



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/>

| e- ISSN : 2460-5263 (Online) | p- ISSN : 2443-4167 (Print) |

Sistem Kontrol Dan Monitoring Intensitas Cahaya dan Suhu Tanaman Selada Pada *Greenhouse* BerBasis IoT

M. Suhairi¹ dan Halimah Tuzsakdiah²

¹ Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika dan Telekomunikasi, email: suhairi@pcr.ac.id

² Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika dan Telekomunikasi, email: halimahtuzsakdiah@alumni.pcr.ac.id

Abstrak

Secara umum sistem pertanian di Indonesia masih dibudidayakan dilahan terbuka. Namun, sistem pertanian sayuran yang dibudidayakan pada lahan terbuka masih menghadapi banyak masalah mulai dari ketersediaan lahan, tenaga, perubahan musim, hama penyakit, hingga gagal panen yang banyak dihadapi oleh petani. Sebenarnya permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi sehingga petani mendapatkan hasil panen yang maksimal. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah greenhouse yang memanfaatkan sensor DHT11 untuk membaca suhu dan sensor BH1750 untuk membaca intensitas cahaya berbasis NodeMCU ESP8266. Penerapan sistem berbasis IoT ini menghasilkan pertumbuhan tanaman dapat dikontrol secara otomatis sesuai kebutuhan dari tanaman agar mendapatkan hasil panen yang maksimal. Hasil pengujian sensor suhu DHT11 memiliki keakurasian 99.74%, dan untuk sensor BH1750 memiliki keakurasian 92.8%, dari hasil pengujian akurasi sensor pendeteksi nilai suhu dan pendeteksi nilai intensitas cahaya bekerja dengan baik. Dengan adanya sistem ini, informasi kondisi tanaman selada di greenhouse dapat dipantau melalui aplikasi blynk.

Kata kunci: Pertanian, greenhouse, NodeMCU ESP8266, blynk.

Abstract

In general, cultivated agricultural systems in Indonesia are still in open land. However, agricultural systems that are cultivated on open land still face many problems ranging from land availability, energy, seasonal changes, pests and diseases, to crop failures faced by farmers. Actually, farmers' problems can be overcome by utilizing technology so as to get maximum yields. In this research, a greenhouse will be designed that utilizes the DHT11 sensor to read the temperature and the BH1750 sensor to read the light intensity based on the NodeMCU ESP8266. The application of this IoT-based system results in plant growth that can be controlled automatically according to the needs of the plant in order to get maximum yields. The test results for the DHT11 temperature sensor have 99.74% accuracy, and the BH1750 sensor has 92.8% accuracy, from the results of testing the accuracy of the sensor detecting temperature values and detecting light intensity values work well. With this system, information on the condition of lettuce plants in the greenhouse can be monitored through the blynk application.

Keywords : Agriculture, greenhouse, NodeMCU ESP8266, blynk

1. Pendahuluan

Saat ini berbagai permasalahan muncul di sektor pertanian seperti keterbatasan lahan merupakan permasalahan yang paling utama, hal ini berbanding terbalik dengan meningkatnya jumlah penduduk yang cukup signifikan [1]. Penerapan sistem tanam menggunakan prinsip *greenhouse* salah satu langkah yang efektif untuk mendukung pertumbuhan pertanian yang dapat diterapkan di lahan yang ada di perkotaan, prinsip ini sangat ramah lingkungan sehingga bisa meminimalisir pemanasan global [2].

Prinsip *greenhouse* juga memiliki beberapa keuntungan seperti, tanaman lebih mudah terlindungi dari hama, penyakit dan kondisi lingkungan *greenhouse* lebih mudah dimonitor dan dikontrol agar dapat memperoleh hasil yang maksimal. Tanaman yang akan diamati pada *greenhouse* adalah tanaman selada. Tanaman ini banyak digemari masyarakat, mudah tumbuh, dan cepat panen. Syarat tumbuh ideal selada pada suhu 20-30°C, sedangkan suhu yang lebih tinggi dari 30°C dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan rasa pahit pada daun [3].

Sistem monitoring dan control sudah banyak dilakukan seperti pada penelitian [4],[5],[6] dan [7]. Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dirancang sebuah teknologi “Sistem Kontrol dan Monitoring Intensitas Cahaya dan Suhu Berbasis IoT” dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan sensor DHT11 sebagai sensor yang akan membaca suhu yang terdapat di dalam *greenhouse* serta sensor BH1750 sensor yang akan membaca intensitas cahaya yang masuk ke dalam *greenhouse*. Dimana output dari nilai intensitas cahaya dan suhu yang diperoleh akan digunakan untuk mengaktifkan *exhaust fan* dan juga lampu, sehingga suhu dan intensitas cahaya di dalam *greenhouse* dapat terjaga dengan baik. Dimana lampu dapat menggantikan intensitas cahaya untuk pertumbuhan selada. Jenis lampu yang berpengaruh terhadap pertumbuhan selada adalah lampu Neon dengan jarak lampu ke tanaman sejauh ± 70 cm [8].

Dari hasil penelitian ini data dapat dikontrol dan dimonitoring dari jarak jauh menggunakan aplikasi blynk melalui *smartphone*, aplikasi blynk juga akan mengirimkan notifikasi apabila nilai suhu dan intensitas cahaya keadaan didalam *greenhouse* tidak sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman selada. Sistem ini diharapkan dapat memberikan data kondisi *greenhouse* dan tanaman dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat memperoleh kondisi yang diinginkan untuk *greenhouse* tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan merealisasikan sistem yang memiliki kemampuan untuk mengontrol serta memonitoring kondisi suhu dan intensitas cahaya yang terjadi pada *greenhouse* dan dipantau melalui aplikasi *blynk* menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 serta sensor BH1750 dan DHT11.

2. Penelitian Terkait

Permasalahan yang dihadapi pada bidang pertanian memang sangat banyak, mulai dari ketersediaan lahan, tenaga, perubahan musim, hama penyakit, hingga gagal panen. Adanya perkembangan teknologi modern diharapkan bisa membantu mengatasi beberapa masalah yang terjadi. Pada penelitian ini akan memadukan teknologi mikrokontroler dalam bidang pertanian [9].

Suatu sistem dengan kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara dapat memanipulasi kondisi udara dalam ruangan *greenhouse* serta mampu menjaga suhu ruangan dalam rentang 25°C sampai 27°C dan mempertahankan kelembaban udara antara 50% sampai 70% [10].

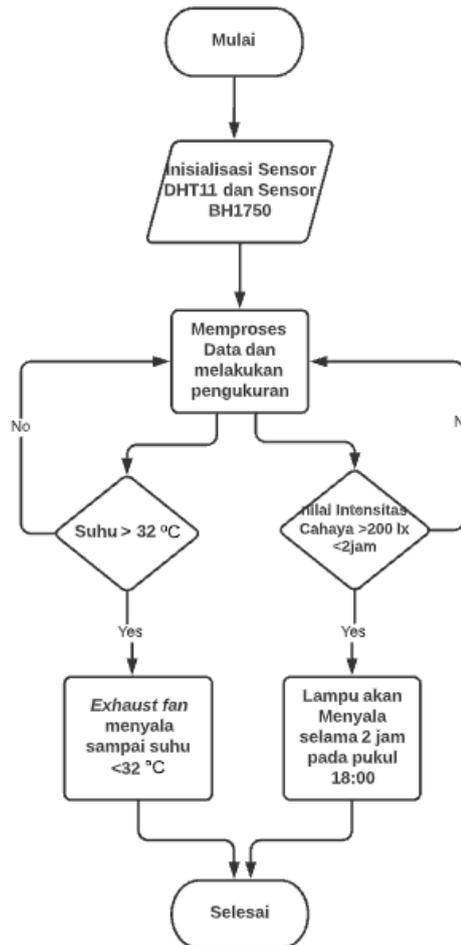
Sebuah *greenhouse* yang dilengkapi dengan parameter ukur seperti suhu udara dan pH dengan menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan jaringan internet dapat mengirim informasi hasil pada sebuah *smartphone* yang sudah dilengkapi dengan aplikasi *Blynk* menggunakan mikrokontroler Arduino IDE dan modul wifi ESP8266- 12F [2].

Pada penelitian ini dapat memberikan perbandingan antara tanaman yang didalam dan diluar *greenhouse*. Metode yang digunakan pada sistem ini menggunakan Arduino Mega sebagai mikrokontroler dan sensor kelembaban suhu (DHT11). Sistem ini dapat memonitor parameter yang terkait dengan pertumbuhan tanaman, serta lebih sederhana agar dapat dipahami oleh petani

lokal. Untuk mencapai tujuan tersebut, telah didesain suatu sistem monitoring berbasis Arduino [1].

3. Metodologi Penelitian

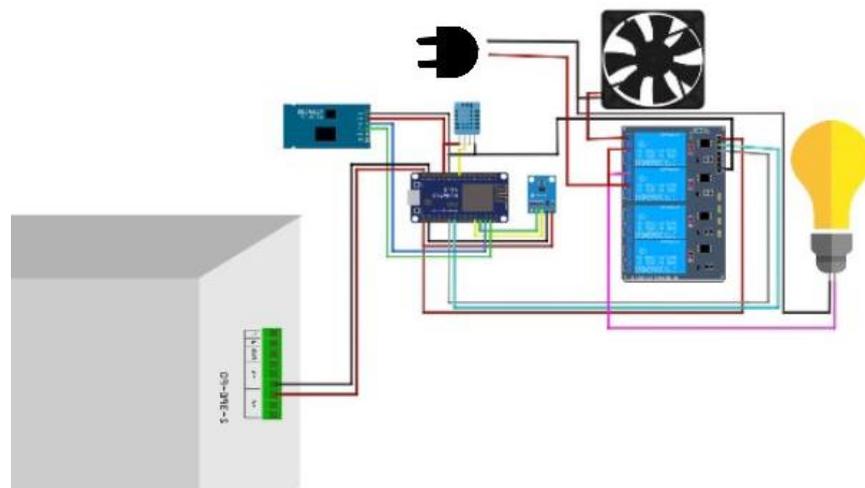
Berdasarkan Gambar 1 *flowchart* ini akan mendeskripsikan cara kerja dari sistem kontrol dan monitoring intensitas cahaya dan suhu pada *greenhouse* berbasis IoT. Dengan menggunakan sensor DHT11 dan juga BH1750 yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan akan dikontrol melalui *smartphone* menggunakan aplikasi *blynk*.



Gambar 1. Flowchart Cara Kerja Sistem.

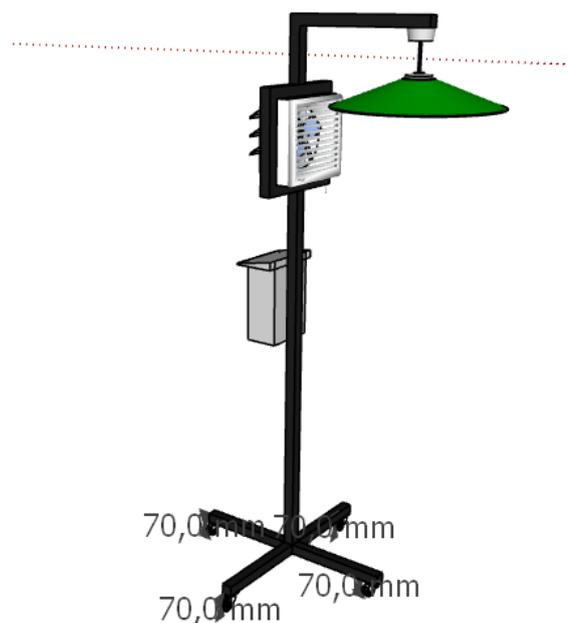
Sistem kerja dari alat ini menggunakan sensor DHT11 dan BH1750 dengan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler. Node MCU ESP8266 adalah gabungan dari Arduino dan modul wifi. Pengujian ini akan dimulai dari inisialisasi sensor DHT11 dan sensor BH1750 yang nantinya akan diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk pengolahan data dan pengiriman data. Nilai suhu dan intensitas cahaya yang diperoleh dapat dikontrol dan dimonitoring dengan *smartphone* melalui aplikasi *blynk* dan *blynk* akan mengirimkan notifikasi apabila suhu dan intensitas cahaya tidak sesuai dengan kondisi pertumbuhan selada sehingga memudahkan petani memantau kondisi *greenhouse* dari jarak jauh. *Blynk* akan menampilkan berapa besar nilai suhu dan intensitas cahaya yang ada didalam *greenhouse*, apabila suhu didalam *greenhouse* lebih dari 32°C maka *exhaust fan* akan menyala sampai suhu didalam *greenhouse* kecil dari 32°C, begitupun dengan nilai intensitas cahaya apabila nilai intensitas cahaya >200 lx tetapi kurang

dari 2 jam/hari maka lampu pada *greenhouse* akan menyala pada pukul 18:00 dan lampu akan mati pada pukul 20:00, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sensor

Perancangan mekanik dari penelitian ini menggunakan besi hollow berukuran 4cm×4cm sebagai kerangka, dimana alat ini akan diletakkan beberapa komponen seperti lampu, *exhaust fan*, solar panel sebagai box untuk peletakan rangkaiannya. Pada bagian bawah juga terdapat roda agar bisa dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain, yang terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Mekanik

Adapun jumlah tanaman selada yang dijadikan dalam penelitian ini sebanyak 7 rak tanaman selada hidroponik yang disusun secara berbanjar. Sensor yang digunakan pada sistem kontrol dan monitoring intensitas cahaya dan suhu tanaman selada berbasis IoT ada 2 yaitu, sensor DHT11 yang berfungsi sebagai pendeteksi nilai suhu ruangan *greenhouse* dan sensor BH1750 sebagai pendeteksi nilai intensitas cahaya yang ada didalam *greenhouse*. Sensor-sensor ini diletakkan pada bagian tengah lahan selada, dimana bahwasanya pada bagian ini mewakili suhu

yang ada didalam *greenhouse* tersebut, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi sensor DHT11 dan sensor BH1750

4. Hasil Pengujian Dan Analisa

4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Sensor DHT11 ini mampu membaca suhu dengan rentang nilai sebesar 0 °C – 50 °C dengan tingkat presisi $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Pada pengujian yang dilakukan, nilai suhu yang didapatkan diatas 30 °C, karena suhu didaerah tempat pengujian cukup tinggi dan cahaya panas yang terperangkap di dalam *greenhouse* juga menjadi penyebab tingginya nilai suhu. Sehingga apabila suhu $>32^{\circ}\text{C}$ maka *exhaust fan* akan menyala.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Rata-rata nilai Suhu selama 2 minggu

No	Waktu (WIB)	Sensor DHT11 (°C)	Soil survey instrument (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1.	06:00	24.45	24.43	0.11	99.89
2.	07:00	25.54	25.50	0.16	99.84
3.	08:00	27.49	27.50	0.02	99.98
4.	09:00	28.65	28.50	0.52	99.48
5.	10:00	29.15	29.07	0.29	99.71
6.	11:00	29.96	30.07	0.35	99.65
7.	12:00	30.58	30.64	0.18	99.82
8.	13:00	31.37	31.42	0.18	99.82
9.	14:00	31.68	31.71	0.09	99.91
10.	15:00	31.25	31.07	0.59	99.41
11.	16:00	30.49	30.35	0.44	99.56
12.	17:00	29.87	29.92	0.16	99.84
13.	18:00	29.30	29.21	0.29	99.71

Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran suhu mulai dari pukul 06:00 – 18:00 WIB, dimana hasil pengukuran yang diperoleh dari sensor DHT11 yang tidak jauh berbeda dengan hasil

pengukuran parameter pembanding dengan menggunakan *soil survey instrument*. Jarak suhu yang terukur berkisar antara 24-33 oC. Nilai yang ditampilkan pada grafik merupakan nilai suhu didalam *greenhouse*. Pada grafik terlihat perubahan suhu mengalami peningkatan mulai pukul 06:00 hingga pukul 14:00 WIB. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa suhu didalam *greenhouse* akan semakin tinggi karena suhu panas yang terperangkap didalam *greenhouse* tersebut. Hal ini disebabkan karena cuaca cerah. Dan setelah pukul 14:00 suhu udara didalam *greenhouse* mulai turun. Suhu juga berpengaruh untuk tumbuh kembang tanaman yang ada di *greenhouse* seperti fotosintesis, respirasi, transpirasi, penyerbukan, pembuahan. Hasil persentase *error* menunjukkan nilai yang cukup rendah, nilai persentase *error* tertinggi yang didapatkan saat pengujian suhu pada pukul 15:00 dengan nilai *error* sebesar 0.59% Sedangkan untuk nilai keakurasian tertinggi yang didapatkan dari hasil pengukuran adalah sebesar 99,98% pada pukul 08:00 WIB. Keakurasian rata-rata dari sensor DHT11 yang digunakan sebesar 99,74%. Hal ini membuktikan bahwa keakurasian dari alat tersebut berjalan dengan baik sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

4.2 Pengujian Sensor Intensitas Cahaya.

Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Untuk pengujian kali ini sensor intensitas cahaya juga diletakkan pada bagian tengah lahan selada, kemudian akan dibandingkan dengan alat lux meter yang sudah dikalibrasi sesuai dengan standar yang berlaku.

Tabel 2 Hasil Pengukuran rata-rata nilai intensitas cahaya selama 2 minggu

No	Waktu (WIB)	Sensor BH1750 (lx)	Lux meter (lx)	Error (%)	Akurasi (%)
1.	06:00	905	970	6.70	93.3
2.	07:00	2050	2250	8.88	91.12
3.	08:00	3300	3151	4.72	95.28
4.	09:00	3949	4396	10.16	89.84
5.	10:00	5411	5830	7.18	92.82
6.	11:00	9034	10715	15.68	84.32
7.	12:00	6377	6746	5.46	94.54
8.	13:00	6945	7608	8.71	91.29
9.	14:00	4466	4896	8.78	91.22
10.	15:00	3081	3658	15.77	84.23
11.	16:00	975	971	0.41	99.59
12.	17:00	60	59	1.69	98.31
13.	18:00	0.07	0.07	0	100

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai hasil pengukuran intensitas cahaya yang dilakukan menggunakan sensor BH1750 dengan parameter pembanding lux meter diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda. bahwa nilai intensitas cahaya yang diperoleh mulai dari jam 06.00 sampai dengan pukul 11.00 mengalami kenaikan hal ini disebabkan karena sinar matahari yang cerah dan posisi matahari yang sudah naik, pada saat pukul 11:00 diperoleh nilai intensitas cahaya paling tinggi dengan nilai 10.715 lx, dan pada pukul 12:00 nilai intensitas cahaya turun menjadi 6.746, pada pukul 13:00 nilai intensitas cahaya kembali naik. Dan akan kembali menurun pada pukul 14:00 hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi cahaya matahari yang sudah mulai

turun, begitupun dengan nilai intensitas cahaya yang dihasilkan juga akan berkurang. nilai error yang diperoleh dari pengukuran sensor BH1750 dengan pembanding lux meter cukup variatif. Persentase *Error* yang tertinggi didapatkan pada pukul 11:00 dengan nilai 15,68%. Hal tersebut terjadi karena pada proses pengujian, sensor BH1750 dan lux meter tidak mendapatkan sumber cahaya pada posisi yang sama seperti, salah satu alat pengujian terhalang bayangan dari daun selada. Sedangkan untuk nilai dari keakurasian sensor BH1750 ini, akurasi tertinggi didapatkan pada pukul 18:00 dengan nilai akurasi 100%. Akurasi rata-rata sensor BH1750 untuk pengujian nilai intensitas cahaya sebesar 92,8%. Nilai ini menyatakan bahwa sensor BH1750 bekerjadengan baik karena memiliki akurasi yang tinggi.

4.3 Analisa Hasil Pengujian

Sensor sensor yang digunakan yaitu 1 buah sensor DHT11 sebagai sensor pengukur nilai suhu dan 1 buah sensor BH1750 sebagai sensor untuk mengukur nilai intensitas cahaya pada tanaman selada, dimana sensor sensor ini terhubung dengan mikrokontroler ESP8266 kemudian diteruskan dengan komunikasi wifi ke server *blynk*, dari aplikasi *blynk* petani dapat melihat bagaimana kondisi tanaman selada pada *greenhouse*. Untuk dapat berjalan dengan baik, ESP8266 harus mendapat sumber listrik serta *smartphone* pengguna dan NodeMCU ESP8266 harus terhubung dengan internet.

Pengujian yang sudah dilakukan terhadap pembacaan sensor-sensor menunjukkan hasil yang sesuai dengan kondisi yang diinginkan dan kondisi ideal untuk tanaman selada, yang mana suhu yang ideal untuk tanaman selada berkisar antara 20 °C hingga 30°C, sedangkan untuk nilai intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman selada berlangsung antara 2-8 jam/hari. Pada pengujian yang dilakukan nilai suhu yang didapatkan diatas 30 °C, karena suhu didaerah tempat pengujian cukup tinggi dan cahaya panas yang terperangkap di dalam *greenhouse* juga menjadi penyebab tingginya nilai suhu. Alat ini akan mengirim notifikasi apabila nilai suhu dan intensitas cahaya yang terukur pada *greenhouse* tidak sesuai untuk tanaman selada, notifikasi akan dikirim pada aplikasi *blynk* dan juga email, jika suhu udara didalam *greenhouse* >32 °C maka kipas akan menyala, untuk nilai intensitas cahaya akan dihitung mulai dari jam 06:00 hingga 18:00 apabila nilai intensitas cahaya <2jam/hari maka lampu akan menyala selama 2 jam. Pengujian yang sudah dilakukan terhadap pembacaan sensor-sensor juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan penelitian sehingga sensor yang digunakan dapat membaca parameternya masing-masing dengan persentase *error* rata-rata untuk sensor DHT11 dibawah 1%, sedangkan persentase *error* untuk sensor BH1750 yang tertinggi sebesar 15,77%. Adanya nilai yang bervariasi saat pengukuran disebabkan oleh perbedaan penempatan dari sensor dan parameter pembanding nya tersebut, titik penempatan sensor dapat mempengaruhi perbedaan pembacaan nilai pengukuran suhu dan nilai pengukuran intensitas cahaya. Persentase *error* didapatkan dari pembanding pengukuran menggunakan sensor dengan pengukuran alat pembanding yang telah terkalibrasi.

5. Kesimpulan

Pengujian yang sudah dilakukan terhadap pembacaan sensor- sensor menunjukkan hasil yang sesuai dengan kondisi yang diinginkan dan kondisi ideal untuk tanaman selada, yang mana suhu yang ideal untuk tanaman selada berkisar antara 20°C hingga 30°C, sedangkan untuk nilai intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman selada berlangsung antara 2- 8 jam/hari. Pada pengujian yang dilakukan nilai suhu yang didapatkan diatas 30°C, karena suhu didaerah tempat pengujian cukup tinggi dan cahaya panas yang terperangkap di dalam *greenhouse* juga menjadi penyebab tingginya nilai suhu. Alat ini akan mengirim notifikasi apabila nilai suhu dan intensitas cahaya yang terukur pada *greenhouse* tidak sesuai untuk tanaman selada, notifikasi akan dikirim pada aplikasi *blynk*, jika suhu udara didalam *greenhouse* >32°C maka kipas akan menyala, untuk nilai intensitas cahaya akan dihitung mulai dari jam 06:00 hingga 18:00 apabila nilai intensitas cahaya <2jam/hari maka lampu akan menyala selama 2 jam. Pengujian yang sudah dilakukan terhadap pembacaan sensor-sensor juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan

penelitian sehingga sensor yang digunakan dapat membaca parameternya masing-masing dengan persentase error rata-rata untuk sensor DHT11 dibawah 1%, sedangkan persentase error untuk sensor BH1750 yang tertinggi sebesar 15,77%. Adanya nilai yang bervariasi saat pengukuran disebabkan oleh perbedaan penempatan dari sensor dan parameter pembanding nya tersebut, titik penempatan sensor dapat mempengaruhi perbedaan pembacaan nilai pengukuran suhu dan nilai pengukuran intensitas cahaya. Sistem yang dirancang dapat mendeteksi suhu melalui pembacaan sensor suhu oleh sensor DHT11 dengan keakurasian sebesar 99,74%, dan dapat membaca nilai intensitas cahaya dengan menggunakan sensor BH1750 dengan keakurasian 92,8% sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor pendeteksi nilai suhu dan pendeteksi nilai intensitas cahaya bekerja dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Fredy Naa S.Si M.Si. M.Sc, C., & Halim ST. MT, L. (2016). Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Kaca. *Universitas Katolik Parahyangan*, 12.
- [2] Gunawan, R., Andhika, T., . S., & Hibatulloh, F. (2019). Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(1), 66–78. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1640>
- [3] Pertanian, J. T., Pertanian, F. T., & Mada, U. G. (2014). Rancangbangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro di dalam *Greenhouse* untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa var.parachinensis L.*). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 34(2), 213–222.
- [4] Tri Wahyuni, Retno., Rahman Haritsah, Abdur., Subagiyo, Heri., Rahmanto, Edi., (2021). Rancang Bangun Sensor Node untuk Monitoring Parameter Cuaca dan PM2.5 Menggunakan Arduino WiFi. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan (ELEMENTER)*, 7-17.
- [5] Widiyari, Cyntia., Pratama, Ryan., Styorini, Wiwin., (2021). Sistem Kontrol dan Monitoring Budidaya Sarang Burung Walet Berbasis Android. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan (ELEMENTER)*, 32-41.
- [6] Subagiyo, Heri., Welliya, Randa., Tri Wahyuni, Retno., Akbar, Memen., (2021). Peningkatan Akurasi Pengukuran Kadar Gas CO pada Node Sensor Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Kompensasi Kesalahan. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan (ELEMENTER)*. 81-88
- [7] S, Abdullah., Zainul Haq, Moh., (2021). Sistem Monitoring Penentuan Pergerakan Posisi Panel Surya Terintegrasi Internet Of Things. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan (ELEMENTER)*. 102-108
- [8] Restiani, A. R., Ttriyono, S., Tusi, A., & Zahab, R. (2015). Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) Pada Sistem Hidroponik Indoor. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(3), 219–226.
- [9] Musthafa, A., Utama, S. N., & Harmini, T. (2018). Sistem Kontrol Suhu Ruangan dan Penyiraman Tanaman Bawang Merah pada *Greenhouse* dengan Smartphone. *Multitek Indonesia*, 12(2), 95.
- [10] Friadi, R., & Junadhi, J. (2019). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada *Greenhouse* Berbasis Raspberry PI. *Journal of Technopreneurship and Information System (JTIS)*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.36085/jtis.v2i1.217>.