

Analisis Perbandingan Budidaya *Pogostemon Helferi* (Downoi) Secara *Emersed* Menggunakan Teknologi IoT dan Metode Konvensional

Han Han Maulana¹, Achmad Juliarmann²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112-116 Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40132
E-mail : achmadjuliarmann9@gmail.com¹, hanhan@email.unikom.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan serta membandingkan sistem pembudidayaan *Pogostemon Helferi* (Downoi) berbasis teknologi *IoT* dengan pembudidayaan metode konvensional secara *Emersed*. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini memiliki beberapa tahap diantaranya : 1. analisis kebutuhan sistem, 2. pembangunan perangkat lunak, 3. pembangunan perangkat keras, 4. observasi, 5. pemeliharaan. Untuk membandingkan pertumbuhan tanaman dibuat 2 lingkungan pembudidayaan, pertama lingkungan pembudidayaan menggunakan metode konvensional sedangkan kedua dibuatkan lingkungan pembudidayaan dengan *IoT*, pada lingkungan pembudidayaan ini digunakan mikrokontroler Wemos ESP32 UNO D1 R32, sensor : MHZ-19B (sensor CO_2), SHT-30D (sensor kelembapan udara), BH1750 (sensor intensitas cahaya), RTC-DS3231 (modul jam), aktuator : *mist maker* (aktuator kelembapan udara), *solenoid valve* (aktuator kadar CO_2), *Grow Light LED* (aktuator sumber cahaya). Penelitian ini dilakukan dalam waktu 1 bulan untuk membandingkan pertumbuhan tanaman dari kedua lingkungan pembudidayaan. Hasil pengujian menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara lebar, panjang dan tinggi dari tanaman dari kedua lingkungan pembudidayaan, akan tetapi ada perbedaan yang signifikan dari lingkungan pembudidayaan *IoT* dimana daun dari tanaman sedikit lebih lebar dan bergelombang/keriting serta warna lebih hijau dibandingkan tanaman yang menggunakan cara konvensional. **Kata kunci** : *IoT*, *IoT Emersed*, MHZ-19B, SHT-30D, *Pogostemon Helferi*, Downoi, ESP32

Abstract

This study aims to design, implement, and compare the cultivation system of *Pogostemon helferi* (Downoi) using *IoT*-based technology with conventional emersed cultivation methods. The methodology used in this study consists of several stages, including: 1. system requirements analysis, 2. software development, 3. hardware development, 4. observation, and 5. maintenance. To compare plant growth, two cultivation environments were created: the first using conventional methods and the second utilizing *IoT*-based technology. In the *IoT*-based environment, the system incorporates a Wemos ESP32 UNO D1 R32 microcontroller, sensors such as the MH-Z19B (CO_2 sensor), SHT-30D (air humidity sensor), BH1750 (light intensity sensor), and RTC-DS3231 (real-time clock module). Actuators used include a mist maker (for air humidity control), a solenoid valve (for CO_2 regulation), and LED grow lights (as a light source). The study was conducted over a one-month period to compare the plant growth in both environments. The test results showed no significant differences in the width, length, and height of the plants between the two cultivation methods. However, there was a notable difference in the *IoT*-based cultivation environment, where the plant leaves were slightly wider, more wavy/curled, and greener compared to those grown using conventional methods.

Keywords: *IoT*, *IoT Emersed*, MH-Z19B, SHT-30D, *Pogostemon helferi*, Downoi, ESP32.

1. PENDAHULUAN

Pogostemon helferi (Hook. f.) Press merupakan tanaman hias, termasuk dalam famili *Lamiaceae* yang umumnya dikenal dengan nama lokalnya adalah “*dao-noi*” atau di Indonesia umumnya “*downoi*”, yang berarti “*binatang kecil*” yang biasa tumbuh di Myanmar dan Thailand bagian barat[1]. Pemanfaatan tanaman *aquatic* sebagai hiasan untuk akuarium semakin bertambah setiap tahunnya hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya masyarakat yang mulai menghias ruangan mereka dengan *aquascape*[2], Downoi merupakan salah satu dari tanaman *aquatic* yang lumayan banyak diminati penghobi. Tanaman ini tidak membutuhkan cahaya tinggi, namun semakin banyak cahaya yang diberikan, semakin kompak bentuk pertumbuhannya, dan bentuk kompak itulah yang menarik bagi kebanyakan orang. Di bawah cahaya yang lebih sedikit, tanaman tumbuh lebih tinggi (hingga 15 cm) sedangkan cahaya yang tinggi menghasilkan tunas kompak yang panjangnya tidak lebih dari 5-8 cm, adapun suhu optimal untuk downoi tumbuh dalam rentang 23-30 °C[3], selain itu didapati bahwa *downoi* hidup optimal pada kelembapan udara 80 %[4]. Pada

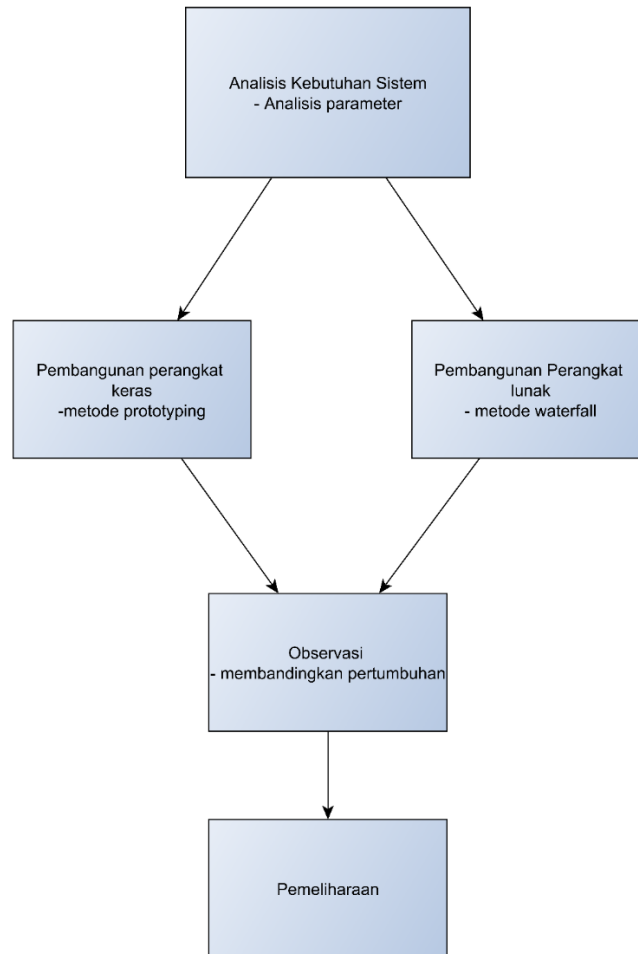
pembudidayaan *downoi* terdapat 2 metode yaitu *Emersed* dan *Submersed*, namun pada metode *submersed* terdapat beberapa kelemahan, untuk menumbuhkan *downoi* dengan optimal dibutuhkan intensitas cahaya yang tinggi, dimana intensitas cahaya yang tinggi, kandungan CO₂ dalam jumlah besar dan kandungan nutrisi yang tinggi mengakibatkan pertumbuhan algae yang signifikan [5]. Pertumbuhan algae dapat memperlambat pertumbuhan tanaman bahkan mengakibatkan tanaman mati, algae menghalangi sumber cahaya untuk tanaman, merampas nutrisi dan CO₂ untuk tanaman [6].

Metode *emersed*, metode ini biasanya digunakan para pembudidaya komersil karena beberapa keunggulan diantaranya tanaman memiliki akses CO₂ yang tak terbatas di udara bebas yang memungkinkan tanaman tumbuh optimal, terlebih lagi tanaman yang dibudidayakan secara *emersed* mengalami lebih sedikit kerusakan selama pengiriman sehingga mengakibatkan persentase kehidupan yang tinggi [7]. Namun metode *emersed* pada lingkungan pembudidayaan dengan luas yang minimal seperti pada akuarium, wadah plastik yang biasa digunakan dalam pembudidayaan konvensional yang disungkup dengan tujuan menjadikan kelembapan udara, CO₂ mengalami degradasi seiring berjalannya waktu karena tanaman terus menerus mengonsumsi CO₂ sehingga mengakibatkan kadar CO₂ tidak mencapai kadar optimalnya, dengan ventilasi yang minimal kelembapan udara dapat dicapai, akan tetapi kondisi tersebut mengakibatkan aliran udara yang sedikit sehingga tidak adanya pertukaran gas CO₂ dari luar wadah pembudidayaan yang mengakibatkan tingkat CO₂ didalam wadah yang disungkup menurun. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan injeksi CO₂ yang terukur. kadar CO₂ dalam rentang 1000 sampai 1500 ppm akan menghasilkan hasil yang jauh lebih baik, sedangkan kadar CO₂ yang melebihi 2000 ppm menjadi racun bagi tanaman, sebagian besar ekspertis menyetujui kadar paling maksimum untuk pertumbuhan tanaman adalah 1500 ppm [8]. Di habitat aslinya, *downoi* hidup dengan paparan sinar matahari penuh, yang setara dengan sekitar 100.000 lux cahaya pada siang hari. Untuk menanam tanaman indoor dengan *grow light LED*, dibutuhkan cahaya yang tinggi, meskipun tidak mencapai 100.000 lux. Menurut [9] Sekitar 15.000 lux pada lampu *grow light LED* sudah dianggap cukup tinggi untuk tanaman. Durasi pencahayaan sekitar 12 jam juga diperlukan, karena tanaman berdaun hijau seperti *downoi* biasanya membutuhkan cahaya selama kurang lebih 12 jam per hari [10]. Pada metode pembudidayaan tanaman secara konvensional tidak mungkin mengontrol CO₂ dan kelembapan udara seperti level yang disebutkan sebelumnya, maka dibutuhkan teknologi untuk mengontrol kedua parameter tersebut. Seiring dengan perkembangan teknologi, Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengoptimalkan budidaya tanaman [11]. IoT memungkinkan pemantauan dan pengaturan kondisi lingkungan secara otomatis dan real-time melalui sensor dan perangkat yang terhubung yang tersebut biasa disebut dengan *smart farming* atau konsep pertanian menggunakan sensor untuk mendapatkan informasi parameter lingkungan pembudidayaan [12], [13].

Berdasarkan yang sudah dipaparkan sebelumnya, akan dilakukan penelitian dengan tujuan untuk membandingkan pertumbuhan *Downoi* yang dibudidayakan secara *emersed* dengan menggunakan teknologi IoT dan metode konvensional. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang efektivitas teknologi IoT dalam budidaya tanaman air, serta memberikan rekomendasi praktis bagi para pembudidaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman mereka.

2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan adalah pendekatan deskriptif, artinya penelitian ini hanya bersifat deskriptif, sehingga tujuan penelitian adalah mengetahui perbandingan pertumbuhan *downoi* yang menghasilkan pertumbuhan yang optimal. **Gambar 1** menunjukkan proses penelitian yang dilakukan.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

2.1 Analisis Kebutuhan sistem

A. Analisis Parameter

Berdasarkan penelitian yang ada didapati bahwa *Pogostemon helferi* hidup optimal pada kelembapan udara 80 %, diketahui juga bahwa kadar CO_2 dalam rentang 1000 sampai 1500 ppm akan menghasilkan hasil yang jauh lebih baik, sedangkan kadar CO_2 yang melebihi 2000 ppm menjadi racun bagi tanaman, sebagian besar ekspertis menyetujui kadar paling maksimum untuk pertumbuhan tanaman adalah 1500 ppm, Serta dibutuhkan sekitar 15.000 lux pada lampu *grow light LED* sudah dianggap cukup tinggi untuk tanaman. Durasi pencahayaan sekitar 12 jam juga diperlukan, karena tanaman berdaun hijau seperti *downoi* biasanya membutuhkan cahaya selama kurang lebih 12 jam per hari. Sehingga dapat dibuat rumus

Lama waktu pencahayaan =

$$\text{lama pencahayaan optimal} + \text{round}(|(100 - \text{persentase lux harian})|) \times \frac{\text{lama pencahayaan optimal}}{100}$$

Misal didapati pencahayaan optimal harian 12 jam dan lux harian 14.500

$$\text{Maka lama pencahayaan} = 12 + \text{round}(|(100 - \frac{100}{15.000} \times 14.500)|) \times \frac{12}{100} = 12 + \text{round}(0.48) = 12 + 0.$$

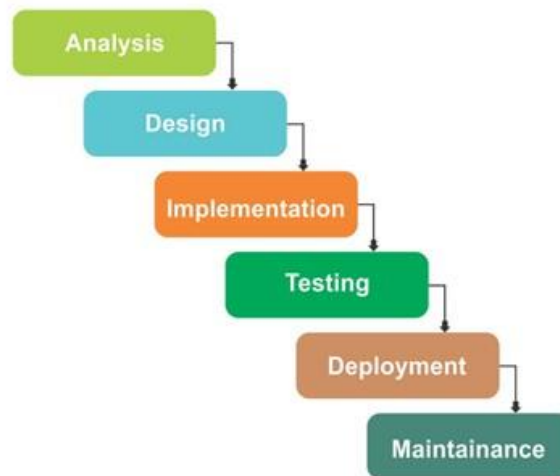
Berdasarkan penjelasan diatas dapat dibuatkan tabel seperti berikut :

Tabel 1 Analisis parameter

Parameter	Kebutuhan
CO2	1000 - 1500 PPM
Kelembapan	Diatas 80%
Intensitas cahaya	15000 LUX
Lama pencahayaan	12 jam

2.2 Metode Pembangunan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini dalam pembangunan perangkat lunak menggunakan metode waterfall yang terdapat beberapa langkah sebagaimana gambar berikut :



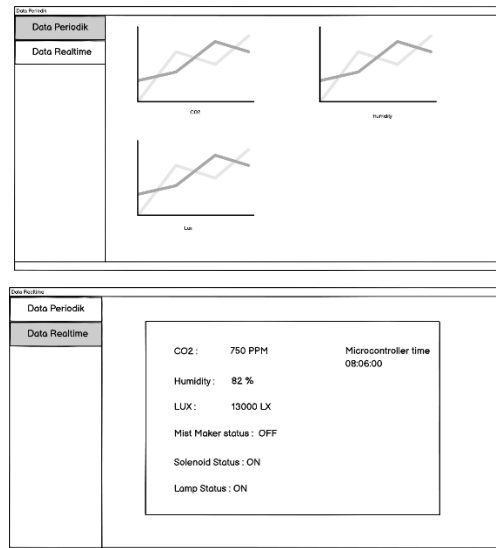
Gambar 2 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

A. Analysis

Tahap awal ini melibatkan identifikasi dan pemahaman terhadap kebutuhan peneliti terkait apa saja fitur yang dibutuhkan pembangunan aplikasi monitoring. Setelah dilakukan analisis didapatkan kebutuhan berupa fitur untuk menampilkan data secara *realtime* dan periodik.

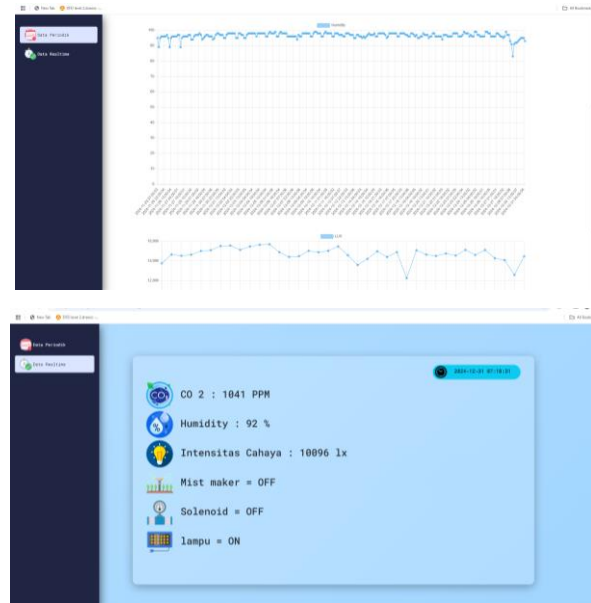
B. Design

Pada tahap ini dilakukan *design* atau perancangan antar muka dari halaman aplikasi monitoring, diantaranya halaman *realtime* dan periodik sebagaimana gambar berikut :



C. Implementation

Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian dari tahap design sebelumnya, berikut gambar dari hasil implementasi :



D. Testing

pada tahap ini dilakukan tes terhadap API, halaman realtime, dan halaman periodik untuk menguji apakah aplikasi sudah berfungsi sebagaimana seharusnya dengan cara mengirimkan data periodik dan realtime menggunakan mikrokontroler.

E. Deployment

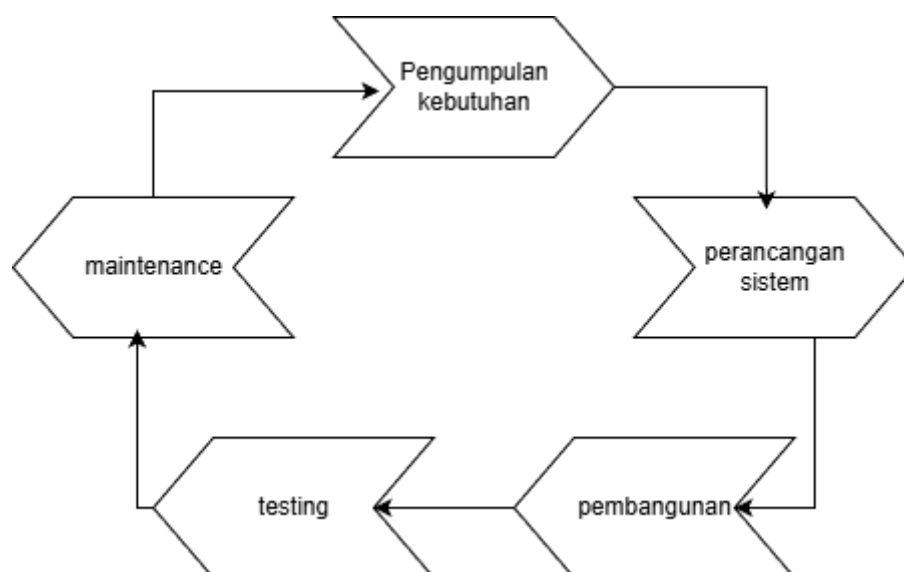
Pada tahap ini dilakukan *hosting* untuk menyimpan dan menjalankan aplikasi atau sistem agar dapat diakses secara online oleh pengguna melalui internet.

F. Maintenance

Pada tahap ini dilakukan maintenance untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan optimal, memperbaiki bug, serta meningkatkan keamanan dan performa sesuai kebutuhan.

2.3 Pembangunan Perangkat Keras

Pada penelitian ini dalam pembangunan perangkat kerasnya menggunakan metode *prototyping* [15] yang terdapat beberapa langkah sebagaimana gambar berikut :



Gambar 3 Metode Pengembangan Perangkat Keras

A. Pengumpulan kebutuhan

A.1 Analisis kebutuhan Mikrokontroler dan Sensor

a. ESP32 UNO D1 R3 Sebagai Mikrokontroler

Wemos ESP32 UNO D1 R32 adalah papan pengembangan berbasis ESP32 yang didesain untuk menyerupai bentuk fisik dan pinout Arduino Uno [14], Salah satu kelebihan dari Wemos ESP32 UNO D1

R32 adalah adanya dukungan untuk sumber daya 5V (VCC 5V) sehingga memungkinkan untuk menggunakan sensor yang membutuhkan daya 5V tanpa harus memberi sumber daya eksternal. Ini merupakan salah satu fitur yang membedakan papan ini dari beberapa papan ESP32 lainnya.

b. SHT-30 Sebagai sensor kelembapan udara

Peneliti memilih sensor SHT dibandingkan DHT karena sensor DHT cenderung memberikan pembacaan yang kurang akurat dalam lingkungan dengan konsentrasi CO₂ tinggi. Hal ini disebabkan oleh sensitivitas sensor DHT terhadap perubahan lingkungan, termasuk pengaruh gas CO₂, yang dapat menyebabkan deviasi pada hasil pengukuran suhu dan kelembaban. Sementara itu, sensor SHT memiliki stabilitas dan akurasi yang lebih baik, sehingga lebih andal untuk digunakan dalam kondisi tersebut.

c. MHZ-19B Sebagai Sensor CO₂

Peneliti memilih sensor MH-Z19B karena sensor ini memiliki akurasi tinggi dalam mengukur konsentrasi CO₂ dengan metode Non-Dispersive Infrared (NDIR), yang lebih andal dibandingkan sensor elektrokimia atau MOS yang rentan terhadap gangguan gas lain. Selain itu, MH-Z19B memiliki kompensasi suhu internal, kalibrasi otomatis, serta rentang pengukuran yang luas (0–5000 ppm), sehingga cocok untuk aplikasi monitoring lingkungan dengan kebutuhan data CO₂ yang stabil dan akurat

d. BH-1750 sebagai sensor intensitas cahaya

Peneliti memilih sensor BH1750 karena sensor ini mampu mengukur intensitas cahaya dengan akurasi tinggi dalam satuan lux, yang sesuai untuk aplikasi pemantauan pencahayaan di lingkungan budidaya tanaman. BH1750 menggunakan komunikasi I²C, sehingga mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32, serta memiliki kompensasi spektral yang baik terhadap berbagai sumber cahaya. Selain itu, sensor ini memiliki konsumsi daya rendah dan mampu bekerja dalam berbagai kondisi pencahayaan tanpa memerlukan kalibrasi eksternal, menjadikannya pilihan yang andal dan efisien.

A.2 Analisis Aktuator

a. Mist Maker sebagai aktuator kelembapan udara

Merupakan perangkat yang digunakan untuk menghasilkan kabut atau uap halus dengan cara mengubah air menjadi tetesan mikro yang sangat kecil yang membuat penggunaan alat ini sebagai aktuator menjadi pilihan yang tepat pada lingkungan kecil dan terdapat beberapa sensor didalamnya karena embun dapat meminimalisir interupsi atau kerusakan yang dapat mengakibatkan korosi pada sensor yang terdapat didalam lingkungan pembudidayaan seperti BH1750 dan SHT30-D.

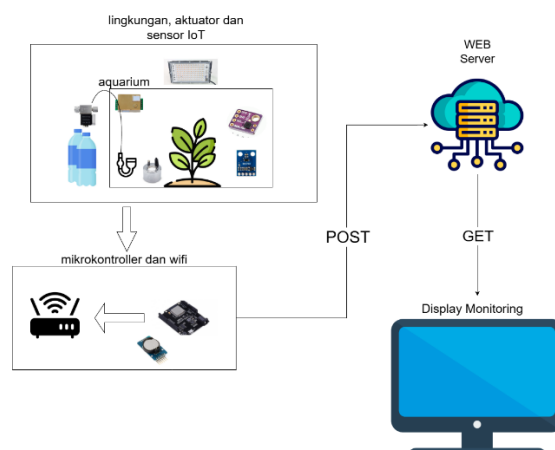
b. Solenoid Valve sebagai aktuator pengontrol kadar CO₂

Solenoid valve memungkinkan pengaturan aliran CO₂ secara otomatis menggunakan listrik. Katup dapat diintegrasikan dengan sensor, atau sistem kontrol lain untuk membuka dan menutup aliran tanpa intervensi manual. Aktuator ini hidup jika kadar co₂ ≤ 1000 ppm berdasarkan kadar penelitian bahwa kadar co₂ yang optimal adalah 1000-1500 ppm.

c. Grow Light LED 50 watt

Merupakan jenis lampu LED yang dirancang untuk meniru spektrum penuh cahaya matahari, mencakup panjang gelombang cahaya dari ultraviolet (UV) hingga inframerah (IR). Lampu ini sangat cocok untuk budidaya tanaman karena memberikan spektrum cahaya yang diperlukan untuk mendukung semua tahap pertumbuhan tanaman, mulai dari perkecambahan hingga panen. Pemilihan lampu dengan daya 50 watt dikarenakan lampu ini dapat mendekati kebutuhan cahaya yang mencapai nilai 15.000 lux.

A.3 Analisis Arsitektur Sistem

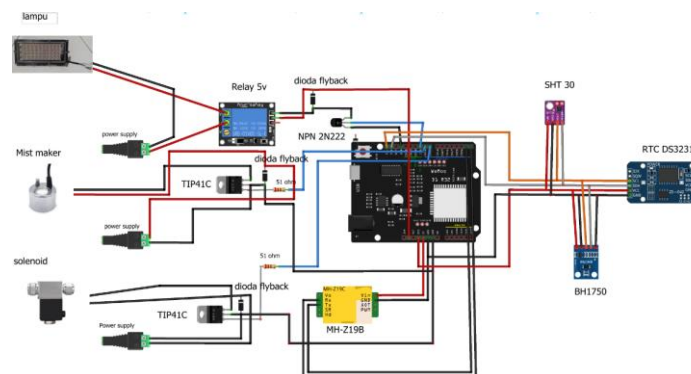


Penjelasan arsitektur sistem :

- 1) Pada lingkungan ditempatkan didalam akuarium sensor : MHZ-19B, BH-1750, SHT-30-D untuk mengukur parameter di dalam lingkungan pembudidayaan
- 2) Didalam akuarium selain sensor, ditempatkan tanaman dan *diffuser* CO2 sebagai tempat keluarnya injeksi gas CO2 yang berasal dari botol yang dimana aliran gas co2 tersebut diatur oleh *solenoid valve*, selain itu di luar aquarium ditempatkan lampu sebagai aktuator sumber cahaya.
- 3) Aktuator-aktuator dan sensor yang terdapat di lingkungan pembudidayaan terhubung dengan mikrokontroller yang dimana mikrokontroller ini terhubung dengan modul jam untuk mengatur kapan lampu hidup dan mati, mikrokontroller terhubung ke wifi untuk terhubung ke internet lalu melakukan POST data dari sensor yang terhubung ke web server dimana aplikasi dihosting
- 4) Display monitoring melakukan request GET ke web server lalu menampilkan data dari sensor

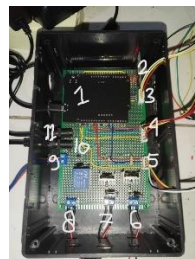
B. Perancangan sistem

1. Wiring diagram



C. Pembangunan

Pada tahap ini dilakukan implementasi dari wiring diagram diatas dengan melakukan penyolderan perangkat ke PCB sebagaimana gambar berikut :



Deksripsi gambar :

- 1) mikrokontroller
- 2) modul RTC-DS3221 sebagai modul jam dimana data dari modul ini dijadikan acuan kapan mengirim data periodik dan kapan lampu hidup dan mati.
- 3) *socket* terminal untuk sensor MHZ-19B
- 4) *socket* terminal untuk sensor BH1750
- 5) *socket* terminal untuk sensor SHT-30-D
- 6) terminal PCB block untuk solenoid
- 7) terminal PCB block untuk mist maker
- 8) terminal PCB block untuk lampu LED
- 9) terminal PCB block untuk power supply LED
- 10) terminal PCB block untuk power supply mist maker
- 11) terminal PCB block untuk power supply solenoid

D. Testing

Pada tahap ini dilakukan testing dari masing-masing sensor dan aktuator, pada tes ini dikaatakan berhasil untuk sensor dan aktuator CO2 ketika sensor CO2 bernilai ≤ 1000 ppm, maka *solenoid valve* menyala, sedangkan untuk sensor dan aktuator kelembapan udara ketika sensor bernilai $\leq 80\%$, maka *mist maker* menyala.

E. maintenance

Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian alat pada lingkungan penelitian yang sudah dibangun, jika terdapat kendala maka dilakukan *troubleshoot* pada alat yang sudah dibangun.

2.4 Observasi

A. Perbandingan pertumbuhan

Pada bagian ini dilakukan perbandingan pertumbuhan tanaman yang diambil dalam rentang waktu per 7 hari dengan alasan downoi baru memperlihatkan pertumbuhan yang signifikan dalam rentang waktu 7 hari.

Kesimpulan :

Hari terakhir menunjukan perbedaan panjang, tinggi dan lebar tidak menunjukan perbedaan yang signifikan, konvensional menunjukan keunggulan dari ke 3 hal tersebut pada batang ke 1 gagal adaptasi sehingga tidak dapat dibandingkan. Pada batang ke 2 konvensional lebih unggul dalam lebar, jumlah tunas dan tinggi yang tidak lebih dari IoT yang dimana ini menunjukan menjadi indikator kerapatan tanaman yang mempengaruhi keindahan, dimana semakin rendah pertumbuhan tingginya maka akan semakin terlihat rapat. Pada batang ke 3 IoT hanya mengungguli dalam hal panjang dan tinggi, sedangkan konvensional mengungguli dalam jumlah tunas, lebar. Pada batang ke 4 keunggulan konvensional masih lebih dari IoT dalam hal jumlah tunas dan panjang dengan perbedaan 2 cm, sedangkan jumlah tunas perbedaannya sampai dengan 9 tunas.

Batang ke 1 = (tidak dapat dibandingkan karna batang ke 1 konvensional gagal adaptasi)

Batang ke 2 = konvensional unggul dalam 2 hal (tinggi dan jumlah tunas) sedangkan IoT hanya dalam 2 hal lainnya sama dengan konvensional

Batang ke 3 = konvensional unggul dalam 2 hal (lebar, dan jumlah tunas) sedangkan IoT unggul dalam 2 hal lainnya tinggi dan panjang

Batang ke 4 = konvensional unggul dalam 2 hal (panjang dan jumlah tunas) sedangkan IoT unggul dalam 2 hal lainnya yaitu tinggi dan lebar

B. Perbandingan parameter

Pada tahap ini dilakukan perbandingan parameter yang diabatasi hanya pada waktu pagi, siang dan sore. Pengukuran parameter CO_2 , suhu dan kelembapan udara lingkungan pembudidayaan secara konvensional menggunakan alat ukur kualitas udara digital umum yang banyak dijual di *marketplace*, sedangkan untuk mengukur parameter intensitas cahaya digunakan sensor yang sama yang digunakan pada lingkungan pembudidayaan dengan IoT yaitu BH1750, adapun gambar dari alat ukur kualitas udara tersebut, sebagaimana berikut :



Gambar 4 Alat digital untuk pengukuran parameter konvensional

berikut data perbandingan parameter dari kedua lingkungan pembudidayaan :

Kesimpulan :

Pada parameter kelembapan udara dan suhu tidak melampaui atau dibawah parameter optimal, dimana parameter optimal untuk kelembapan udara $\geq 80\%$ sedangkan parameter optimal untuk suhu $23-30^\circ C$. Adapun pada parameter kadar CO_2 lingkungan pembudidayaan IoT hampir selalu berada pada parameter optimal, meskipun demikian hasil pertumbuhan tanaman IoT tidak menunjukan perbedaan pertumbuhan yang signifikan dibandingkan konvensional, sedangkan pada intensitas cahaya parameter lingkungan pembudidayaan konvensional jauh melebihi nilai lux IoT ketika pagi dan siang yang dimana hari tersebut tidak ada yang menghalangi sinar matahari ke lingkungan pembudidayaan.

2.5 Pemeliharaan

Penjualan merupakan urat nadi suatu usaha, baik dalam mencapai penjualan yang menguntungkan maupun dalam menarik pembeli dengan mempelajari daya tariknya serta mengetahui hasil dari produk yang dihasilkannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

1) Hari ke 1 dan hari ke 30



2) hari ke 1 dan hari ke 30 IoT



3.2. Pembahasan

Berdasarkan pada tahap perbandingan pertumbuhan diambil kesimpulan bahwa tanaman konvensional jauh lebih unggul dalam hal jumlah tunas sedangkan untuk ke 3 hal lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang jauh. Adapun keunggulan dari tanaman yang ditumbuhkan menggunakan teknologi IoT dimana daun dari tanaman sedikit lebih lebar dan bergelombang/keriting serta warna lebih hijau dibandingkan tanaman yang menggunakan cara konvensional.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem dengan IoT dapat meningkatkan tingkat keberhasilan adaptasi bibit akan tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam beberapa aspek seperti pertumbuhan tinggi dan lebar tanaman, sehingga jika akan dilakukan perbandingan lanjutan ada hal yang perlu diperhatikan yaitu sumber cahaya, dilihat dari jumlah tunasnya, metode konvensional jauh lebih unggul, kemungkinan diakibatkan oleh sumber cahayanya karena berdasarkan perbandingan parameter parameter yang lebih unggul yaitu intensitas cahaya dari lingkungan pembudidayaan konvensional, sedangkan parameter seperti suhu, kelembapan udara tidak menunjukkan perbedaan yang jauh, IoT menunjukkan parameter yang optimal untuk kadar CO₂ tapi tidak menunjukkan pertumbuhan yang lebih optimal dibanding konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tarepunda, N. 2004. Little Star, Aqua Star-the Magnificent One, *Pogostemon helferi*.
- [2] Sholichah, L., Yamin, M., Ginanjar, R., & Meilisza, N. (2020). Anubias (*Anubias* sp.) propagation trough hydroponic culture technique. *Journal of Physics: Conference Series*, 1422(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1422/1/012024>
- [3] Tropica, "Pogostemon helferi." [Online] Available: <https://tropica.com/en/articles/pogostemon-helferi/>.
- [4] M. Wangwibulkit and S. Vajrodaya, "Ex-situ propagation of *Pogostemon helferi* (Hook. f.) Press using tissue culture and a hydroponics system," *Agric. Nat. Resour.*, vol. 50, no. 1, pp. 20–25, 2016, doi: 10.1016/j.anres.2015.11.001.
- [5] C. Sorokin and R. W. Krauss, "The Effects of Light Intensity on the Growth Rates of Green Algae.," *Plant Physiol.*, vol. 33, no. 2, pp. 109–113, 1958, doi: 10.1104/pp.33.2.109.
- [6] Aquariumgarden, "the fight against algae". [Online]. Available : [https://www.aquariumgardens.co.uk/the-fight-against-algae-38-w.asp#:~:text=Algae smothers plants%2C blocking light,weekly water changes of 50%25](https://www.aquariumgardens.co.uk/the-fight-against-algae-38-w.asp#:~:text=Algae%20smothers%20plants%20blocking%20light,weekly%20water%20changes%20of%2050%25).
- [7] "emersed vs submerged grown aquatic plants for aquascaping." [Online]. Available : <https://buceplant.com/blogs/aquascaping-guides-and-tips/emersed-vs-submerged-grown-aquatic-plants-for-aquascaping>
- [8] N. E. Debouza and T. Ksikisi, "The impact of elevated temperatures and CO₂ on seed germination and early plant morphology : The case of native Fabaceae plants in the UAE," pp. 1–9, 2024, doi: 10.3897/ia.2024.135233.
- [9] J. Brittnacher, "Grow Venus flytraps indoors," *Carniv. Plant Newsl.*, vol. 48, no. 4, pp. 178–182, 2019, doi: 10.55360/cpn484.jb249
- [10] T. J. Peterswald *et al.*, "Moving Away from 12:12; the Effect of Different Photoperiods on Biomass Yield and Cannabinoids in Medicinal Cannabis," *Plants*, vol. 12, no. 5, pp. 1–15, 2023, doi: 10.3390/plants12051061.
- [11] A. Ikechukwu, "What is IoT? The Internet of Things explained," no. July 2021, pp. 1–9.
- [12] L. Hou *et al.*, "Internet of Things Cloud: Architecture and Implementation," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 54, no. 11, pp. 32–39, 2016, doi: 10.1109/MCOM.2016.1600398CM.
- [13] H. Maulana and H. Kanai, "Development of Precision Agriculture Models for Medium and Small-Scale Agriculture in Indonesia," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 879, no. 1, 2020, doi:10.1088/1757-899X/879/1/012085.
- [14] R. Vivin, N. Riza, A. Erna, D. Astuti, M. Pramudia, dan D. Rahmawati, *Fundamental Internet of Things (IoT) Teori dan Aplikasi*. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara, 2023.
- [15] Roger S. Pressman and B. R. Maxim, *Software engineering : a practitioner's approach*, vol. 8, no. 1. McGraw-Hill Education, 2015.