombinasikan teknologi LoRa dan IoT. Data sensor DHT22 dari sejumlah media tanam (node sensor) dikirimkan kepada *gateway* melalui sistem transmisi LoRa untuk diteruskan ke server Thingspeak menggunakan protokol MQTT. Penggunaan LoRa memungkinkan pengamatan kondisi tanaman taoge di banyak media tanam juga dapat dilakukan menggunakan *gateway* melalui jaringan komunikasi lokal selama *gateway* masih dapat menerima sinyal dari node sensor.

3. METODOLOGI

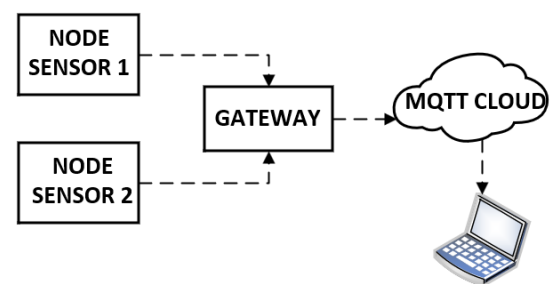
Sistem budidaya taoge yang didesain pada penelitian ini terdiri dari beberapa node sensor dan *gateway* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada node sensor digunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan udara di dalam wadah taoge yang diolah oleh *microcontroller* Arduino Uno. Data sensor yang telah diolah selanjutnya dikirim menuju *gateway* secara nirkabel menggunakan LoRa SX1278. Node sensor juga dilengkapi dengan pompa air yang digunakan untuk melakukan penyiraman taoge secara otomatis. Blok diagram dan skema rangkaian node sensor ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Gateway digunakan untuk meneruskan data sensor yang diterima dari node sensor menuju server menggunakan protokol MQTT, sehingga hasil pembacaan sensor dapat diamati secara *real time* melalui jaringan internet. *Gateway* menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai *microcontroller*-nya dan sebagai media penghubung ke jaringan Wifi yang dapat memberikan koneksi internet. Pada *gateway* juga digunakan Lora SX1278 sebagai penerima data dari node sensor. Blok diagram dan skema rangkaian *gateway* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

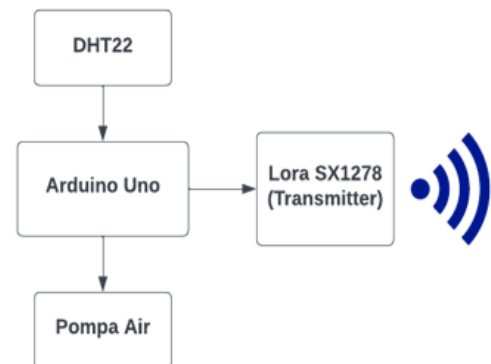
Adapun alur kerja dari node sensor dapat dilihat pada *flowchart* pada Gambar 4. Sensor DHT22 yang ditempatkan di dalam wadah taoge akan membaca data suhu dan kelembapan. Jika kelembapan udara $< 80\%$ atau waktu terakhir kali penyiraman dilakukan sudah ≥ 3 jam, maka pompa air akan diaktifkan oleh *microcontroller* untuk

melakukan penyiraman kepada taoge. Data suhu dan kelembapan ini kemudian dikirimkan menuju *gateway* oleh LoRa SX1278.

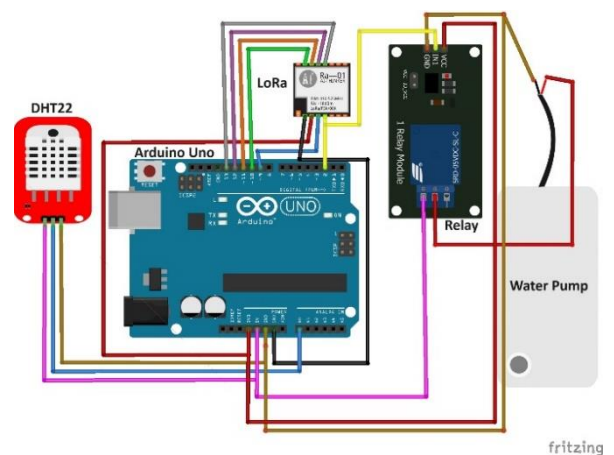
Alur kerja *gateway* dapat dilihat pada Gambar 5. *Gateway* akan menerima data sensor yang dikirimkan oleh node sensor melalui LoRa. Selanjutnya data ini diteruskan ke server Thingspeak menggunakan protokol MQTT. Pengguna dapat memantau kondisi suhu dan kelembapan di sekitar taoge dengan cara masuk ke halaman Thingspeak melalui komputer atau *smartphone*.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem



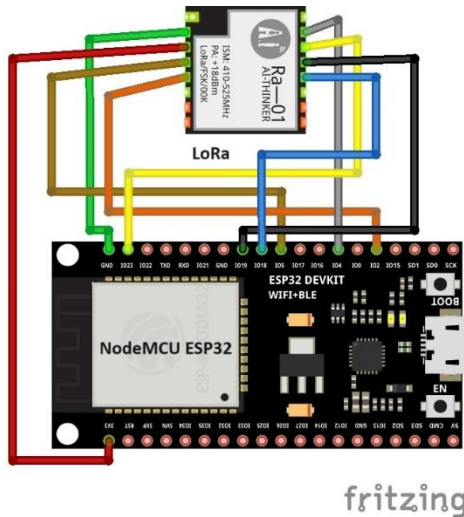
Gambar 2. Blok Diagram Node Sensor



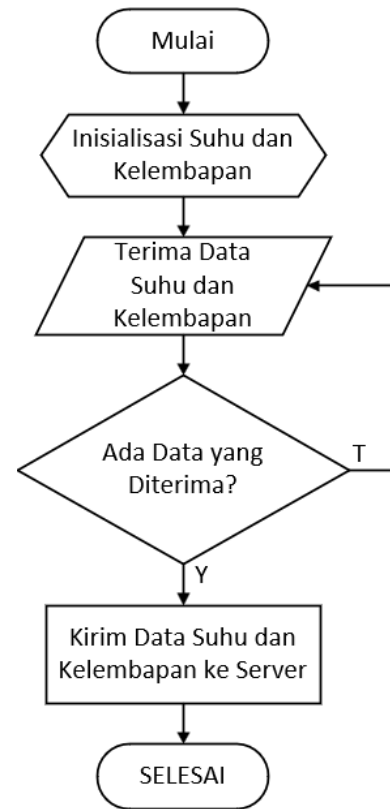
Gambar 3. Skema Rangkaian Node Sensor



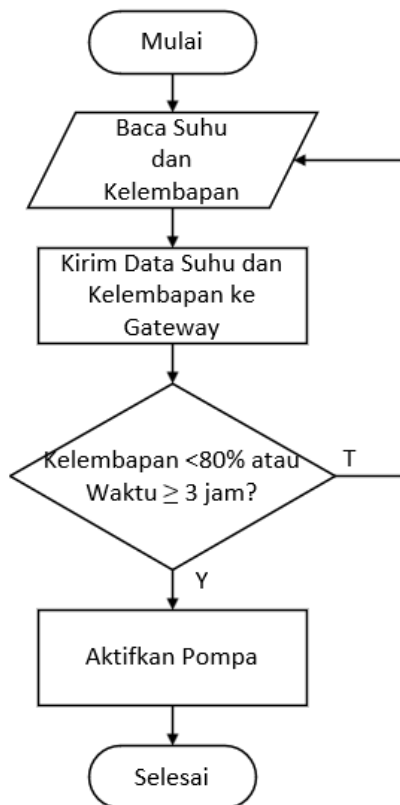
Gambar 5. Blok Diagram Gateway



Gambar 6. Skema Rangkaian Gateway



Gambar 7. Flowchart Gateway



Gambar 7. Flowchart Node Sensor

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil realisasi sistem budidaya taoge cerdas yang didesain pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8. Benih taoge ditempatkan di dalam sebuah wadah yang ditutup dan di dalamnya diletakkan sensor DHT22. Sensor ini kemudian terhubung ke perangkat node sensor yang ditutup dengan sebuah *box*.



Gambar 8. Hasil Realisasi Sistem

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kinerja sistemnya. Adapun yang diuji adalah:

1. Pembacaan suhu dan kelembapan oleh sensor DHT22.
2. Pengiriman data suhu dan kelembapan ke server Thingspeak.
3. Proses penyiraman otomatis oleh pompa air.
4. Jarak komunikasi antara node sensor dengan *gateway*

4.1. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor DHT22

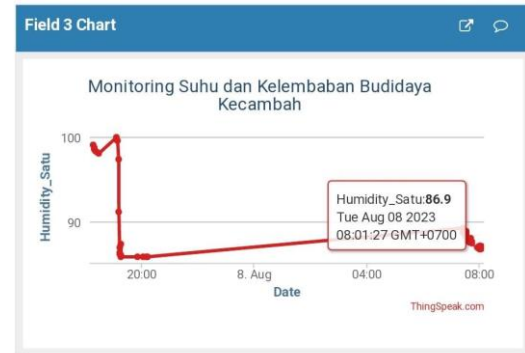
Pengujian pembacaan suhu dan kelembapan oleh sensor DHT22 dilakukan dengan cara menempatkan sensor pada tempat yang berbeda untuk mengetahui tingkat sensitivitas sensor ketika menerima perubahan suhu dan kelembapan udara. Pada pengujian ini sensor ditempatkan di tiga tempat, yaitu di dalam wadah produksi taoge, di dalam ruangan dan di luar ruangan. Hasil pengujian ini ditampilkan di Tabel 1. Berdasarkan data pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa sensor DHT22 yang digunakan dapat merespon perubahan suhu dan kelembapan udara di sekitarnya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor DHT22

Lokasi	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
Dalam wadah produksi	27,7	89,2
Dalam ruangan	28,5	86,9
Luar ruangan	29,9	92,8

4.2. Hasil Pengujian Pengiriman Data Sensor ke Server Thingspeak

Data dari node sensor dikirimkan ke *gateway* dan diteruskan ke server Thingspeak melalui konektivitas Wifi yang tersedia pada NodeMCU ESP32. Proses pengiriman data ke server menggunakan protokol MQTT. Berdasarkan hasil pengujian, selama *gateway* terhubung ke internet, data sensor dapat dikirimkan ke server Thingspeak dengan baik. Tampilan data sensor di halaman Thingspeak dapat dilihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Tampilan Data Sensor di Halaman Thingspeak

4.3. Hasil Pengujian Penyiraman Air Otomatis

Pada sistem yang diusulkan, pompa air akan melakukan penyiraman taoge secara otomatis apabila tingkat kelembapan udara < 80% atau saat waktu terakhir penyiraman sudah mencapai ≥ 3 jam. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa pompa air dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan batas kelembapan minimum yang ditetapkan. Pompa air juga dapat bekerja secara otomatis jika batas waktu penyiraman terakhir sudah mencapai ≥ 3 jam. Pengujian waktu penyiraman ini telah dilakukan dimulai dari pukul 05.11 WIB hingga pukul 17.11 WIB dengan rincian rentang waktu yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

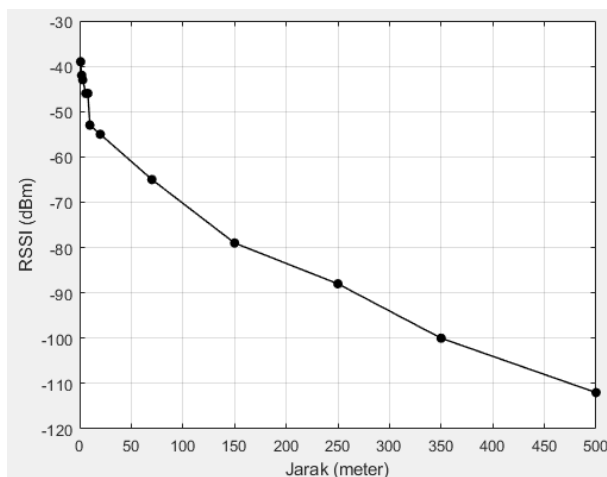
Tabel 2. Hasil Pengujian Waktu Penyiraman

Rentang Waktu	Keterangan
05:11:00 – 08:10:00	Pompa aktif pada pukul 08:10:00
08:11:00 – 11:10:00	Pompa aktif pada pukul 11:10:00
11:11:00 – 14:10:00	Pompa aktif pada pukul 14:10:00
14:11:00 – 17:11:00	Pompa aktif pada pukul 17:10:00

4.4. Hasil Pengujian Komunikasi Node Sensor dan Gateway

Data dari node sensor dikirimkan ke *gateway* menggunakan konektivitas LoRa. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak maksimum komunikasi antara node sensor dan *gateway* agar dapat dipastikan bahwa *gateway* selalu berada dalam jangkauan node sensor. Pengujian

dilakukan pada berbagai jarak antara node sensor sebagai *transmitter* dan *gateway* sebagai *receiver*. Pada tiap titik pengukuran akan diukur nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari sinyal yang diterima oleh *gateway*. Pada jarak 1 meter hingga 10 meter pengukuran dilakukan dengan posisi node sensor dan *gateway* berada di dalam ruangan dan terhalang oleh dinding. Sedangkan pada pengujian di jarak 20 meter hingga 1000 meter *gateway* sudah berada di luar ruangan. Pengukuran di luar ruangan dilakukan pada jalur yang sebagian terhalang oleh berbagai macam objek seperti pohon dan bangunan. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 10. Hasil Pengujian Jarak Komunikasi LoRa

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bagaimana penurunan RSSI yang diterima *gateway* dari perangkat node sensor seiring dengan pertambahan jarak di antara keduanya. Berdasarkan hasil pengujian ini, *gateway* dan node sensor dapat berkomunikasi hingga jarak 500 meter dengan RSSI sebesar -112 dBm. Pengujian juga dilakukan pada jarak 650 meter hingga 1000 meter, namun pada jarak tersebut *gateway* sudah tidak bisa mendeteksi sinyal. Kondisi ini disebabkan oleh jarak antara node sensor dan *gateway* yang sudah terlalu jauh sehingga sinyal yang sampai ke *gateway* sudah terlalu kecil dan sudah tidak dapat dideteksi lagi oleh LoRa pada *gateway*. Oleh karena itu penggunaan LoRa sebagai sarana komunikasi antara node

sensor dan *gateway* pada sistem budidaya taoge ini sangat efektif digunakan untuk budidaya taoge dengan jumlah wadah yang banyak, dimana seluruh wadah disebar di dalam ruangan yang luas dengan jarak komunikasi yang dapat mencapai 500 meter.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa sistem budidaya taoge cerdas yang diusulkan telah dapat bekerja dengan baik. Hal ini terlihat dari hasil pengujian node sensor yang dapat membaca dan merespon perubahan suhu dan kelembapan di sekitarnya dengan baik. Sistem penyiraman otomatis pada sistem ini juga dapat melakukan penyiraman tepat pada waktu yang telah ditentukan. Dari sisi komunikasi antar perangkat, data sensor dapat dikirimkan ke *gateway* hingga jarak 500 meter. *Gateway* juga mampu mengirimkan data sensor ke server Thingspeak sehingga kegiatan monitoring dapat dilakukan secara online baik melalui komputer maupun *smartphone*. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut pada sisi protokol komunikasinya agar proses pengiriman data dapat bekerja dengan lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Indrati and M. Gardjito, *Pendidikan Konsumsi Pangan: Aspek Pengolahan dan Keamanan*, 1st ed. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2013.
- [2] K. Arie Sandy, A. Aribowo, A. Satya Putra, and A. Rama Mitra, "Metode Budidaya Tauge Dalam Smart Green House dengan Sistem Penyiraman Otomatis," *Jurnal Fasilkom*, vol. 11, no. 1, pp. 7–15, 2021.
- [3] G. Lal and S. Shanmugasundaram, "Mungbean Sprout Production," 2001. [Online]. Available: [www:http://www.avrdc.org.tw](http://www.avrdc.org.tw)
- [4] M. Idkham, M. Dhafir, and Safrizal, "Peningkatan Omset Melalui Perbaikan Teknologi Produksi Petani Tauge (Vigna

- Radiata) Skala Home Industry Dengan Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Timer,” *Jurnal Pengabdian Pembangunan Pertanian dan Lingkungan*, vol. 1, no. 1, pp. 63–67, 2023, Accessed: Jul. 26, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.lkppl.org/index.php/jp31/article/view/14>
- [5] F. S. Atmojo, A. B. Firdaus, M. A. Harits, and Pramono, “Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembapan Pada Budidaya Jamur Berbasis IoT,” *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 2, no. 3, pp. 607–614, 2024.
- [6] M. Al Husaini, A. Zulianto, and D. A. Sasongko, “Otomatisasi Monitoring Metode Budidaya Sistem Hidroponik dengan Internet of Things (IoT) Berbasis Android MQTT dan Tenaga Surya,” *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, vol. 1, no. 8, pp. 785–800, 2021, [Online]. Available: <http://sostech.greenvest.co.id>
- [7] R. Doni and M. Rahman, “Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266,” 2020.
- [8] S. Firdaus, T. Rismawan, U. Ristian, J. Rekayasa, and S. Komputer, “Sistem Manajemen Pengairan Pada Budidaya Tanaman Anggur Berbasis Internet of Things (IoT),” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, pp. 907–916, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3%20s1.3389.
- [9] R. S. Ronaldo, R. S. Wahjudi, R. H. Subrata, and S. Sulaiman, “Perancangan Smart Greenhouse Sebagai Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT),” in *KOCENIN Serial Konferensi*, 2020.
- [10] A. pratama, S. Alim, S. Samsugi, and S. Alim, “Implementasi Sistem Monitoring Lingkungan Pada Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis IoT,” *Jurnal Informatika: Jurnal pengembangan IT (JPIT)*, vol. 9, no. 1, pp. 97–101, 2024.
- [11] A. M. Khafi, D. Erwanto, and Y. B. Utomo, “Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada Greenhouse Tanaman Sawi Berbasis IoT,” *Generation Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 37–46, 2019.
- [12] E. Y. D. Rilanggi, Misbahuddin, and M. S. Iqbal, “Sistem Berbasis LoRa Untuk Pemantauan Parameter pH dan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Stroberi,” in *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 2021, pp. 1–5.
- [13] D. Perdana, W. R. Panca Kusuma, and I. Alinursafa, “Developing of automatic fertilizer control system in soybean plant based on internet of things and LoRa networks,” *International Journal of Electronics and Telecommunications*, vol. 67, no. 4, pp. 549–558, 2021, doi: 10.24425/ijet.2021.137845.
- [14] A. Zuchriadi, F. Rahayu, S. Anggraeni, M. Alif Razi, M. Oktaviandri, and Irga, “Agricultural monitoring system using esp32 microcontroller with IOT-Based LORA transmission,” *Jurnal Mantik*, vol. 7, no. 2, pp. 625–633, 2023.
- [15] D. A. Ramadhan, “Prototipe Sistem Pemantauan dan Penyiraman Tanaman Taoge Berbasis Internet of Things Menggunakan Wemos dan Firebase,” Universitas Duta Bangsa Surakarta, Surakarta, 2023. [Abstract]. Accessed: Jul. 26, 2024. [Online]. Available: <https://eprints.udb.ac.id/id/eprint/2066/>