

# **SISTEM MONITORING INTENSITAS CAHAYA TERHADAP TANAMAN ANGGUR BERBASIS IOT DAN WSN**

**Tugas Akhir**

**diajukan untuk memenuhi salah satu syarat**

**memperoleh gelar sarjana**

**dari Program Studi Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**1202200412**

**Rizky Putra Saskara**



**Program Studi Sarjana Teknologi Informasi**

**(Kampus Kota Surabaya)**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Surabaya**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SISTEM MONITORING INTENSITAS CAHAYA TERHADAP TANAMAN  
ANGGUR BERBASIS IOT DAN WSN  
*LIGHT INTENSITY MONITORING SYSTEM FOR GRAPE VINE'S BASED ON IOT  
AND WSN***

**NIM : 1202200412**

**Rizky Putra Saskara**

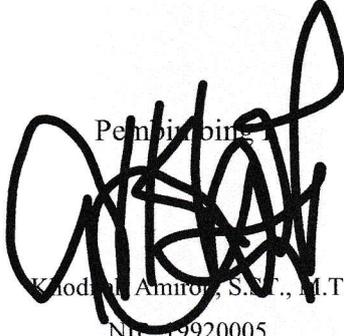
Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)

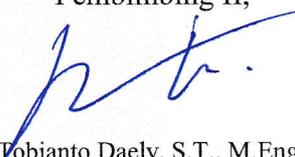
Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Surabaya, 15 Agustus 2024

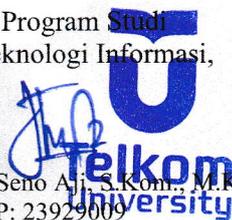
Menyetujui

Pembimbing I  
  
Khodan Amron, S.T., M.T.  
NIP: 19920005

Pembimbing II,  
  
Philip Tobianto Daely, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP: 19940002

Ketua Program Studi  
Sarjana Teknologi Informasi,

  
Bernadus Anggo Seno Aji, S.Kom., M.Kom.  
NIP: 23929009

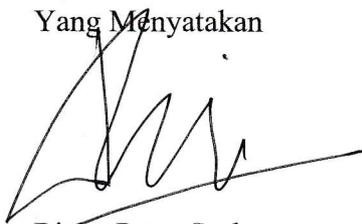


**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya, Rizky Putra Saskara, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Sistem Monitoring Intensitas Cahaya Terhadap Tanaman Anggur Berbasis IOT dan WSN beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Surabaya, 15 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Rizky Putra Saskara

# Sistem Monitoring Intensitas Cahaya Terhadap Tanaman Anggur Berbasis IOT dan WSN

Rizky Putra Saskara<sup>1</sup>, Khodijah Amiroh, S.ST., M.T.<sup>2</sup>, Philip Tobianto Daely, S.T., M.Eng., Ph.D.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Surabaya

<sup>1</sup>rizkyputrasaskara@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>dijaamirah@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>ptdaely@telkomuniversity.ac.id

---

## Abstrak

Cahaya adalah komponen esensial dalam proses fotosintesis pada tanaman. Daun hanya mampu menyerap sekitar 1-5% energi matahari yang tersedia. Pada tanaman anggur, durasi penyinaran yang ideal adalah minimal 6 jam per hari. Namun, penerapan sistem pengendalian intensitas cahaya pada tanaman anggur belum diimplementasikan secara optimal di berbagai lokasi budidaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pemantauan intensitas cahaya yang memanfaatkan metode *Wireless Sensor Network* dan *Fuzzy Logic* sebagai mekanisme pengendaliannya. Sensor LDR digunakan untuk memantau intensitas cahaya di sekitar lingkungan rumah kaca, dan aktuator berupa lampu LED akan beroperasi sesuai dengan nilai input yang telah diinisiasi. Data yang terinisiasi akan dikirim melalui pemancar menggunakan metode jaringan sensor nirkabel dan diterima oleh penerima. Proses inisiasi ini akan menggunakan *Fuzzy Logic* sebagai pengendali output tingkat kecerahan lampu. Berdasarkan hasil percobaan selama 7 hari yang ditampilkan pada situs aplikasi pemantauan, daun tanaman anggur mengalami pertumbuhan dari ukuran 5 cm menjadi 5,1 cm.

**Kata kunci :** Tanaman anggur, WSN, *fuzzy logic*, IOT

---

## Abstract

Light is an essential component in the photosynthesis process in plants. Leaves are only able to absorb about 1-5% of the available solar energy. In grapevines, the ideal duration of irradiation is at least 6 hours per day. However, the application of light intensity control systems in grapevines has not been optimally implemented in various cultivation locations. Therefore, there is a need for a light intensity monitoring system that utilizes the *Wireless Sensor Network* method and *Fuzzy Logic* as its control mechanism. LDR sensors are used to monitor the light intensity around the greenhouse environment, and actuators in the form of LED lights will operate according to the input value that has been initiated. The initiated data will be sent through a transmitter using the wireless sensor network method and received by the receiver. This initiation process will use *Fuzzy Logic* as the output controller of the lamp brightness level. Based on the results of the 7-day experiment displayed on the real-time monitoring website, the leaves of the grape vines have grown from 5 cm to 5.1 cm.

**Keywords :** Grapes vine, WSN, *fuzzy logic*, IoT

---

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

Anggur merupakan salah satu buah yang banyak diminati dan dikonsumsi oleh rata-rata penduduk Indonesia. Badan Pusat Statistik mencatat bahwa pada tahun 2019, produksi anggur di Indonesia mencapai 13.724 ton, turun menjadi 11.905 ton pada tahun 2020, dan naik menjadi 12.164 ton pada tahun 2021 [1]. Namun penerapan pengendalian intensitas cahaya pada tanaman anggur belum diadaptasi secara optimal di berbagai tempat pembudidayaan khususnya di Indonesia sehingga dilakukan penelitian dilakukan pada *greenhouse* Telkom University Surabaya untuk membandingkan kualitas fotosintesis terhadap tanaman anggur yang telah terpasang dengan perangkat monitoring intensitas cahaya dan yang tidak memiliki perangkat tersebut. Faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis pada tanaman adalah sinar matahari. Fotosintesis adalah proses dimana tumbuhan menghasilkan zat makanan seperti gula atau karbohidrat [2]. Tanaman yang menggunakan klorofil memanfaatkan sinar matahari dalam proses fotosintesis untuk mengubah CO<sub>2</sub> dan air menjadi karbohidrat dengan bantuan enzim kemudian proses fotosintesis menghasilkan gula yang menjadi sumber energi bagi tumbuhan [3]. Intensitas cahaya yang ideal untuk tanaman pada tahap inisiasi berkisar antara 1 hingga 1.000 lux, tahap multiplikasi berkisar antara 1.000 hingga 10.000 lux, tahap pengakaran berkisar antara 10.000 hingga 30.000 lux, dan tahap aklimatisasi mencapai 30.000 lux [4]. Tumbuhan yang tidak mendapatkan cukup intensitas cahaya untuk proses fotosintesis tidak dapat membentuk klorofil yang baik sehingga daun menjadi pucat, namun, ketika mendapatkan intensitas cahaya yang terlalu banyak, klorofil pada daun akan rusak yang menyebabkan proses fotosintesis tidak optimal [5]. Pada metode yang diterapkan oleh Al-gadri *et al.* (2023) metode *fuzzy logic* yang diaplikasikan pada dimmer yang dikontrol dengan mikro kontroler dengan set poin pada intensitas cahaya (lux) bernilai rendah mengakibatkan

*output* nilai yang tidak stabil karena naik terlalu tinggi dan terlalu rendah. Hasil yang diperoleh menjadi kurang optimal karena belum ada pengimplementasian seperti WSN untuk pemantauan perkembangan data.

Beberapa faktor tersebut adalah penyebab perlunya implementasi perangkat *Internet of Things* yang dirancang sebagai alat pemantau intensitas cahaya pada tanaman anggur yang didukung dengan metode *Fuzzy Logic* dan WSN. Menurut penelitian terdahulu, metode *Fuzzy Logic* cocok dengan penggunaan sensor LDR pada sistem yang akan dirancang. Sedangkan WSN berfungsi untuk pengiriman data yang diterima sensor dan diteruskan kedalam *website*. Data intensitas cahaya pada tanaman anggur yang akan diteliti pada penelitian ini dikirimkan ke dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic* yang terintegrasikan ke dalam sistem IoT yang akan ditampilkan ke dalam sebuah *website*. Sistem ini akan secara otomatis menghidupkan lampu LED yang sudah dipasang dalam sistem, sehingga menjaga pencahayaan pada malam hari.

### Topik dan Batasannya

Topik penelitian yang dilakukan pada *greenhouse* Telkom University Surabaya menggunakan berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Wireless Sensor Network* (WSN) terdapat keterbatasan dalam pemantauannya. Pemantauan yang masih dilakukan secara manual sehingga akurasi dalam pemantauan dan pengendalian sistem belum optimal untuk menyongsong pertumbuhan tanaman anggur.

### Tujuan

Adapun tujuan yang telah ditetapkan pada penelitian ini, yaitu dengan sistem dapat dengan fleksibel beradaptasi terhadap cahaya pada lingkungan sekitar secara kendali jarak jauh, untuk mengoptimalkan pencahayaan pada tanaman anggur pada *greenhouse*, serta dapat monitoring tanaman melalui *website* monitoring.

### Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan metode *Fuzzy Logic* dan WSN pada sistem monitoring tanaman anggur?
2. Bagaimana sistem monitoring dapat bekerja secara optimal untuk memperoleh data intensitas cahaya pada tanaman anggur?

## 2. Studi Terkait

Penelitian pertama dengan judul “Platform Cerdas Berbasis IoT dan WSN untuk Memantau dan Mengendalikan Rumah Kaca dalam Konteks Pertanian Presisi” yang disusun oleh Hamza Benyezza, Mounir Bouhedda, Reda Kara dan Samia Rebouh, pada tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah platform pintar yang memanfaatkan Teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Wireless Sensor Network* (WSN) untuk memantau dan mengelola lingkungan rumah kaca di bidang pertanian [6].

Penelitian kedua dengan judul “Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis Pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung” yang disusun oleh Maria Yustiningsih pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adaptasi tanaman terhadap intensitas cahaya yang telah terserap yaitu melalui aklimatisasi fisiologis [7].

Penelitian ketiga dengan judul “Penerapan Controlling Auto Light Dimmer Menggunakan Fuzzy Logic Pada Hidroponik Indoor” yang disusun oleh Putri Fatimah Zahra Al-Gadri, Weny Indah Kusumawati, Harianto, dan Musayyanah pada tahun 2023. Penelitian yang telah disusun ini bertujuan untuk perkembangan Sistem monitoring otomatis dan penghitungan intensitas cahaya dengan satuan lux meter dan menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengontrol intensitas cahaya yang cocok dengan sensor LDR. Logika Fuzzy dapat menjelaskan sebuah pernyataan yang tidak jelas menjadi pemahaman yang bisa diungkapkan dengan logika manusia agar sistem ini dapat mengatur kondisi pencahayaan dalam ruangan agar tetap stabil [8].

Penelitian keempat dengan judul “Sistem kendali penyemaian bersusun pada tanaman hidroponik berbasis logika *fuzzy Tsukamoto* dengan aplikasi Blynk” yang disusun oleh Fitria Suryatini, Wahyudi Purnomo, dan Raiany R. Harlanti. Penelitian adalah penerapan *Fuzzy Logic tsukamoto* dan pengimplementasian metode pada sistem kontrol otomatis [9].

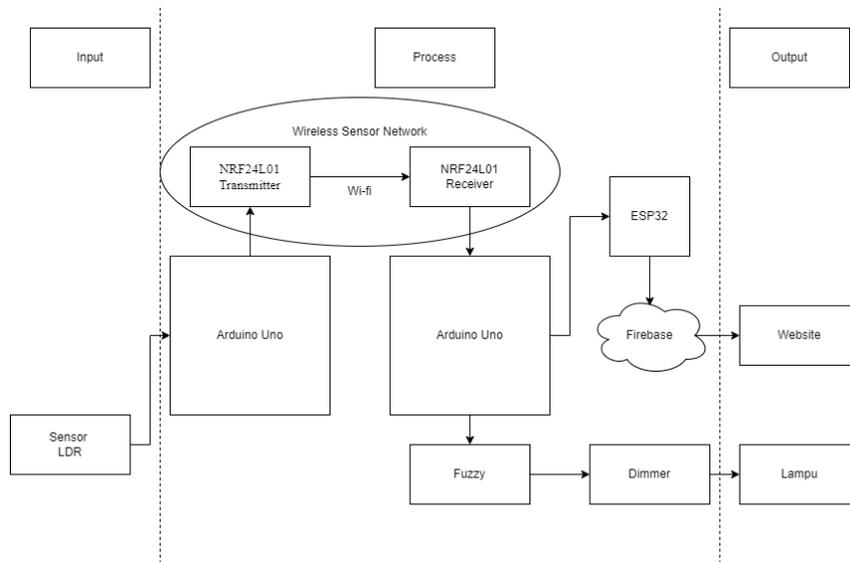
Penelitian Kelima dengan judul “Rancang Bangun *Prototype* Sistem Monitoring Suhu Kelembaban dan Intensitas Cahaya Pada Tanaman Cabai Berbasis IoT” yang disusun oleh Muhammad Yasmin Nur Shahrosi, Alex Harijanto, dan Lailatul Nuraini. Penelitian ini merupakan pengimplementasian sistem yang memonitor Intensitas cahaya. Kemudian menjelaskan bagaimana *prototype* bekerja untuk mendapatkan data dan monitoring tanaman cabai [10].

Penelitian keenam dengan judul “Perbanyak Tanaman Anggur Ninel (*Vitis Vinifera L.*) dengan Metode Stek Sambung Pada Spesies Batang Bawah dan Media Tanam yang Berbeda” yang disusun oleh Historiawati Siti Nurul Iftitah, Nurus Sofwan. Penelitian ini merupakan penjelasan bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap tanaman anggur [11].

## 3. Sistem yang Dibangun

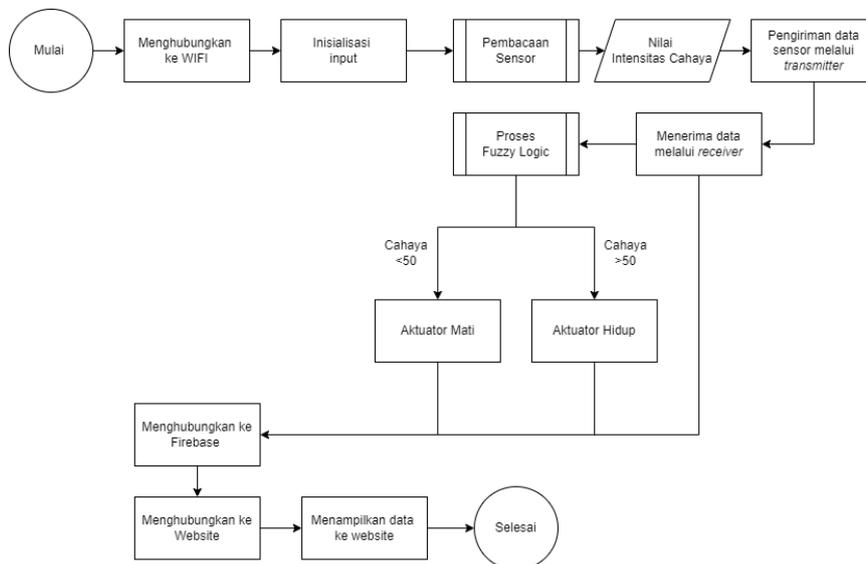
**Perancangan Sistem**

Dalam perancangan sistem ini, Gambar 3.1 menampilkan diagram blok sistem yang mencakup seluruh komponen penelitian. Diagram tersebut mencakup sensor LDR yang berfungsi sebagai input untuk mengukur intensitas cahaya, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno. Kedua Arduino tersebut dilengkapi dengan modul NRF24L01 yang berperan sebagai transmitter dan receiver untuk implementasi WSN dalam sistem, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data yang diperoleh dari sensor. Data yang diterima oleh receiver kemudian diteruskan ke Esp32, yang berfungsi sebagai penghubung untuk mengirimkan data ke Firebase. Setelah data diterima, output berupa lampu growlight dan dimmer akan beroperasi sesuai dengan hasil yang dihasilkan oleh sistem fuzzy yang telah ditetapkan.



**Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem**

Selanjutnya adalah membuat bagaimana alur sistem bekerja secara keseluruhan. Alur sistem dimulai dari inisialisasi pembacaan sensor, proses *fuzzy logic*, dan bagaimana aktuator bekerja. Pada gambar 3.2, dapat dilihat gambar desain alur sistem.



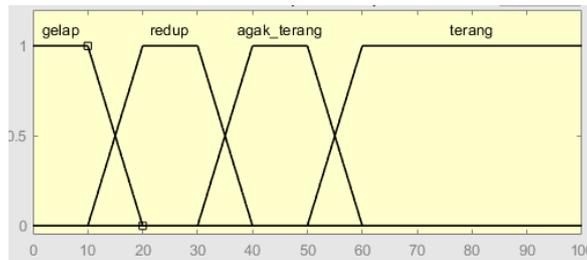
**Gambar 3.2 Diagram Alur Sistem**

**Perancangan Fuzzy Logic**

Pada perancangan *fuzzy logic* akan melakukan tahapan untuk menentukan tingkat kecerahan lampu pada proses penerimaan data yang diterima *Radio Frequency Receiver* dari *Transmitter* dengan *Input* intensitas cahaya, dengan tahapan awal sebagai berikut :

**Fungsi Keanggotaan Fuzzy**

Terdapat 4 tingkat titik kecerahan pada input, yaitu gelap yang memiliki nilai 0-10, redup memiliki nilai 10-40, agak terang memiliki nilai 30-60, dan terang memiliki nilai 50-100



Gambar 3.3 Fungsi Fuzzy Logic

**Komposisi Aturan**

Pada tabel 3.1, tahap ini dibuat aturan *fuzzy logic* berdasarkan nilai Intensitas cahaya yang menentukan tingkat terangnya sebuah lampu yang bisa beradaptasi dengan cahaya pada lingkungan sekitar.

Tabel 3.1 Komposisi aturan Fuzzy Logic

Kondisi Cahaya Ruangan	Output Lampu	Intensitas lampu
Gelap	Lampu Terang	100
Redup	Lampu Agak terang	75
Agak terang	Lampu Redup	50
Terang	Lampu Mati	0

**Perancangan Website**

Pada penelitian ini menerapkan *Internet of Things* dengan menampilkan output dari nilai intensitas cahaya dan status aktuator serta dapat melakukan monitoring menggunakan *website*. Perancangan *website* menggunakan bahasa pemrograman *JavaScript*, serta database *firebase*. Pada Gambar 3.4, dapat dilihat *database* pada *firebase* untuk menyimpan semua data.



Gambar 3.4 Data pada Firebase

**4. Evaluasi**

**Hasil Perancangan Prototype**

Terdapat *prototype* dari lampu otomatis pada penelitian ini, komponen hardware terletak di dalam dua project *project box*. Gambar 4.1 menunjukkan box berisi perangkat *Transmitter*, sedangkan untuk gambar 4.2 berisikan *Receiver* beserta aktuator untuk menyinari penyinaran daun pada greenhouse. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini telah beradaptasi secara optimal terhadap intensitas cahaya di lingkungan sekitar sesuai dengan keluaran yang dihasilkan oleh aturan fuzzy logic yang telah ditetapkan.



Gambar 4.1 Transmitter box



Gambar 4.2 Receiver box

**Hasil Pengujian WSN**

Berdasarkan pengujian pada prototipe, penerapan WSN menghasilkan beberapa temuan penting. Pertama, penerapan ini mengurangi keterbatasan penggunaan kabel pada setiap perangkat yang terinstalasi. Kedua, prototipe tetap mampu menerima data meskipun terdapat keterbatasan jarak dan hambatan sinyal di area sekitar. Dalam pengujian kekuatan sinyal yang dikirimkan oleh NRF24L01, ditemukan bahwa sinyal tetap dapat diterima dengan baik meskipun terdapat penghalang berupa tembok pada jarak 8 meter, dan tanpa adanya penghalang, sinyal dapat diteruskan hingga sejauh 15 meter.

**Hasil Pengujian Sensor LDR**

Pengujian sensor LDR dilakukan dengan , serta lux meter sebagai nilai pembanding. Pengujian setiap intensitas dilakukan pada siang dan malam hari dengan interval 1 menit pengambilan sample data kemudian di rata-rata. Pada tabel 4.1 merupakan sensor ldr dengan lux meter yang menunjukkan nilai rata-rata selisih *error* sebesar 10.

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor LDR dengan Lux Meter Digital**

No	Lux Meter	Sensor LDR	Selisih (Lux meter- LDR)
1	300	274	26
2	301	284	17
3	450	448	2
4	300	299	1
5	490	480	10
6	300	290	10
7	459	455	4
Rata-rata			10

**Hasil Pengujian Sistem Lampu Otomatis**

Pada pengujian sistem lampu otomatis, dilakukan penelitian selama tujuh hari, dimulai dari tanggal 18-34 Juli 2024. Pengambilan data dilakukan dalam beberapa kondisi yang dibagi berdasarkan pukul 07.00, pukul 11.00, pukul 16.00, dan pukul 19.00. Pemilihan waktu tersebut didasarkan pada uji coba untuk mengukur tingkat akurasi output lampu dalam menyinari ruangan.

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sistem Lampu Otomatis**

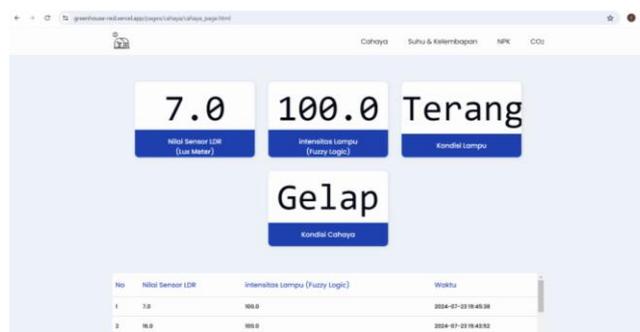
tanggal	Intensitas		jadwal pencahayaan otomatis			
	LDR	Lampu	07.00	11.00	16.00	19.00
18-7-2024	70	50	Redup			
	448	0		Mati		
	316	0			Mati	
	7	100				Terang
19-7-2024	70	50	Redup			
	448	0		Mati		
	326	0			Mati	
	7	100				Terang

...	...	...	...	...	...	...
23-7-2024	319	0	Mati			
	7	100		Terang		
24-7-2024	80	50	Redup			
	316	0		Mati		
	326	0			Mati	
	8	100				Terang

Dari hasil monitoring intensitas cahaya, bahwa dalam beberapa kondisi sudah sesuai dengan apa yang dirancangan terhadap kondisi intensitas cahaya lingkungan sekitar greenhouse. Pada hari pertama daun memiliki panjang sebesar 5cm kemudian sampai pada hari terakhir daun tumbuh yang memiliki panjang sebesar 5.1cm. Hal ini juga dibantu dengan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Pada output lampu terdapat empat kondisi yang disesuaikan dengan perubahan intensitas cahaya pada lingkungan sekitar untuk menyesuaikan penyinaran sinar matahari sehingga penyinaran tanaman tetap terjaga secara optimal.

**Hasil Monitoring Website**

Hasil pembacaan nilai sensor, tingkat kecerahan lampu, kondisi pada lampu, beserta tabel histori pengambilan data pada *greenhouse* yang ditampilkan pada *website* monitoring. Gambar 4.3 adalah tampilan dari *website* yang bisa diakses oleh pengelola *greenhouse*.



**Gambar 4.3 Tampilan halaman monitoring data sensor cahaya dan nilai lampu**

**5. Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian kali ini adalah bahwa pembacaan sensor LDR dapat berjalan dengan baik melalui implementasi metode *wireless sensor network* dan *fuzzy logic* sebagai kontrol tingkat kecerahan lampu. Selisih error pada sensor ldr dan lux meter sebesar 10. Sistem otomatis dapat menambahkan kualitas pada pertumbuhan fotosintesis daun beserta monitoring jarak jauh melalui *website*. Kenaikan panjang daun yang mencapai 0,1cm. Kemudian didapatkan bahwa metode *wireless sensor network* dapat mengatasi keterbatasan jarak monitoring dan efisiensi monitoring yang juga dibantu dengan adanya *website* <https://greenhouse-red.vercel.app/> yang menampilkan nilai intensitas cahaya ruangan, intensitas kecerahan lampu, dan kondisi lampu.

**Saran**

Perancangan sistem monitoring dalam penelitian ini masih belum sempurna karena terdapat beberapa kendala selama proses penelitian. Saran untuk pengembangan lebih lanjut mencakup perbaikan desain alat, terutama karena daya pada aktuator masih terbatas oleh kabel arus AC. Penggunaan baterai diharapkan dapat menjadi solusi. Selain itu, kabel jumper yang tersambung ke Arduino sering kali terlepas, sehingga disarankan pada penelitian berikutnya untuk melakukan solder pada kabel jumper tersebut.

**Daftar Pustaka**

- [1] M. A. Budiman, V. Reviana and V. Frendiana, "Rancang Bangun Smart Controller untuk Tanaman Anggur di Green House Menggunakan Modul Long Range (LoRa)," *Journal of Communications*, Vol. 3, 2022.
- [2] P. A. Nugraha, E. Rosdiana and A. Qurthobi, "Analisis Pengaruh Intensitas dan Pola Pencahayaan LED (Light Emitting Diode) Berwarna Putih Pada Pertumbuhan Tanaman Pakchoi (*Brassica rapa L*) di Dalam Ruang," *eProceeding of Engineering*, vol. Vol. 7, 2020.
- [3] F. F. Zahara and S. , "Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Proses Fotosintesis," *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, vol. Vol. 7, 2021.
- [4] F. Yuniardi, "Aplikasi Dimmer Switch pada Rak Kultur Sebagai Pengatur Kebutuhan Intensitas Cahaya Optimum Bagi Tanaman In Vitro," *Indonesian Journal of Laboratory*, vol. Vol. 2, 2019.
- [5] M. H. Pramadana, M. Rivai and H. Pirngadi, "Sistem Kontrol Pencahayaan Matahari pada Aquascape," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. Vol. 10, 2021.
- [6] B. H, B. M, K. R and R. S, "Smart platform based on IoT and WSN for monitoring and control of a greenhouse in the context of precision agriculture," *Internet of Things*, vol. Vol. 23, 2023.
- [7] M. Yustiningsih, "Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis Pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung," *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, vol. JBE 4, 2019.
- [8] P. F. Zahra Al-Gadri, W. I. Kusumawati, H. and M. , "Penerapan Controlling Auto Light Dimmer Menggunakan Fuzzy Logic Pada Hidroponik Indoor," *Techno.COM*, vol. Vol. 22, 2023. 22
- [9] F. Suryatini, W. Purnomo and R. R. Harlanti, "Sistem kendali penyemaian bersusun pada tanaman hidroponik berbasis logika fuzzy Tsukamoto dengan aplikasi Blynk," vol. Vol. 3, 2023.
- [10] M. Y. N. Shahrosi, A. Harjianto and L. Nuraini, "Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Suhu Kelembaban dan Intensitas Cahaya pada Tanaman Cabai Berbasis IoT," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. Vol. 7, 2023.
- [11] S. C. Abadi, N. W. Nugraha and S. Aminah, "Implementasi Wireless Sensor Network pada Sistem Manajemen Gedung Menggunakan Protokol Komunikasi Modbus TCP," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. Vol. 10, 2022.
- [12] F. M. Wimundi and S. , "Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau," *Jurusan Biologi*, vol. Vol. 1, 2021.
- [13] A. T. A. A. N. Amrita and D. i. I. N. Setiawan, "Implementasi Sistem Pemantauan Intensitas Cahaya dengan IoT di Plant Factory Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. Vol. 9, 2022.
- [14] H. Y. Putri Al-Jufri, O. Novianti, G. Muhammad, R. Adytya and A. N, "Otomatisasi Pertanian dengan Sensor Soil Moisture, Sensor Cahaya, LED Grow Lamps dan Pompa Air Untuk Pertumbuhan Tanaman Optimal," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. Vol. 11, 2023.
- [15] S. A. Bima Habi, F. C. Lahinta, S. P. Junaedy, S. N. Rumokoy and L. A. Wenno, "Sistem Kontrol Suhu dan Intensitas Cahaya pada Tanaman Hidroponik Bunga Krisan," *JRE (Jurnal Rekayasa Energi)*, vol. Vol. 2, 2023.

## Lampiran

### Lampiran tampilan perangkat keras



### Lampiran hasil antarmuka website

- Tampilan halaman Utama



- Tampilan tabel data

