

Aplikasi Sensor Cahaya (BH1750) pada Tanaman Anggrek menggunakan ESP 32 Berbasis IoT

Light Sensor Application (BH1750) on Orchid Plants Using IoT Based ESP32

Diana Mauli Rahma, Putri Nur Hidayah, Alya Putri Yoanda, Jutira Ayu, Regitia Margareta, Khairul Shaleh, Assaidah, Fitri Suryani Arsyad*

Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang-Prabumulih KM. 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Email*: fitri_suryani@unsri.ac.id

Abstrak - Perkembangan teknologi di era modernisasi yang pesat telah mendorong terciptanya berbagai inovasi baru yang mempermudah pekerjaan manusia dan meningkatkan efisiensi waktu. Salah satu teknologi tersebut adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan interaksi otomatis antar perangkat melalui jaringan internet. Pada bidang pertanian, khususnya budidaya anggrek, tingkat produksi tanaman hias ini mengalami penurunan signifikan akibat kurang optimalnya teknik pengolahan tanaman. Cahaya matahari berperan penting dalam proses fotosintesis tanaman anggrek untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan bunga secara optimal. Intensitas cahaya yang berlebihan atau kurang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian intensitas cahaya berbasis Internet of Things (IoT) pada smart garden tanaman anggrek. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor cahaya BH1750 untuk memantau intensitas cahaya matahari secara real-time. Berdasarkan pengujian, alat menunjukkan performa sangat baik dengan akurasi 99,11%, presisi 99,26%, dan tingkat kesalahan hanya 0,15%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengontrol intensitas cahaya secara akurat dan stabil. Dengan sistem ini, petani dapat menjaga kondisi optimal untuk fotosintesis tanaman anggrek, mendukung pertumbuhan yang maksimal, dan meningkatkan kualitas serta produktivitas tanaman hias secara keseluruhan.

Kata kunci: Anggrek, Blynk, Cahaya Matahari, ESP32, IoT, Sensor BH1750

Abstract - The development of technology in the era of rapid modernization has led to the creation of various new innovations that facilitate human work and increase time efficiency. One such technology is the Internet of Things (IoT), which allows automatic interaction between devices via the internet network. In agriculture, especially orchid cultivation, the production level of this ornamental plant has decreased significantly due to less than optimal plant processing techniques. Sunlight plays an important role in the photosynthesis process of orchid plants to support optimal growth and flower formation. Excessive or insufficient light intensity can inhibit plant growth. Based on these problems, this research develops an Internet of Things (IoT)-based light intensity monitoring and control system for orchid smart garden. The system uses ESP32 microcontroller and BH1750 light sensor to monitor the sunlight intensity in real-time. Based on testing, the device shows excellent performance with 99.11% accuracy, 99.26% precision, and an error rate of only 0.15%. These results show that the system is able to detect and control light intensity accurately and stably. With this system, farmers can maintain optimal conditions for photosynthesis of orchid plants, support maximum growth, and improve the overall quality and productivity of ornamental plants.

Keywords: Blynk, Sunlight, ESP32, IoT, BH1750 Sensor

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era modern terus mendorong berbagai inovasi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas kehidupan, termasuk dalam

sektor pertanian. Salah satu penerapan teknologi yang relevan adalah pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung budidaya tanaman hias, seperti anggrek. Tanaman

anggrek, yang termasuk dalam keluarga *Orchidaceae*, memiliki nilai estetika tinggi karena keindahan dan keberagaman warna bunganya, sehingga diminati oleh banyak kalangan. Salah satu jenis anggrek, yaitu *Cymbidium*, membutuhkan intensitas cahaya matahari sebesar 3500 hingga 4000 lux untuk mendukung proses fotosintesis yang optimal [1]. Kekurangan intensitas cahaya dapat menghambat proses fotosintesis, yang berdampak pada pertumbuhan tanaman dan pembentukan bunga. Sebaliknya, paparan intensitas cahaya yang berlebihan dapat menyebabkan daun tanaman layu, yang mengganggu keseimbangan fisiologis tanaman [2]. Oleh karena itu, pengelolaan intensitas cahaya yang tepat menjadi faktor kunci dalam mendukung pertumbuhan optimal anggrek. Walaupun produksi anggrek tercatat mencapai 24,72 juta tangkai pada tahun 2018, data menunjukkan penurunan yang konsisten dari tahun 2019 hingga 2022 [3]. Salah satu penyebab utama penurunan tersebut adalah kurangnya penerapan teknik pengelolaan yang efektif, khususnya dalam hal pengendalian intensitas cahaya. Hal ini menunjukkan perlunya sistem monitoring dan pengendalian otomatis yang dapat menjaga intensitas cahaya sesuai kebutuhan spesifik tanaman.

Penelitian terdahulu mengenai prototipe monitor dan kontrol otomatis iklim mikro pada greenhouse dilakukan oleh Dhoni Setyanto dan Nur Sultan Salahuddin pada tahun 2021. Penelitian tersebut menggunakan Arduino Mega 2560 WiFi, sensor BH1750, serta platform IoT Blynk untuk sistem monitoring. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor BH1750 memiliki tingkat kesalahan (error) sebesar 3,49% dalam pengukuran intensitas cahaya. Namun, penelitian ini tidak dilengkapi dengan sistem pengendalian otomatis untuk intensitas cahaya, sehingga hanya berfungsi sebagai perangkat monitoring. Ketiadaan sistem kendali ini menjadi salah satu kekurangan yang dapat memengaruhi efektivitas pengelolaan iklim mikro pada greenhouse [4].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Anri Kurniawan, Slamet Sulitiadi, dan Andika Ristiono pada tahun 2021, yang berfokus pada monitoring iklim mikro secara *real-time* menggunakan Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor BH1750, dan platform ThingSpeak untuk pemantauan data. Tingkat kesalahan sensor BH1750 dalam penelitian ini lebih rendah, yakni sebesar 2,20%, dibandingkan penelitian sebelumnya. Selain itu, sistem pengendalian

intensitas cahaya dilakukan dengan memanfaatkan plastik UV untuk mengatur intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman. Namun, sistem pengendalian yang digunakan bersifat pasif dan kurang *fleksibel* dalam menyesuaikan perubahan intensitas cahaya secara dinamis [5].

Penelitian mengenai monitoring kelembapan, suhu, dan intensitas cahaya pada tanaman anggrek telah dilakukan pada tahun 2018 oleh Reza Akhmad Najikh, Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, dan Wijaya Kurniawan. Penelitian ini memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 dan Arduino Nano sebagai perangkat utama dalam sistem monitoring. Untuk pengukuran intensitas cahaya, digunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), yang memiliki sensitivitas terhadap perubahan intensitas cahaya. Sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dalam penelitian ini dikembangkan menggunakan platform ThingsBoard, memungkinkan pengawasan parameter lingkungan secara *real-time* [6].

Penelitian ini memberikan inovasi baru mengembangkan sistem *smart garden* berbasis IoT yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor BH1750, dan motor servo. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan intensitas cahaya secara *real-time* dengan memanfaatkan platform Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengoperasikan sistem kapan saja dan di mana saja melalui koneksi internet [7]. Blynk tidak hanya berperan sebagai “cloud IOT” tetapi merupakan suatu solusi dalam menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi produk [8]. Modul sensor cahaya BH1750 memiliki keluaran sinyal digital. Hasil keluaran pengukuran sensor BH1750 berupa lux (lx) dan tidak perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas cahaya [9]. Rentang pengukuran yang dapat dilakukan oleh sensor ini yaitu dapat menghitung intensitas cahaya 1 hingga 65535 lux. Objek pengukuran dapat berupa sinar matahari, lampu pijar, lampu neon dan LED. Selain itu, efek dari sinar inframerah yang ditimbulkan sangat kecil sehingga aman digunakan [10]. Data yang dihasilkan dari sensor BH1750 diolah dan dikirimkan ke platform Blynk untuk memberikan informasi mengenai intensitas cahaya yang diterima tanaman, sehingga pengendalian dapat dilakukan secara otomatis sesuai kebutuhan.

Jika dibandingkan dengan ESP 8266, mikrokontroler ESP32 ini memiliki versi *clock* yang berbeda dari versi sebelumnya yaitu terdapat hingga 240MHz, terintegrasi kuat dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n serta memiliki bluetooth versi 4.2.

Jumlah pin GPIO juga terdapat pembaruan yang sebelumnya hanya 17 kini menjadi 36. ESP32 memiliki daya dan kinerja frekuensi radio yang baik [11]. Serta terintegrasi kuat dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n serta memiliki bluetooth versi 4.2. Perangkat ESP 32 ini dapat dikembangkan oleh beberapa sistem operasi diantaranya windows, linux, MacOS dan berbagai perangkat lainnya [12]. Dengan adanya sistem ini, diharapkan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pertanian berbasis IoT dapat meningkat, sekaligus mendukung keberlanjutan produksi tanaman hias, khususnya anggrek.

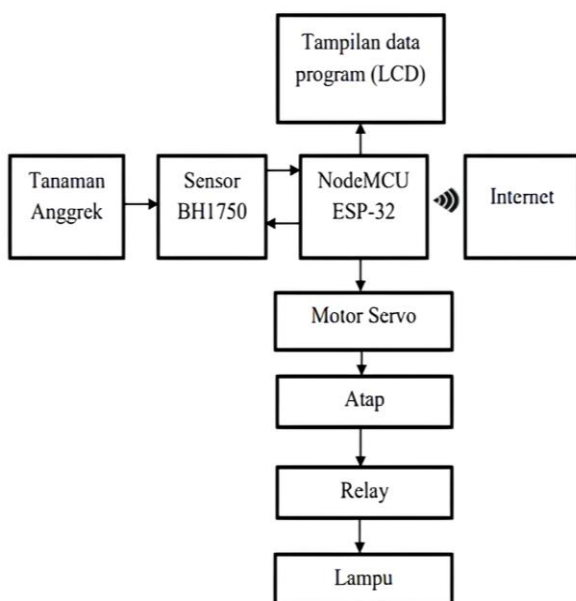
II. METODOLOGI

A. Perancangan Alat Otomasi Intensitas Cahaya

Sistem otomasi intensitas cahaya berfungsi untuk *memonitoring* dan mengontrol intensitas cahaya. Sensor BH1750 yang digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya, ESP32 sebagai pusat mikrokontroler untuk mengirimkan data intensitas cahaya, LCD sebagai penampil data, serta aplikasi *Blynk* sebagai *platform* yang digunakan untuk *memonitoring* sistem dari jarak jauh. Pada penelitian ini terdapat 2 bagian rancangan alat yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak:

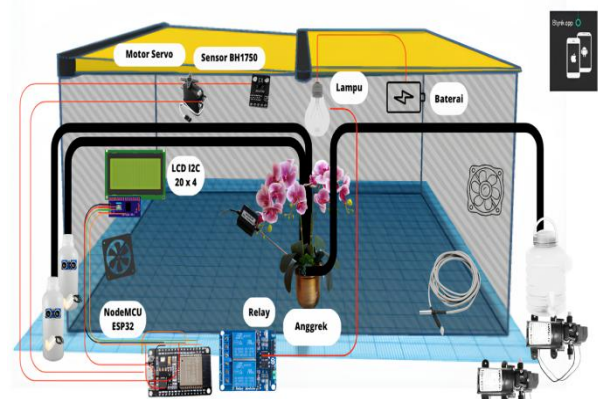
1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras bertujuan untuk merealisasikan sistem otomasi intensitas cahaya dalam bentuk fisik agar dapat bekerja dengan optimal. Rancangan perangkat keras yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram blok perancangan perangkat keras

Pengukuran intensitas cahaya pada tanaman anggrek dilakukan menggunakan sensor BH1750, dengan data yang ditransmisikan secara nirkabel melalui modul NodeMCU ESP32. Data hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada layar LCD untuk mempermudah proses *monitoring* secara *real-time*. Sistem ini dirancang agar motor servo, atap otomatis, *relay*, dan lampu dapat berfungsi secara terintegrasi. Motor servo digunakan untuk menggerakkan atap guna mengatur intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman. Apabila atap dalam posisi tertutup, sistem akan mengaktifkan *relay* sebagai saklar otomatis untuk menyalakan lampu tambahan, memastikan pencahayaan tetap tersedia. Dengan integrasi ini, sistem dapat mengontrol intensitas cahaya secara adaptif, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman anggrek secara optimal sesuai dengan kebutuhan fotosintesis. Desain alat pengukuran dan *monitoring* intensitas cahaya pada anggrek dapat dilihat pada **Gambar 2**.

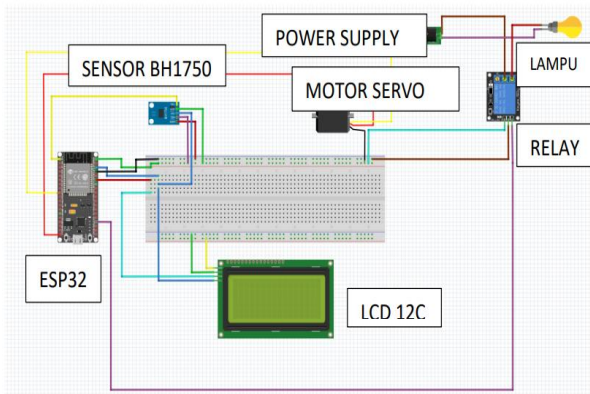


Gambar 2. Desain alat sistem otomasi intensitas cahaya

Rangkaian mikrokontroler berfungsi untuk mengetahui keterkaitan hubungan antar komponen agar dapat terhubung membentuk konfigurasi elektronik pada sistem otomasi intensitas cahaya. Berikut adalah skematik rangkaian mikrokontroler pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3**.

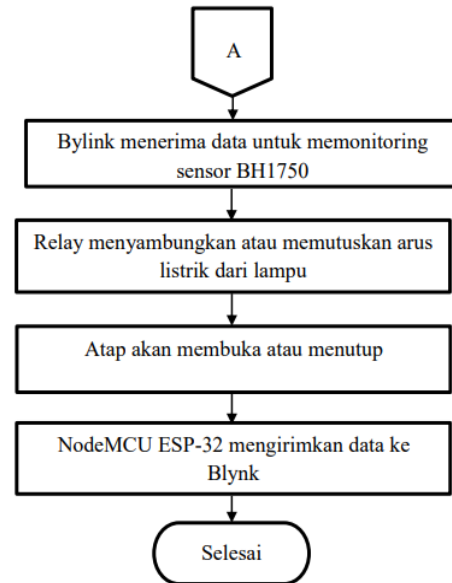
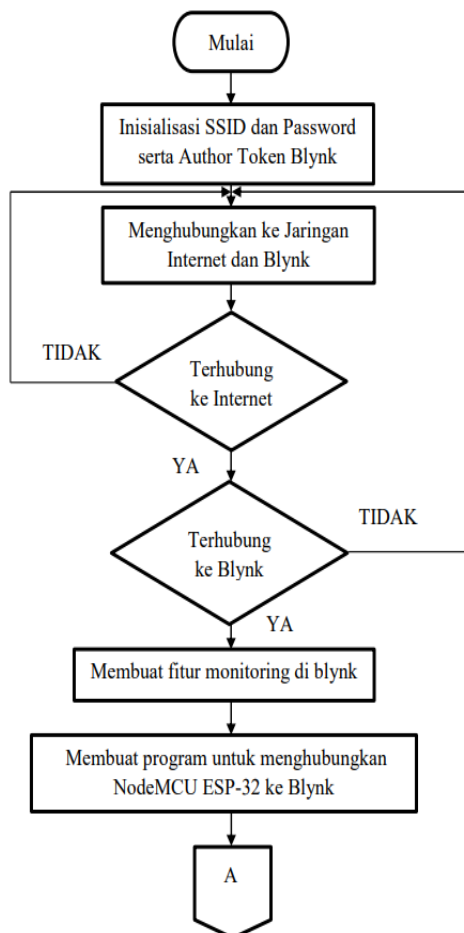
2. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) memiliki keterkaitan antar komponen sehingga akan membentuk sistem otomasi yang dapat bekerja secara optimal. Perangkat keras tidak bisa berjalan dengan baik tanpa adanya perangkat lunak. Oleh karena itu, dirancanglah perangkat lunak untuk mengoperasikan sistem otomasi intensitas cahaya ini pada ESP32 menggunakan *software* arduino IDE. Setelah itu, data akan dikirimkan dari android ke *blynk* menggunakan mikrokontroler ESP32 yang sudah terdapat *WiFi* didalamnya.



Gambar 3. Skematik Rangkaian Mikrokontroler Sistem Otomasi Intensitas Cahaya

Program-program yang terdapat pada perangkat lunak dapat membentuk sistem otomasi yang fungsional dalam pembacaan data sensor, pengendalian motor servo serta tampilan yang terdapat pada LCD. Sedangkan proses kerja fokus terhadap eksekusi sistem otomasi yang menjelaskan mengenai keseluruhan sistem dari awal hingga akhir dalam beroperasi, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir perancangan perangkat lunak.

B. Pengolahan Data Hasil Penelitian

Data hasil pengukuran yang telah diperoleh akan diolah untuk mendapatkan uji karakteristik alat. Nilai acuan sebagai pembanding intensitas cahaya pada penelitian ini yaitu menggunakan lux meter. Untuk mengetahui karakteristik alat dapat menggunakan rumus rumus sebagai berikut:

Rata – rata

Nilai rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan semua data kemudian dibagi dengan banyaknya data. Tujuan dilakukan perhitungan rata-rata untuk mengetahui nilai tengah dari data tersebut dan menjadi titik pembanding terhadap alat krisbow DT895.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad \dots (1)$$

$\sum_{i=1}^N X_i$: menyatakan jumlah total data, dan
N : menyatakan banyaknya sampel data.

Bias

Nilai bias diperoleh dengan cara menghitung selisih antara nilai pada krisbow DT895 dengan nilai rata-rata sensor. Tujuan menghitung nilai bias yaitu mengetahui perbandingan nilai alat yang sebenarnya dengan sensor cahaya. Semakin kecil nilai bias menunjukkan bahwa alat semakin baik karena semakin mendekati nilai rata-rata.

$$\text{Bias} = X_{\text{acuan}} - \bar{x} \quad \dots (2)$$

$\bar{x}$ adalah nilai rata-rata dari data yang diambil selama pengujian sistem untuk mengukur

intensitas cahaya. X_{acuan} adalah nilai intensitas cahaya yang diukur menggunakan lux meter.

Standar Deviasi

Tujuan dihitung standar deviasi untuk mengetahui persebaran data terhadap rata-rata. Semakin tinggi nilai standar deviasi maka menunjukkan semakin banyak juga variasi data yang diperoleh sehingga terdapat ketidakpastian dalam pembacaan sensor.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots (3)$$

x_i adalah setiap data tunggal yang diperoleh dari pengukuran intensitas cahaya selama pengujian sistem. N jumlah total pengukuran yang dilakukan selama proses pengujian, yang digunakan sebagai pembagi dalam menghitung rata-rata sampel.

Akurasi

Nilai akurasi dipengaruhi oleh nilai bias. Tujuan menghitung nilai akurasi ialah untuk mengetahui keakuratan dari sensor. Semakin tinggi nilai akurasi maka semakin baik alat tersebut dapat digunakan.

$$\text{Akurasi} = 100\% \left(1 - \frac{\text{bias} + 3\sigma}{X_{acuan}} \right) \quad \dots (4)$$

σ adalah Bias. Apabila bias yang dihasilkan kecil menunjukkan bahwa alat memiliki akurasi yang baik, sedangkan bias yang besar menunjukkan ketidaktepatan pengukuran alat dibandingkan dengan standar yang diharapkan.

Presisi

Presisi berfungsi untuk mengetahui seberapa konsisten hasil pengukuran terhadap perulangan yang dilakukan. Semakin tinggi nilai presisi maka semakin bagus alat tersebut.

$$\text{Presisi} = 100\% \left(1 - \frac{3\sigma}{\bar{x}} \right) \quad \dots (5)$$

Error

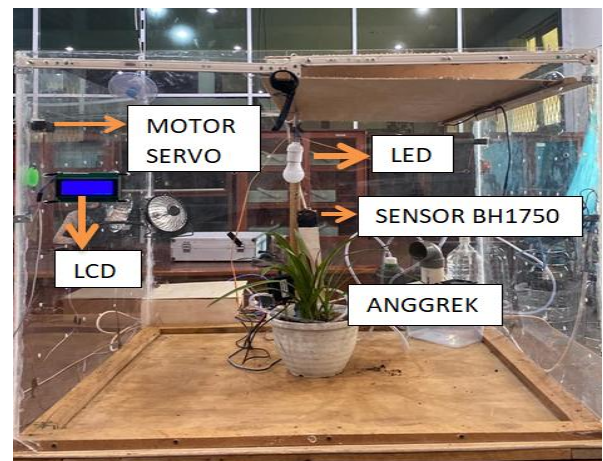
Menghitung nilai *error* bertujuan untuk mengetahui sejauh mana penyimpangan hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya. Semakin tinggi nilai *error* maka semakin tidak layak alat tersebut untuk digunakan. Begitupun sebaliknya, semakin kecil nilai *error* menunjukkan alat dapat digunakan dengan layak.

$$\text{Error} = 100\% \left(\frac{\text{bias}}{X_{acuan}} \right) \quad \dots (6)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem rancangan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan, diantaranya terdiri dari rangkaian mikrokontroler dan rangkaian inkubator tanaman. Rangkaian mikrokontroler dirancang dengan menggunakan sensor BH1750 yang digunakan untuk mendeteksi besar intensitas cahaya, 1 buah LED untuk membantu fotosintesis, 2 buah motor servo yang digunakan sebagai penggerak atap, 1 buah LCD 12C untuk menampilkan data serta 1 buah mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang berfungsi sebagai pengirim data intensitas cahaya melalui jaringan WiFi dan kemudian dikirimkan melalui aplikasi *blynk*. Sedangkan inkubator tanaman dirancang dengan menggunakan akrilik dan triplek yang digunakan untuk atap serta alasnya, seperti pada **Gambar 5**.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari suatu alat. Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian nilai sensor intensitas cahaya BH1750 terhadap kinerja atap dan lampu, pengujian jarak komunikasi *wifi* NodeMCU ESP32, pengujian karakteristik alat otomatis intensitas cahaya.



Gambar 5. Hasil rancang inkubator tanaman anggrek.

Adaptor berperan menghubungkan ESP32 terhadap sumber tegangan listrik. Setelah itu, sensor BH1750 yang sudah dihubungkan ke mikrokontroler akan otomatis aktif dan mendeteksi besar intensitas cahaya dalam satuan lux dengan konfigurasi seperti **Tabel 1**. Kemudian sensor akan menampilkan data pada LCD dan aplikasi *blynk*.

Tabel 1 Konfigurasi Pin Sensor BH1750 ke NodeMCU ESP32

Sensor BH1750	NodeMCU ESP32
VCC	VCC
Ground	Ground
SCL	GPIO 22
SDA	GPIO 21

Sensor intensitas cahaya yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensor BH1750. Kesesuaian pin sangat berpengaruh terhadap hasil *output*. Apabila salah dalam menghubungkan antar pin maka sensor tidak dapat merespon dengan baik dan tidak dapat memberikan informasi mengenai besar intensitas cahaya yang diterima oleh sensor.

Indikator yang digunakan untuk mengendalikan buka tutup atap ialah motor servo. Penelitian ini menggunakan dua motor servo. Oleh karena itu, pin sinyal yang digunakan ialah GPIO 19 dan GPIO 13. Konfigurasi pin yang terdapat pada **Tabel II** harus tepat agar menghasilkan gerakan pada motor servo yang sesuai dengan posisi sudut yang diinginkan.

Tabel II. Konfigurasi Pin Motor Servo ke NodeMCU ESP32

Motor Servo	NodeMCU ESP32
VCC	VCC
Ground	Ground
Signal	GPIO 19 & GPIO 13

Kesesuaian pin yang terdapat pada **Tabel III** berperan penting dalam memberikan informasi mengenai besar intensitas cahaya pada layar LCD. SCL berfungsi untuk mengatur laju dan waktu dalam pengiriman data setiap bit. Sedangkan SDA berperan dalam pengiriman dan penerimaan data. Konfigurasi pin yang baik membuat komponen dapat bekerja secara optimal.

Tabel III. Konfigurasi Pin LCD ke NodeMCU ESP32

LCD	NodeMCU ESP32
VCC	VCC
Ground	Ground
SCL	GPIO 22
SDA	GPIO 21

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari suatu alat. Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian nilai sensor intensitas cahaya BH1750 terhadap kinerja atap dan lampu, pengujian jarak komunikasi *wifi* NodeMCU ESP32, pengujian karakteristik alat otomasi intensitas cahaya.

A. Pengujian Nilai Sensor Intensitas Cahaya BH1750 terhadap Kinerja Atap dan Lampu

Pengujian dilakukan dengan memberikan berbagai perlakuan intensitas cahaya yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat berfungsi dengan baik, di mana atap terbuka dan lampu menyala ketika intensitas cahaya kurang dari 3500 lux, serta atap tertutup dan lampu mati saat intensitas cahaya melebihi 4000 lux, seperti **Tabel**

IV. Menurut artikel di website Floricultura 2023, tanaman anggrek *Cymbidium* memerlukan intensitas cahaya antara 3500 lux hingga 4000 lux untuk tumbuh optimal. Oleh karena itu, sistem akan menyesuaikan kondisi atap dan lampu berdasarkan rentang intensitas cahaya yang diperlukan oleh anggrek untuk fotosintesis yang efektif.

Tabel IV. Hasil Pengujian Kinerja Atap dan Lampu

No	Intensitas Cahaya (Lux)	Status Atap	Status Lampu	Hasil
1	42.245	Terbuka	Menyala	Berhasil
2	83,078	Terbuka	Menyala	Berhasil
3	134.745	Terbuka	Menyala	Berhasil
4	828.078	Terbuka	Menyala	Berhasil
5	4137.245	Tertutup	Tidak Menyala	Berhasil
6	1603.078	Terbuka	Menyala	Berhasil
7	2330.817	Terbuka	Menyala	Berhasil
8	6337.245	Tertutup	Tidak Menyala	Berhasil
9	3569.744	Terbuka	Menyala	Berhasil
10	4563.911	Tertutup	Tidak Menyala	Berhasil

B. Pengujian Jarak Komunikasi Wifi NodeMcu ESP32

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *hotspot smartphone* yang bertujuan untuk mengetahui jarak maksimum koneksi internet yang dapat dijangkau oleh alat otomasi intensitas cahaya dalam pengiriman dan penerimaan data, seperti pada **Tabel V**.

Tabel V. Hasil Pengujian Jarak Komunikasi *Wifi* NodeMCU ESP32 dengan *hotspot smartphone*

No	Jarak Wifi Terhadap alat (m)	Waktu kirim data ke serial monitor	Waktu kirim data ke blynk	Delay
1	0	09:24:21	09:24:19	2
2	5	09:28:08	09:28:06	2
3	10	09:31:55	09:31:53	2
4	15	09:35:42	09:35:40	2
5	20	-	-	-

Berdasarkan data hasil pengujian pada **Tabel V** diperoleh data bahwa alat otomasi terhadap *hotspot smartphone* hanya dapat dijangkau sejauh 15 meter. Karena ketika pengujian pada jarak 20 meter koneksi internet terputus dan alat sudah tidak bisa melakukan pengiriman serta penerimaan data.

Dalam pengiriman data terdapat *delay* sebesar 2 detik pada pengiriman data ke *serial monitor* dan pengiriman data ke *blynk* dalam kondisi sinyal yang stabil. *Delay* dalam pengiriman data dapat berubah apabila sinyal dari *wifi* kurang stabil. Semakin stabil sinyal maka akan semakin kecil *delay* yang dihasilkan. Jarak *wifi* terhadap alat juga mempengaruhi kecepatan dalam pengiriman data. Semakin jauh jarak *wifi* terhadap alat maka semakin lama data dapat terbaca oleh NodeMCU ESP32.

C. Pengujian Karakteristik Alat Otomasi Intensitas Cahaya

Pengujian karakteristik alat bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat alat pengukur intensitas cahaya. Data yang diambil dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 10 data dengan masing masing data dilakukan 10 kali perulangan. Hasil uji karakteristik alat otomasi intensitas cahaya menggunakan alat krisbow DT895 sebagai nilai pembanding terhadap nilai rata-rata sensor, seperti pada **Tabel VI**. Hal ini membantu untuk mengetahui seberapa akurat sensor dalam melakukan pembacaan intensitas cahaya.

Tabel VI. Hasil Pengujian Karakteristik Alat Otomasi Intensitas Cahaya

Rata-rata	Bias	Standar Deviasi	Akurasi	Presisi	Error
42.08	0.22	0.35	96.98	97.49	0.52
83.08	0.08	0.00	99.91	100.00	0.09
134.58	0.58	1.79	95.56	96.01	0.43
827.51	1.51	0.53	99.62	99.81	0.18
932.77	0.77	0.48	99.76	99.84	0.08
1603.23	1.23	1.38	99.66	99.74	0.08
2332.49	0.51	0.83	99.87	99.89	0.02
2488.81	0.19	0.62	99.92	99.93	0.01
3569.48	1.48	0.63	99.91	99.95	0.04
4564.38	0.62	0.82	99.93	99.95	0.01

Berdasarkan hasil uji karakteristik sistem, rata-rata akurasi sebesar 99,11% menunjukkan bahwa sistem ini mampu membaca intensitas cahaya dengan tingkat kesesuaian yang sangat tinggi terhadap nilai referensi. Tingkat akurasi ini berada jauh di atas standar minimal akurasi 95% yang umum digunakan dalam pengukuran intensitas cahaya pada aplikasi agrikultur. Hasil ini menegaskan bahwa sistem yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan tanaman anggrek terhadap intensitas cahaya optimal, yaitu antara 3500 hingga 4000 lux.

Rata-rata presisi sebesar 99,26% mencerminkan konsistensi pengukuran sensor

BH1750 dalam kondisi pengujian yang seragam. Presisi tinggi ini menunjukkan bahwa alat dapat memberikan hasil yang stabil dan tidak mengalami fluktuasi data yang signifikan, bahkan dalam kondisi lingkungan yang bervariasi. Konsistensi ini sangat penting untuk memastikan keandalan sistem otomasi dalam jangka panjang, terutama pada aplikasi di lapangan yang terpapar berbagai faktor eksternal seperti perubahan suhu dan kelembaban. Rata-rata *error* sebesar 0,15% menunjukkan penyimpangan yang sangat kecil antara hasil pengukuran sensor dan nilai sebenarnya. Nilai *error* yang mendekati nol ini menunjukkan bahwa faktor kalibrasi sensor BH1750 telah dilakukan dengan baik, sehingga mampu memberikan hasil pengukuran yang mendekati nilai aktual. Dengan demikian, *error* yang kecil ini tidak akan memengaruhi efektivitas sistem dalam mengendalikan intensitas cahaya pada *smart garden*.

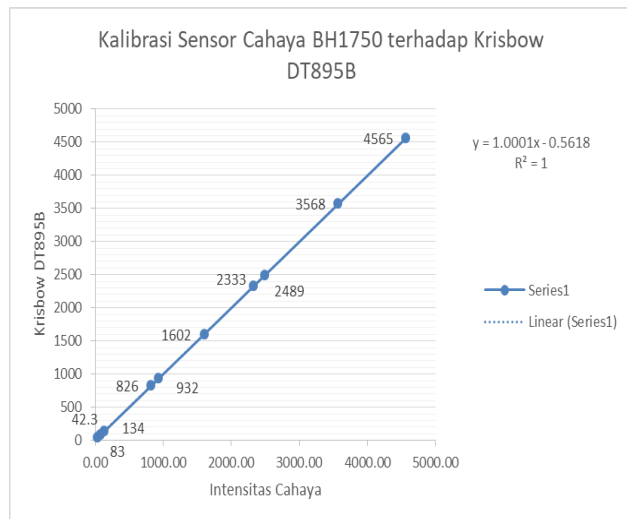
Penelitian terdahulu yang menggunakan sensor BH1750 dengan Arduino Mega 2560 menunjukkan rata-rata *error* sebesar 3,49% dengan akurasi minimal sebesar 92%. Meskipun hasil tersebut sudah dianggap cukup baik, penelitian ini berhasil mencapai hasil yang lebih unggul dengan menggunakan sensor BH1750 yang dipadukan dengan mikrokontroler ESP32. Sistem yang dikembangkan menghasilkan akurasi sebesar 99,11%, presisi 99,26%, dan rata-rata *error* hanya 0,15%. Peningkatan signifikan ini menunjukkan bahwa integrasi sensor BH1750 dengan ESP32 lebih efektif dibandingkan dengan Arduino Mega 2560 dalam menghasilkan pengukuran intensitas cahaya yang lebih akurat, stabil, dan efisien. Data dari penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan mikrokontroler memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil keakuratan sensor BH1750. Hal ini disebabkan oleh keunggulan ESP32 dalam hal resolusi ADC, kecepatan pemrosesan, stabilitas komunikasi I2C, dan kapasitas memori yang lebih besar, yang secara keseluruhan meningkatkan performa sistem secara signifikan.

Hal ini menjadikan sistem ini lebih andal untuk mendukung kebutuhan intensitas cahaya optimal pada aplikasi IoT di bidang pertanian. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan sensor cahaya seperti LDR dengan keluaran sinyal analog, sensor BH1750 lebih akurat dan mudah digunakan. Hasil keluaran pengukuran sensor BH1750 berupa lux(lx) dan tidak perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas cahaya. Selain itu, keunggulan sensor BH1750 yang menggunakan bahan semikonduktor fotodiode silikon

memberikan sensitivitas tinggi terhadap perubahan intensitas cahaya. Prinsip kerjanya, di mana resistansi berubah ketika cahaya mengenai fotodiode, menghasilkan keluaran sinyal digital yang sangat presisi. Hal ini menjadikan sensor BH1750 sangat cocok untuk aplikasi pertanian berbasis IoT karena dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32 untuk *monitoring* dan kendali secara *real-time*.

Dampak langsung dari akurasi, presisi, dan *error* yang sangat baik ini adalah peningkatan keandalan sistem dalam mendukung pertumbuhan tanaman anggrek secara optimal. Sistem ini tidak hanya mampu memastikan intensitas cahaya sesuai dengan kebutuhan tanaman, tetapi juga dapat mengurangi intervensi manual, meningkatkan efisiensi operasional, dan mendukung keberlanjutan teknologi IoT di sektor agrikultur.

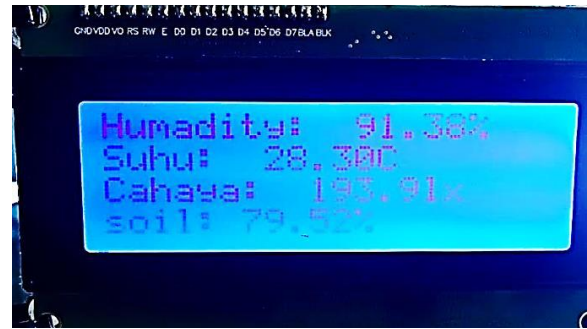
Berdasarkan **Gambar 6** menunjukkan grafik hubungan antara krisbow DT895B dengan sensor intensitas cahaya bersifat linear yang artinya terdapat hubungan antara keduanya yang menunjukkan adanya perubahan dalam hasil pengukuran dengan skala tetap. Pada data hasil pengujian diketahui bahwa nilai alat pembanding lebih besar dibandingkan nilai sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa alat pembanding memiliki bias yang positif.



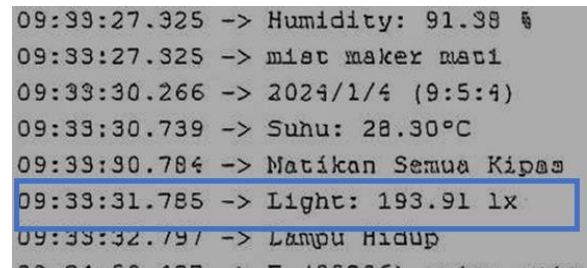
Gambar 6. Hubungan DT895B dengan Sensor Cahaya

D. Pengujian Validasi Data Pada LCD, Serial Monitor, dan Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian data output LCD, *serial monitor*, dan *Blynk*. Kesesuaian data *output* dari ketiga sumber tersebut menjadi indikator keberhasilan program dalam *Arduino IDE* dan *Blynk*.



Gambar 7. Tampilan Besar Intensitas Cahaya pada LCD.



Gambar 8. Tampilan Besar Intensitas Cahaya pada Serial Monitor

	A	B	C	D	E	F
2773 1/4/2024 9:35					79.516	
2774 1/4/2024 9:35						
2775 1/4/2024 9:35						6.086
2776 1/4/2024 9:33				193.911		
2777 1/4/2024 9:33				28.301		
2778 1/4/2024 9:33		91.378				

Gambar 9. Tampilan Besar Intensitas Cahaya pada Blynk

Berdasarkan **Tabel VII** menunjukkan bahwa data LCD, *serial monitor*, dan *blynk* memiliki nilai yang sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa transmisi data antar *interface* yang digunakan beroperasi dengan baik secara *real time*. Dengan demikian, hasil pengukuran dapat diandalkan dalam melakukan monitoring dan memiliki keakuratan yang baik sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel VII. Pengujian Validasi Data pada LCD, *Serial Monitor*, dan *Blynk*

NO	LCD	Serial Monitor	Blynk	Hasil
1	193.91 lx	193.91 lx	193.91 lx	Valid
2	3138.08 lx	3138.08 lx	3138.08 lx	Valid

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem otomasi pengendalian intensitas cahaya pada tanaman anggrek menggunakan sensor BH1750, mikrokontroler ESP32, dan aplikasi *Blynk* sebagai *platform monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem

memiliki kinerja yang sangat baik, dengan rata-rata akurasi sebesar 99,11%, rata-rata presisi 99,26%, dan rata-rata tingkat kesalahan sebesar 0,15%. Sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu memonitor dan mengendalikan intensitas cahaya secara akurat, tetapi juga secara efektif mendukung terciptanya kondisi pencahayaan optimal yang sesuai dengan kebutuhan fotosintesis tanaman anggrek. Dengan demikian, sistem ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung penerapan teknologi IoT pada sektor pertanian, khususnya pada tanaman hias. Sistem otomasi yang dirancang mampu berfungsi secara terintegrasi, mencakup pengendalian intensitas cahaya secara *real-time*, sehingga berpotensi meningkatkan produktivitas dan kualitas pertumbuhan tanaman anggrek secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. B.V., "Cymbidium Pot Plant," *Floriculture Orchidaceae*, 2023.
https://www.floricultura.com/media/emvdql0r/cymbidium_pot_plant_cultivation_manual_en.pdf (accessed Jan. 12, 2024).
- [2] D. Sudarso, D. Astiani, and H. A. Ekamawanti, "Keanekaragaman Jenis Anggrek Alam Epifit Pada Berbagai Tutupan Tajuk Hutan Di Desa Balai Sebut Kabupaten Sanggau," *J. Hutan Lestari*, vol. 8, no. 1, pp. 180–192, 2020, doi: 10.26418/jhl.v8i1.39393.
- [3] BPS, "Produksi Tanaman Florikultura (Hias) 2022," *bps.go.id*, 2022.
<https://www.bps.go.id/indicator/55/64/1/produksi-tanaman-florikultura-hias-.html> (accessed Jul. 03, 2023).
- [4] D. Setyanto and N. S. Salahuddin, "Prototipe Monitor dan Kontrol Otomatis Iklim Mikro Greenhouse dengan Platform IoT Blynk," *Techno.Com*, vol. 21, no. 1, pp. 88–102, 2022, doi: 10.33633/tc.v21i1.5462.
- [5] A. Kurniawan, A. Ristiono, and S. Sulistiadi, "Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 10, no. 4, p. 468, 2021, doi: 10.23960/jtep-l.v10i4.468-480.
- [6] R. A. Najikh, M. Hannats, H. Ichsan, and W. Kurniawan, "Monitoring Kelembaban, Suhu, Intensitas Cahaya Pada Tanaman Anggrek Menggunakan ESP8266 Dan Arduino Nano," 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [7] A. Farhan and S. Salsabil, "Internet Of Things: Sejarah Teknologi dan Penerapannya," *ISU Teknol. STT MANDALA*, vol. 14, no. 2, pp. 95–99, 2019, [Online]. Available: <http://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/162>
- [8] A. H. M. Nasution, S. Indriani, N. Fadhilah, C. Arifin, and S. P. Tamba, "Pengontrolan Lampu Jarak Jauh Dengan Nodemcu Menggunakan Blynk," *J. TEKINKOM*, vol. 2, pp. 93–98, 2019.
- [9] L. Mawaddah, E. Yuniarti, and A. Hartono, "Rancang Bangun Automatic Human Blood Type Detector Menggunakan Sensor Cahaya Bh1750 Berdasarkan Sifat Optik dengan Metode ABO," *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrum. Theor. Phys.*, vol. 3, no. 1, pp. 42–52, 2020, doi: 10.15408/fiziya.v1i2.14433.
- [10] I. G. Made *et al.*, "Room Monitoring Uses ESP-12E Based DHT22 and BH1750 Sensors," vol. 3, no. 2, pp. 205–211, 2022, doi: 10.18196/jrc.v3i2.11023.
- [11] A. Anggrawan, S. Hadi, and C. Satria, "IoT-Based Garbage Container System Using NodeMCU ESP32 Microcontroller," *J. Adv. Inf. Technol.*, vol. 13, no. 6, pp. 569–577, 2022, doi: 10.12720/jait.13.6.569-577.
- [12] M. Babiuch, P. Foltynnek, and P. Smutny, "Using the ESP32 microcontroller for data processing," *Proc. 2019 20th Int. Carpathian Control Conf. ICCCC 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765944.