

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

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1)

Achmad Juliarman

10120061



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

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

ACHMAD JULIARMAN
10120061

Telah disetujui dan disahkan di Bandung pada tanggal :

4 Maret 2025



Ketua Program Studi
Teknik Informatika

Hanhan Maulana, M.Kom., Ph.D.
NIP. 41277006134

Pembimbing

Hanhan Maulana, M.Kom., Ph.D.
NIP. 41277006134

Mengetahui,



Dekan Fakultas
Teknik dan Ilmu Komputer

Assoc. Prof. Dr. Ir. Herman S. Soegoto, MBA
NIP. 412770002

DAFTAR ISI

ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
Kata Pengantar	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	15
1.1. Latar Belakang Masalah.....	15
1.2. Identifikasi Masalah	18
1.3. Maksud dan Tujuan	19
1.4. Batasan Masalah	19
1.5. Metodologi Penelitian	20
1.5.2. Perancangan	22
1.5.3. Pembangunan Sistem	22
1.5.4. Observasi.....	25
1.5.5. Pemeliharaan	26
2.1. Sistematika Penulisan	26
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	28
2.1. Internet of Things (IoT)	28
2.2. Microcontroller	28
2.2.1. Wemos ESP32 UNO D1 R32.....	29
2.3. MH-Z19B.....	31
2.4. SHT30-D.....	32

2.5.	RTC-DS3231.....	33
2.6.	Relay	35
2.7.	Transistor 2N2222 NPN.....	36
2.8.	Transistor TIP41C	38
2.9.	Resistor	39
2.10.	Dioda.....	40
2.11.	Arduino IDE.....	41
2.12.	Website.....	42
2.13.	Application Programming Interface (API)	42
2.14.	Mysql	43
2.15.	PHP	43
2.16.	Entity Relationship Diagram (ERD)	44
2.17.	Wiring Diagram	44
2.18.	<i>Mist Maker</i>	45
2.19.	<i>CO2 Solenoid valve</i>	46
2.20.	<i>Grow Light LED</i>	47
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM		50
3.1.	Analisis Kebutuhan sistem.....	50
3.1.1	Analisis Parameter	50
3.2.	Pembangunan perangkat keras.....	56
3.2.1.1.	Pengumpulan kebutuhan	57

3.3. Metode <i>waterfall</i>	71
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	76
4.1. Implementasi	76
4.1.1. Implementasi Perangkat Lunak	76
4.1.2. Implementasi Perangkat Keras	78
4.1.3. Perbandingan	90
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	106
5.1. Kesimpulan	106
5.2. Saran	106
LAMPIRAN A LISTING PROGRAM ARDUINO	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian	21
Gambar 1. 2 metode prototyping	23
Gambar 1. 3 metode waterfall.....	24
Gambar 2. 1. Wemos ESP32 UNO D1 R32.....	29
Gambar 2. 2. MH-Z19B.....	31
Gambar 2. 3. SHT30-D.....	32
Gambar 2. 4. RTC-DS3231.....	33
Gambar 2. 5. Relay	35
Gambar 2. 6. Transistor 2N2222.....	36
Gambar 2. 7. Transistor TIP4C	38
Gambar 2. 8. Resistor.....	39
Gambar 2. 9. Dioda.....	40
Gambar 2. 10. Mist Maker	46
Gambar 2. 11. co2 Solenoid Valve.....	47
Gambar 2. 12. Grow Light LED	48
Gambar 2. 13. pogostemon helferi aka downoi	49
Gambar 3. 1. sensor kelembapan udara	57
Gambar 3. 2. sensor karbon dioksida.....	58
Gambar 3. 3. sensor intensitas cahaya	59
Gambar 3. 4 mist maker.....	61

Gambar 3. 5 solenoid valve.....	62
Gambar 3. 6 grow light LED	63
Gambar 3. 7. Arsitektur sistem diusulkan.....	64
Gambar 3. 8. Wiring Diagram Quick Design.....	66
Gambar 3. 9. flow chart kontrol kelembapan udara.....	68
Gambar 3. 10. flow chart kontrol sumber cahaya	69
Gambar 3. 11. flow chart kontrol CO2.	70
Gambar 3. 12. usecase diagram	71
Gambar 3. 13. class diagram.....	72
Gambar 3. 14. sequence diagram data realtime	73
Gambar 3. 15. sequence diagram halaman data periodik	74
Gambar 3. 16. perancangan halaman data realtime	75
Gambar 3. 17. perancangan halaman data realtime	75
Gambar 4. 1. halaman data periodik	77
Gambar 4. 2. halaman data realtime	77
Gambar 4. 3. prototype development.....	79
Gambar 4. 4. persiapan tabung co2.....	80
Gambar 4. 5. peletakan tanaman lingkungan IoT	81
Gambar 4. 6. peletakan sensor	82
Gambar 4. 7. pembangunan lingkungan konvensional	83

Gambar 4. 8. testing aktuator dan sensor co2 ketika kadar co2 dibawah parameter optimal	84
Gambar 4. 9. testing aktuator ketika kadar CO2 mencapai parameter optimal	85
Gambar 4. 10. testing aktuator kelembapan udara ketika parameter dibawah optimal.	86
Gambar 4. 11. testing aktuator dan sensor kelembapan udara ketika paramter mencapai nilai optimal.....	87
Gambar 4. 12. testing aktuator dan sensor cahaya ketika minim intensitas cahaya ...	88
Gambar 4. 13. testing sumber cahaya dan sensor intensitas cahaya	89
Gambar 4. 14. alat ukur kualitas udara digital	103

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Kebutuhan non fungsional	52
Tabel 3. 2. Minimal kebutuhan perangkat lunak.....	53
Tabel 3. 3. Perangkat lunak saat ini	53
Tabel 3. 4. Minimal kebutuhan perangkat keras	54
Tabel 3. 5. Perangkat keras saat ini	55
Tabel 3. 6. Tabel Kebutuhan Fungsional.....	56
Tabel 3. 7. tabel analisis parameter	51
Tabel 4. 1.. parameter hari ke 1	104
Tabel 4. 2. parameter hari ke 2.....	104
Tabel 4. 3. Parameter hari ke 3.....	105

ABSTRAK

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

Oleh :

Achmad Juliarman

10120061

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 menunjukan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara lebar, panjang dan tinggi dari tanaman dari ke dua 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

Comparative Analysis of Pogostemon Helpferi (Downoi) Cultivation in Emerged Conditions Using IoT Technology and Conventional Methods

by

Achmad Juliarman

10120061

This study aims to design, implement, and compare the cultivation system of Pogostemon helferi (Downoi) using IoT-based technology with conventional emerged 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 (CO₂ 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 CO₂ 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 Emerged, MH-Z19B, SHT-30D, Pogostemon helferi, Downoi, ESP32.

Kata Pengantar

Segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunianya atas ilmu-ilmu yang hadir pada dunia dan hingga akhirnya dapat memperindah seluruh aspek kehidupan dan peradaban manusia sejak permulaan zaman. Selawat beserta salam semoga selalu teriring kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan yang membawa keberkahan ilmu bagi seluruh umat manusia, serta kepada keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya yang selalu taat dan mengikuti seluruh ajaran ajarannya. Kemudian, seluruh doa tersampaikan kepada guru, dosen dan ustadz yang telah memberikan penulis pencerahan dan ilmu yang bermanfaat yang semoga diberikan keberkahan dan kesehatan oleh Allah SWT.

Skripsi berjudul “**Analisis Perbandingan Budidaya Pogostemon Helferi(Downoi) Secara Emerged Menggunakan Teknologi IoT dan Metode Konvensional**” disusun sebagai bentuk pemenuhan syarat dalam mendapatkan gelar sarjana strata 1 (satu) Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia. Skripsi ini dipersembahkan sebagai bentuk hasil pembelajaran selama masa belajar dalam perkuliahan sekaligus bentuk pemenuhan atas kewajiban sebagai warga negara Indonesia yang cinta terhadap kebudayaan dan peradaban bangsa.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini sangat amat jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan dalam proses penulisan dan penelitian. Namun, demikian penulis dengan rendah hati menerima segala bentuk kritik dan saran sebagai bentuk pengembangan dan pembangunan kearah yang lebih baik dalam muatan dan seluruh isi. Dengan ini pula, penulis berharap hasil dari penelitian ini dapat digunakan dan menjadi sebuah pengalaman sekaligus sumber ilmu bagi seluruh bangsa

Indonesia dan dunia. Semoga, seluruh proses beserta hasil yang telah dilakukan dapat diridhoi oleh Allah SWT sehingga akhirnya dapat membawa keberkahan atas kehendak-Nya.

Skripsi ini terwujud atas doa, bantuan, bimbingan, nasehat, dukungan serta sumbangan pikiran dan sumber daya dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada bagian ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut andil dalam proses penulisan dan penelitian skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Apresiasi dan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan keberkahan ilmu, kesehatan, rezeki, kesempatan serta kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang tak henti-hentinya mengirimkan doa yang sangat bermanfaat serta segala dukungan dan kesabaran yang diberikan kepada penulis hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh keluarga, terkhusus kepada Saudara-saudara kandung yang tetap mendukung dengan segala kekurangan adik mereka ini dengan segala kesabaran.
4. Bapak Hanhan Maulana, M.Kom., Ph.D. selaku pembimbing skripsi sekaligus Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Komputer Indonesia.
5. Bapak Assoc. Prof. Dr. Ir. H. Eddy Soeryanto Soegoto, MT. Rektor Universitas Komputer Indonesia.
6. Bapak Dr. Ir. Herman S. Soegoto, MBA. Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.

7. Bapak Sopian Alviana S.Kom., M.Kom. selaku penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis.
8. Tati Harihayati M., S.T., selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
9. Segenap pengajar dan civitas akademik Progam Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia yang telah mengajarkan ilmu-ilmu yang bermanfaat bagi penulis sehingga akhirnya dapat diamankan khususnya pada skripsi ini. Terkhusus kepada dosen wali penulis Bapak Irfan Maliki, S. T., M. T. yang telah memberikan.
10. Terimakasih kepada kawan – kawan yang tidak hentinya bercanda sehingga penulis tidak merasakan ketegangan skripsi .

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

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 “bintang kecil” yang biasa tumbuh di Myanmar dan Thailand bagian barat [1]. Di habitat aslinya *Pogostemon helferi* dapat tumbuh di dalam air maupun di atas permukaan air, di atas permukaan air tanaman ini biasanya tumbuh di antara beberapa jeram kecil menempel pada bebatuan sekitaran sungai dimana air memercik langsung ke tanaman, *downoi* hidup di perairan bersuhu 25 °C dengan hamparan ganggang biru-hijau di bagian tengah sungai yang menunjukkan tingginya konsentrasi nutrisi di sungai sungai tersebut, Jika kandungan unsur hara dalam air terlalu rendah, tanaman akan bertunas dengan jarak antar daun berjauhan, dan daun berwarna hijau muda [2]. Suhu optimal untuk *downoi* tumbuh dalam rentang 23-30 °C [3].

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]. Pada penelitian sebelumnya ditemukan bahwa *Pogostemon helferi* yang diberi sedikit pupuk (disini peneliti menggunakan Benziladenin atau BA) mempengaruhi tinggi tanaman, semakin sedikit pupuk maka akan tumbuh semakin tinggi yang dimana hal tersebut mempengaruhi keindahan *downoi*, selain itu didapati bahwa *Pogostemon helferi* hidup optimal pada kelembapan udara 80 % [4].

Budidaya tanaman air, khususnya *Downoi* (*Pogostemon helferi*), cukup diminati baik untuk keperluan hobi maupun komersial. Downoi dikenal sebagai tanaman yang menarik dan memiliki nilai estetika tinggi untuk akuarium dan aquascape. Namun, budidaya Downoi memerlukan perhatian khusus, terutama jika dilakukan secara *emersed*, budidaya secara *emersed* adalah metode menumbuhkan tanaman air dengan bagian akarnya berada dalam air sementara bagian daunnya dan batangnya berada di atas permukaan air. Metode ini berbeda dengan budidaya *submersed*, di mana seluruh bagian tanaman terendam di dalam air. dalam hal pengaturan kondisi lingkungan seperti cahaya, kelembaban, dan nutrisi. Metode konvensional yang mengandalkan pemantauan dan pengaturan manual sering kali menghadapi tantangan dalam memastikan kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman ini.

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 [16]. Pertumbuhan *algae* dapat memperlambat pertumbuhan tanaman bahkan mengakibatkan tanaman mati, *algae* menghalangi sumber cahaya untuk tanaman, merampas nutrisi dan CO₂ untuk tanaman [17].

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 [18]. 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 menjaga 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 yang baik bagi tanaman 475–600 ppm meningkatkan fotosintesis daun dengan rata-rata 40%, konsentrasi karbon dioksida juga penting dalam mengatur keterbukaan stomata, pori-pori tempat tumbuhan bertukar gas dengan lingkungannya [19]. Pada literasi lain menunjukkan bahwa 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 [21]. Pada metode konvensional juga pembudidaya sering mendapati kesusahan dalam menjaga level kelembapan tanaman yang menyebabkan tanaman kering [20]. 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. IoT memungkinkan pemantauan dan pengaturan kondisi lingkungan secara otomatis dan real-time melalui sensor dan perangkat yang terhubung. Penggunaan teknologi IoT dalam budidaya tanaman dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, dan memastikan kondisi optimal secara konsisten.

Belum banyak penelitian yang secara khusus membandingkan efektivitas budidaya Downoi secara *emersed* menggunakan teknologi IoT dengan metode konvensional.

Penelitian ini penting untuk mengetahui apakah teknologi IoT benar-benar memberikan manfaat signifikan dibandingkan metode tradisional, serta untuk mengevaluasi potensi adopsi teknologi ini di kalangan pembudidaya.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan *dDownoi* 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.

1.2. Identifikasi Masalah

Budidaya tanaman air *Downoi* (*Pogostemon helferi*) secara *emersed* menghadapi beberapa tantangan utama, diantaranya sebagai berikut:

1. Keterbatasan Metode *Emersed* Konvensional

Metode konvensional dalam budidaya tanaman mengandalkan pemantauan secara manual dimana pemantauan dengan cara tersebut rentan terhadap kelalaian manusia seperti yang disebutkan diatas .

2. *Emersed* konvensional Tidak Dapat Mengontrol CO₂ di lingkungan

Emersed konvensional tidak dapat mengontrol kadar CO₂ di lingkungan pembudidayaan, sedangkan untuk mencapai hasil yang maksimal kadar CO₂ sebaiknya dalam rentang 1000 - 1500 ppm, sehingga dibutuhkan lingkungan pembudidayaan yang terdapat pengontrol kadar CO₂ di udara.

3. Dibutuhkan lingkungan penelitian pembudidayaan dengan metode konvensional dan menggunakan IoT untuk membandingkan metode mana yang menghasilkan pertumbuhan yang optimal.

1.3. Maksud dan Tujuan

1.3.1. Maksud

1. Membuat lingkungan pembudidayaan IoT yang dapat mengontrol kelembapan udara sesuai kebutuhan tanaman sesuai dengan parameter yang dapat menghasilkan pertumbuhan optimal.
2. Membuat lingkungan pembudidayaan IoT yang dapat mengontrol kadar CO₂ udara sesuai kebutuhan tanaman sesuai dengan parameter yang dapat menghasilkan pertumbuhan optimal.
3. Membuat lingkungan pembudidayaan menggunakan metode konvensional dengan menggunakan IoT sebagai perbandingan metode mana yang lebih optimal pertumbuhannya.

1.3.2. Tujuan:

1. Menghilangkan potensi kelalaian yang mengakibatkan gagal pembudidayaan yang disebabkan pengeringan tanaman.
2. Memaksimalkan kadar CO₂ lingkungan pembudidayaan.
3. Memberikan informasi metode mana yang lebih optimal dalam menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik sebagai dasar pengambilan keputusan dalam membudidayakan tanaman.

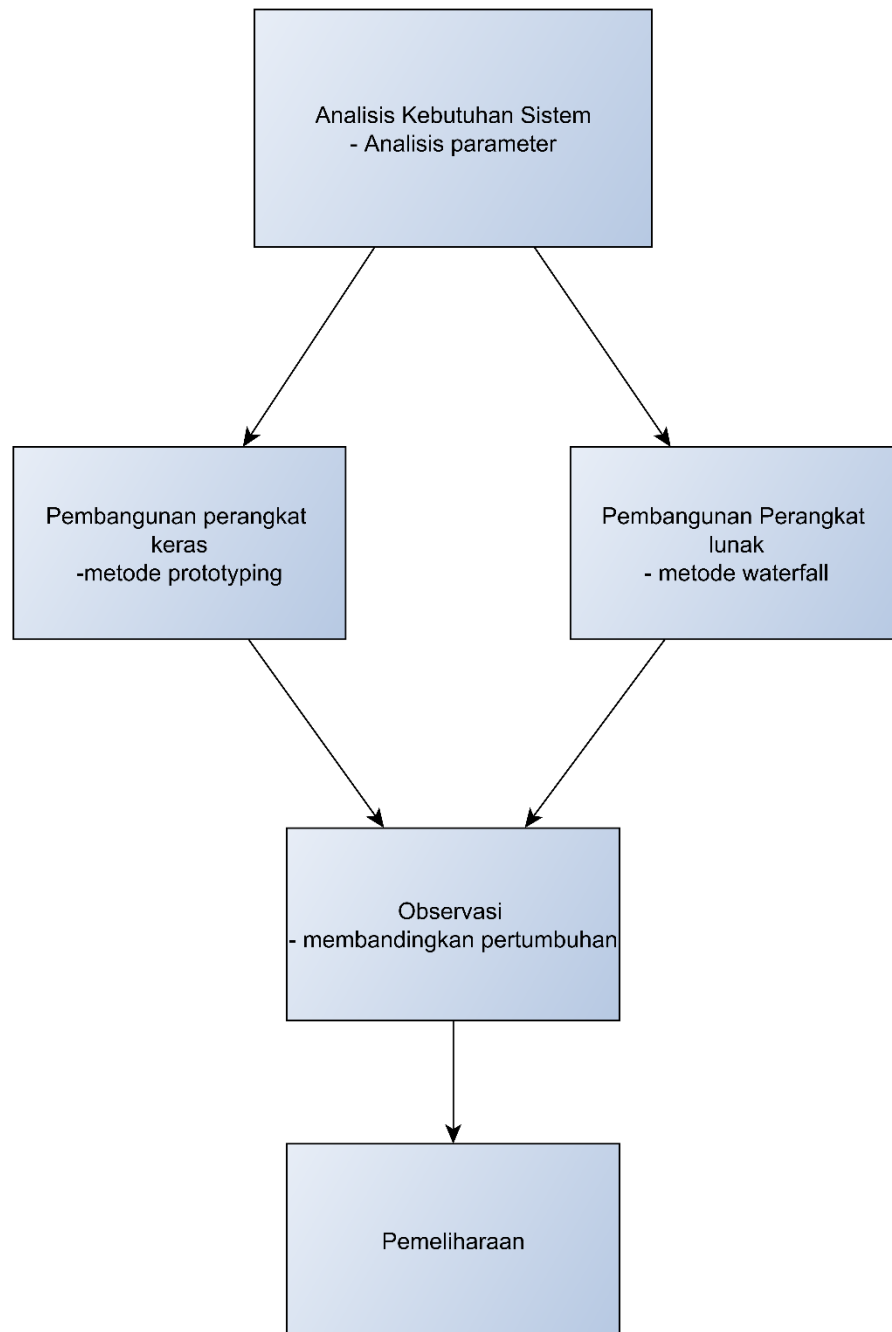
1.4. Batasan Masalah

1. Subjek lingkungan penelitian terbagi menjadi dua yaitu lingkungan budidaya dengan metode konvensional dan lingkungan budidaya menggunakan IOT

2. Jumlah tanaman dari masing masing lingkungan penelitian berjumlah 4 batang downoi
3. Pada lingkungan pembudidayaan IoT hanya terdapat pengontrolan 3 parameter lingkungan pembudidayaannya yaitu CO_2 , kelembapan udara dan pengontrolan lama waktu hidup sumber cahaya
4. Penelitian dilakukan dalam waktu 1 bulan.
5. Data pertumbuhan dari masing masing tanaman diambil per 7 hari.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini menggunakan metodologi kuantitatif. Pada bagian ini akan menjelaskan prosedur atau langkah - langkah dalam mendapatkan pengetahuan ilmiah atau ilmu. Adapun Langkah - langkah penelitian yang akan digunakan akan dituangkan pada gambar berikut :



Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian

1.5.1. Analisis Kebutuhan sistem

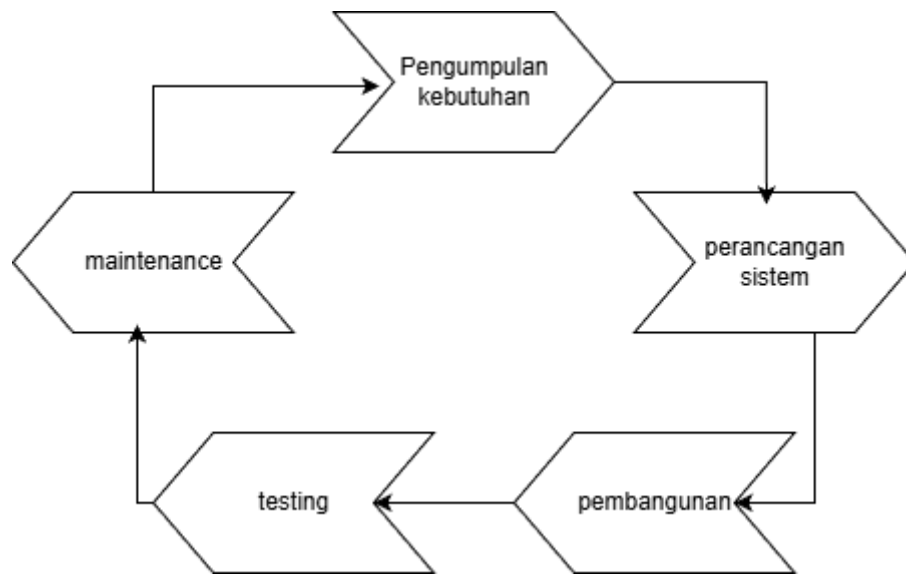
1. Analisis Parameter : menganalisis parameter-parameter yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman. Analisis ini mencakup berbagai faktor lingkungan dan kondisi fisik yang mempengaruhi proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Beberapa parameter utama yang dianalisis meliputi intensitas cahaya (lux), kelembapan, dan CO_2 . Dengan memahami kebutuhan dan kondisi optimal untuk setiap parameter, diharapkan dapat diterapkan metode yang tepat untuk mencapai hasil budidaya yang maksimal dan efisien.

1.5.2. Perancangan

1. Wiring Diagram : Merancang diagram pengkabelan yang menunjukkan bagaimana komponen perangkat keras dalam sistem akan terhubung satu sama lain.
2. Flow Chart sistem : menggambarkan proses yang dilakukan sistem dengan menunjukkan langkah-langkah secara visual
3. Perancangan tampilan aplikasi monitoring : merancang tampilan aplikasi yang akan dibuat.

1.5.3. Pembangunan Sistem

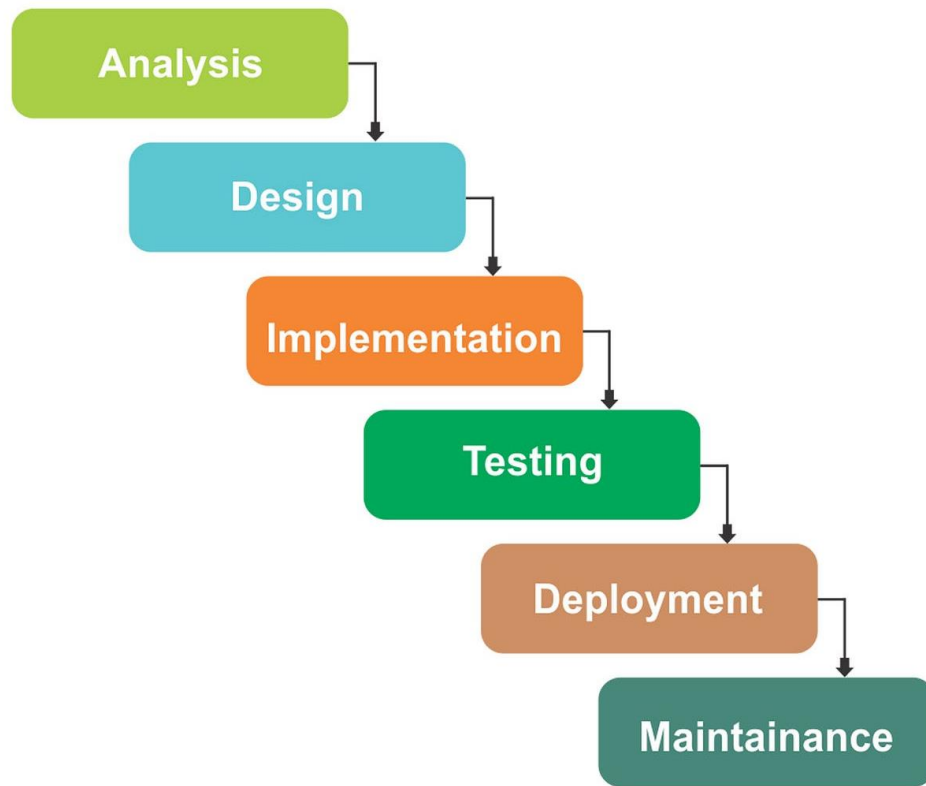
1. Metode *prototyping* : pendekatan pengembangan perangkat lunak dalam konteks penelitian ini pengembangan perangkat IoT yang berguna untuk proyek dengan persyaratan yang tidak jelas atau berubah. Ini melibatkan pembuatan versi awal produk perangkat lunak, yang disebut prototipe, yang menunjukkan fitur dasar dan fungsionalitas yang diinginkan peneliti.



Gambar 1. 2 metode prototyping

- a. Pengumpulan kebutuhan : pada tahap ini, dilakukan pengkajian sensor dan aktuator apa saja yang dibutuhkan.
 - b. Perancangan sistem : pada tahap ini, desain alat yang dibuat sederhana, desain ini memberikan gambaran singkat tentang sistem dan alur dari proses sistem.
 - c. Pembangunan : selama fase ini, prototipe alat sebenarnya dibangun berdasarkan informasi dari perancangan sistem.
 - d. *testing* : pada tahap ini, dilakukan testing terhadap alat yang sudah dibangun, baik aktuator maupun sensor.
 - e. *maintenance* : Tahap ini merupakan proses berulang hingga mencapai hasil akhir. tahap ini berakhir saat prototipe telah dibuat dan memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan oleh peneliti.
2. Metode *Waterfall* : pada pembangunan aplikasi monitoring untuk penelitian ini menggunakan metode *waterfall* yang merupakan model pengembangan perangkat

lunak yang linear dan sekuensial. Dinamakan “*Waterfall*” karena alur pengembangannya mengalir ke bawah seperti air terjun, melalui serangkaian tahapan yang terstruktur dan berurutan.



Gambar 1. 3 metode waterfall

- a. *Requirement analysis* : Tahap awal ini melibatkan identifikasi dan pemahaman terhadap kebutuhan pengguna dan pemangku kepentingan
- b. *Design* : Pada tahap ini, persyaratan yang telah dikumpulkan diterjemahkan menjadi desain perangkat lunak yang spesifik.

c. *Development* : Tahap ini melibatkan proses pengkodean atau implementasi aktual dari *software* berdasarkan desain yang telah ditentukan sebelumnya.

d. *Testing* : Setelah implementasi selesai, *software* akan diuji untuk memastikan bahwa itu berfungsi sesuai dengan persyaratan yang ditentukan sebelumnya. Pengujian meliputi pengujian fungsionalitas, pengujian kesalahan (bug), pengujian integrasi, dan pengujian kinerja.

e. *Deployment* : pada tahap ini aplikasi di simpan ke hosting yang sudah dibeli agar bisa diakses melalui internet sehingga alat dapat mengirimkan data *realtime* dan periodik

f. *Maintenance* : pada tahap ini dilakukan untuk memastikan sistem tetap berfungsi secara optimal sehingga alat tetap bisa mengirimkan data *realtime* maupun data periodik.

1.5.4. Observasi

Pada tahap ini melibatkan pemantauan dan evaluasi pertumbuhan tanaman baik yang menggunakan metode konvensional maupun IOT dalam pembudidayaannya di lapangan.

1.5.4.1. Membandingkan pertumbuhan

Pada tahap ini, peneliti membandingkan pertumbuhan downoi untuk menghasilkan kesimpulan metode mana yang lebih optimal pembudidayaan menggunakan metode konvensional atau menggunakan teknologi IoT.

1.5.5. Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan adalah fase akhir dalam siklus pengembangan sistem, yang berfokus pada menjaga sistem agar tetap berfungsi dengan baik pada saat implementasi. Dengan melakukan pemantauan sistem secara real-time melalui aplikasi web untuk memastikan semua sensor berfungsi dengan baik dan menjaga sistem tetap berjalan

2.1. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini disusun untuk memberikan gambaran umum tentang penelitian yang akan dijalankan. Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah yang akan dihadapi, menentukan tujuan dan kegunaan penelitian yang kemudian diikuti dengan pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas bahan kajian, konsep dasar, dan teori dari para ahli yang relevan dengan penelitian. Juga, peninjauan terhadap permasalahan serta sintesis penelitian-penelitian dan kajian serupa sebelumnya yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pemecahan masalah pada penelitian ini.

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi analisis kebutuhan dalam membangun aplikasi yang terdiri dari analisis masalah, analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Selain itu, terdapat juga perancangan antarmuka untuk sistem yang akan dibangun sesuai hasil analisis yang telah dilakukan.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini membahas implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem yang mencakup pengujian fungsionalitas dan kinerja sistem secara keseluruhan dalam kondisi nyata.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan pengujian, serta saran yang diberikan untuk penelitian lebih lanjut atau untuk penerapan praktis hasil penelitian

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet of Things (IoT)

IoT adalah salah satu teknologi pendukung “Industri 4.0”. Tujuannya adalah koneksi manusia dengan mesin dan teknologi pintar. Internet of Things (IoT) mengacu pada perangkat komputer yang saling berhubungan yang melakukan pertukaran dalam jumlah besar data dengan kecepatan tinggi [7]. Mesin ke mesin, mesin ke infrastruktur, mesin ke lingkungan, Internet of Everything, Internet of Intelligent Things, IoT terdiri dari mesin cerdas yang dapat berinteraksi dan berkomunikasi dengan mesin lain, objek, lingkungan dan infrastruktur. Hasilnya, menciptakan data dalam volume yang sangat besar, sehingga data itu menjadi tindakan yang dapat “memerintah dan mengendalikan” hal-hal yang membuat hidup kita lebih mudah dan aman sehingga mengurangi dampak kita terhadap lingkungan [8].

Berdasarkan hal tersebut membuka peluang pembudidaya tanaman aquatic untuk mengadopsi IoT dalam proses pembudidayaannya. Dengan IoT, berbagai faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, kelembapan dan lain-lain dapat dipantau dan dikendalikan secara otomatis dan real-time.

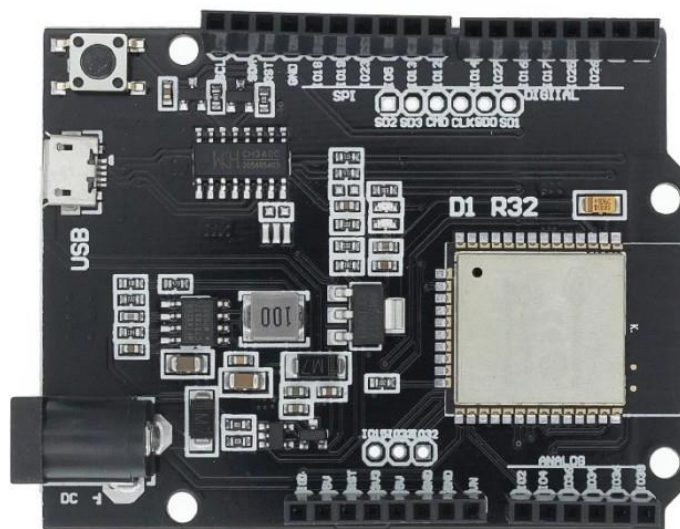
Pembahasan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian. Misalnya, teori pertumbuhan tanaman dalam media air, atau teori ekosistem perairan yang mendasari sistem budidaya tanaman aquatic.

2.2. Microcontroller

Mikrokontroler adalah komponen elektronik yang digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik dengan menggunakan program, dan menghubungkan perangkat elektronik dengan internet. Mikrokontroler ini biasanya dihubungkan ke modul WiFi

atau Bluetooth sehingga mereka dapat mengirim dan menerima data ke internet dan dari perangkat Internet of Things (IoT) lainnya. Bantuan mikrokontroler memungkinkan perangkat IoT mengumpulkan data dari sensor, memprosesnya, dan kemudian mengirimkan data tersebut ke server untuk diolah dan digunakan tergantung dengan kepentingan [9].

2.2.1. Wemos ESP32 UNO D1 R32



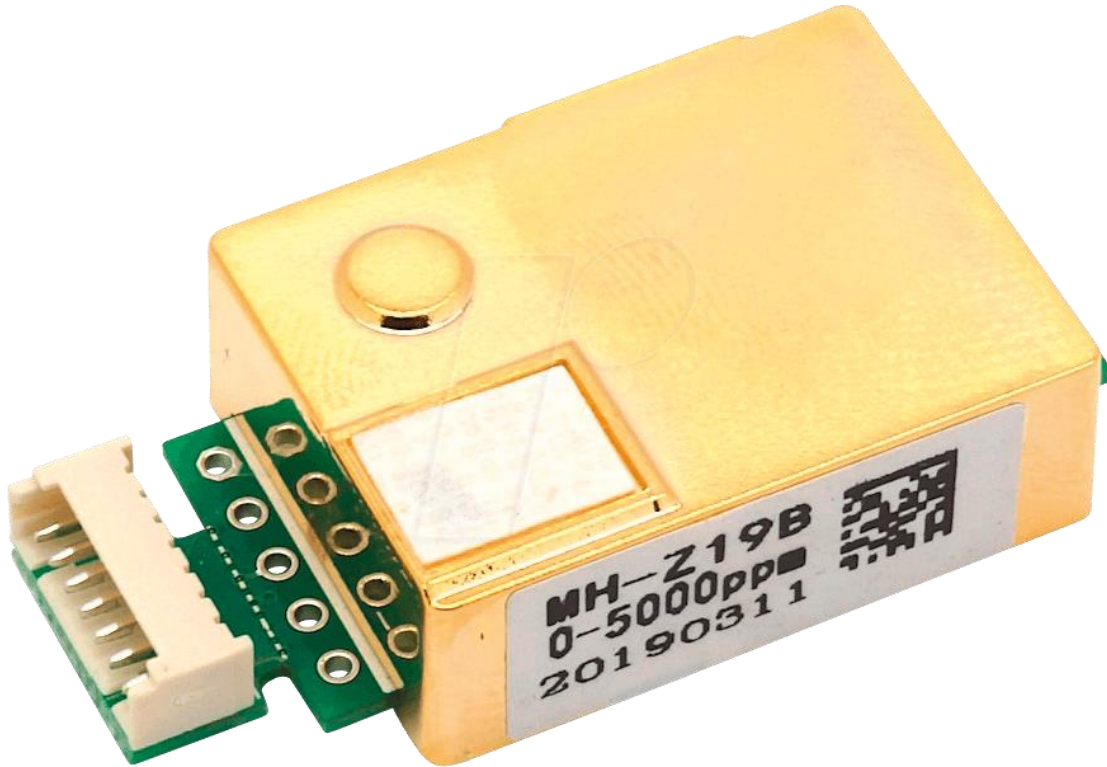
Gambar 2. 1. Wemos ESP32 UNO D1 R32

Wemos ESP32 UNO D1 R32 adalah papan pengembangan berbasis ESP32 yang didesain untuk menyerupai bentuk fisik dan pinout Arduino Uno [10], namun dengan kemampuan dan fitur yang lebih canggih karena menggunakan chip ESP32

yang mendukung Wi-Fi dan Bluetooth memungkinkan papan ini digunakan untuk aplikasi IoT (Internet of Things) yang memerlukan komunikasi nirkabel seperti mengirim data ke cloud atau server yang membutuhkan jaringan internet.

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.

2.3. MH-Z19B

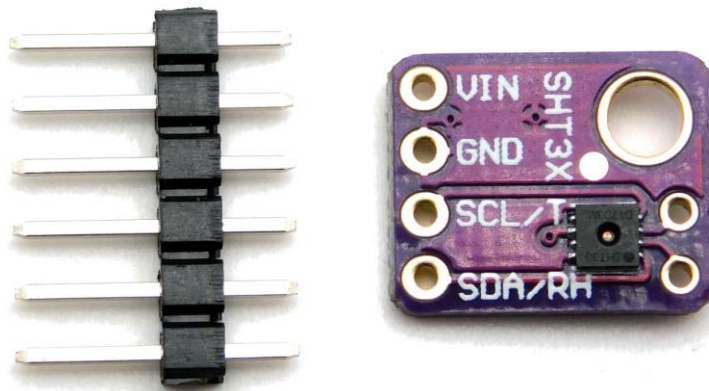


Gambar 2. 2. MH-Z19B

MH-Z19B adalah sensor gas CO₂ (karbon dioksida) yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti monitoring kualitas udara, sistem ventilasi pintar, dan pengendalian lingkungan. Sensor ini menggunakan teknologi non-dispersive infrared (NDIR) untuk mengukur konsentrasi CO₂ dalam udara. Metode NDIR memungkinkan sensor untuk mendeteksi gas dengan akurasi yang tinggi dan keandalan yang baik, karena teknologi ini tidak terpengaruh oleh faktor lingkungan seperti kelembapan atau suhu, yang sering mempengaruhi metode pengukuran gas lainnya. Dengan menggunakan panjang gelombang tertentu yang diserap oleh CO₂, sensor ini dapat mengukur kadar gas dengan tepat [11].

MH-Z19B memiliki kelebihan dalam hal kestabilan dan respons cepat, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran CO2 secara real-time. Sensor ini juga dapat memberikan output analog maupun digital, yang memudahkan integrasi dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, atau Raspberry Pi. Selain itu, MH-Z19B dilengkapi dengan fitur kalibrasi otomatis yang memungkinkan sensor untuk mempertahankan akurasi pengukuran dalam jangka panjang. Dengan kemampuan ini, sensor MH-Z19B menjadi pilihan yang sangat baik untuk aplikasi yang berfokus pada pengendalian kualitas udara, pengukuran emisi, dan pengelolaan ventilasi di ruang tertutup.

2.4. SHT30-D



Gambar 2. 3. SHT30-D

SHT30-D adalah sensor suhu dan kelembapan digital yang dikembangkan oleh Sensirion, perusahaan yang dikenal dengan inovasi teknologi sensor berkualitas tinggi. Sensor ini dirancang untuk memberikan pengukuran suhu dan kelembapan relatif (RH)

dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi. Sebagai bagian dari keluarga sensor SHT3x, SHT30-D menawarkan kinerja yang andal dengan kompensasi suhu internal untuk meningkatkan akurasi di berbagai kondisi lingkungan. Sensor ini juga memiliki kalibrasi pabrik yang memastikan keakuratan data tanpa memerlukan pengaturan tambahan dari pengguna. Oleh karena itu, SHT30-D sering digunakan dalam sistem otomasi rumah, perangkat IoT, dan proyek monitoring lingkungan.

Selain itu, SHT30-D memiliki waktu respon yang cepat, memungkinkan pengukuran suhu dan kelembapan dalam waktu sekitar 500 ms. Fitur ini sangat berguna untuk aplikasi yang memerlukan data real-time, seperti sistem pemantauan iklim mikro atau pengendalian kelembapan di lingkungan tertutup. Sensor ini beroperasi melalui antarmuka I2C, yang memudahkan integrasi dengan mikrokontroler populer seperti Arduino dan ESP32. Selain itu, desainnya yang hemat energi menjadikannya pilihan ideal untuk perangkat bertenaga baterai. Dengan ketahanan terhadap lingkungan yang keras dan kemampuan pengukuran yang presisi, SHT30-D menjadi solusi andal untuk berbagai kebutuhan sensor suhu dan kelembapan.

2.5. RTC-DS3231

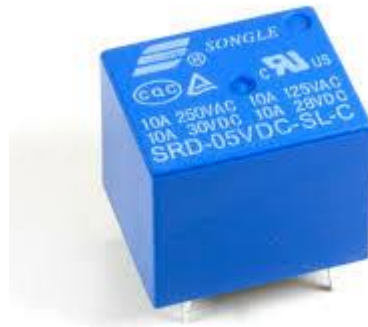


Gambar 2. 4. RTC-DS3231

RTC DS3231 adalah modul Real-Time Clock (RTC) yang dirancang untuk mencatat waktu dengan akurasi tinggi. Modul ini menggunakan chip DS3231 yang memiliki osilator kristal terintegrasi dan kompensasi suhu, sehingga dapat mempertahankan ketepatan waktu meskipun terjadi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya. Dengan fitur tersebut, DS3231 mampu mengurangi penyimpangan waktu yang umum terjadi pada RTC konvensional. Modul ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pencatatan waktu secara real-time, seperti sistem otomasi, perangkat pencatatan data, dan proyek IoT.

Selain itu, DS3231 juga memiliki fitur baterai cadangan yang memungkinkan modul ini untuk terus berjalan meskipun daya utama dimatikan, menjaga agar waktu tetap akurat. Modul ini mendukung pencatatan waktu hingga detik, serta tanggal, bulan, dan tahun, dan dapat secara otomatis menangani tahun kabisat. Dengan antarmuka I2C yang mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan Raspberry Pi, DS3231 menjadi pilihan utama dalam proyek-proyek yang membutuhkan pencatatan waktu yang presisi dan handal.

2.6. Relay



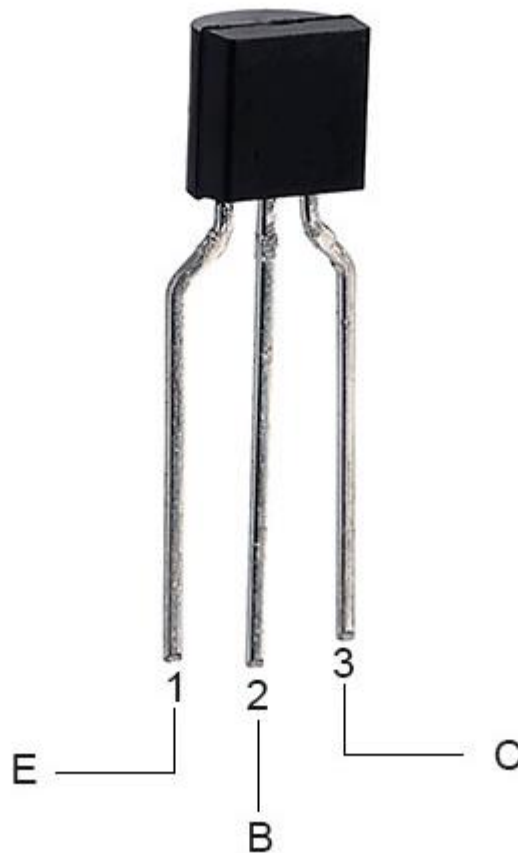
Gambar 2. 5. Relay

Relay adalah perangkat elektrik yang berfungsi untuk mengendalikan sirkuit menggunakan sinyal listrik kecil untuk mengoperasikan saklar yang mengontrol sirkuit atau perangkat dengan daya yang lebih besar. Secara sederhana, relay memungkinkan pengguna untuk menghidupkan atau mematikan perangkat yang membutuhkan daya tinggi dengan menggunakan sinyal kontrol yang lebih kecil, seperti yang dihasilkan oleh mikrokontroler atau sistem elektronik lainnya. Ini memberikan fleksibilitas bagi sistem elektronik untuk mengendalikan berbagai perangkat tanpa perlu menghubungkan langsung sistem kontrol dengan perangkat yang membutuhkan daya besar. Relay sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti otomasi, kontrol motor, pencahayaan, dan sistem keamanan.

perangkat elektrik yang berfungsi untuk mengendalikan sirkuit menggunakan sinyal listrik kecil untuk mengoperasikan saklar yang mengontrol sirkuit atau perangkat dengan daya yang lebih besar. Secara sederhana, relay memungkinkan pengguna untuk menghidupkan atau mematikan perangkat yang membutuhkan daya tinggi dengan menggunakan sinyal kontrol yang lebih kecil, seperti yang dihasilkan

oleh mikrokontroler atau sistem elektronik lainnya. Ini memberikan fleksibilitas bagi sistem elektronik untuk mengendalikan berbagai perangkat tanpa perlu menghubungkan langsung sistem kontrol dengan perangkat yang membutuhkan daya besar. Relay sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti otomasi, kontrol motor, pencahayaan, dan sistem keamanan.

2.7. Transistor 2N2222 NPN



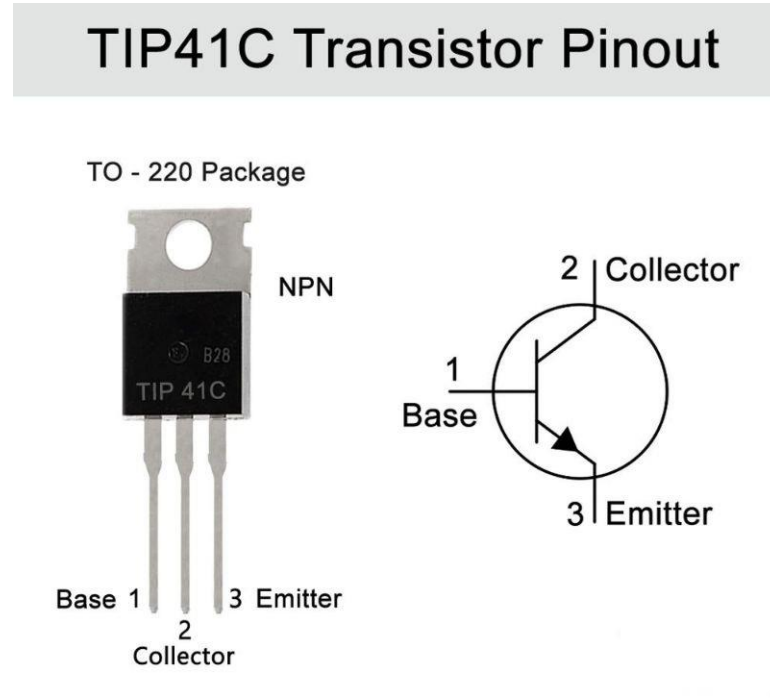
Gambar 2. 6. Transistor 2N2222

2N2222 adalah transistor bipolar junction transistor (BJT) tipe NPN yang sangat populer dan sering digunakan dalam aplikasi elektronika. Transistor ini

dirancang untuk menguatkan sinyal atau berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengendalikan aliran arus dalam rangkaian. Dengan karakteristiknya yang handal dan daya tahan yang baik, 2N2222 banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti penguat audio, saklar logika, dan kontrol perangkat daya kecil. Dalam penggunaannya, transistor ini memiliki kemampuan untuk menangani arus kolektor hingga 800mA dan tegangan kolektor-emitter maksimal 40V, sehingga cocok untuk banyak rangkaian elektronika.

Salah satu aplikasi umum 2N2222 adalah dalam sistem kontrol relay, seperti yang digunakan dengan papan mikrokontroler berbasis ESP32 atau Wemos D1 R32 yang hanya menyediakan output 3.3V. Meskipun mikrokontroler ini beroperasi pada tegangan rendah, 2N2222 dapat digunakan untuk mengendalikan relay yang membutuhkan tegangan lebih tinggi, seperti 5V atau 12V, dengan memanfaatkan kemampuan transistor untuk mengalirkan arus yang lebih besar melalui relay. Dengan cara ini, transistor bertindak sebagai saklar untuk mengontrol aliran daya, memungkinkan mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat eksternal yang membutuhkan daya lebih besar tanpa membebani pin output mikrokontroler.

2.8. Transistor TIP41C



Gambar 2. 7. Transistor TIP4C

TIP41C adalah transistor NPN yang termasuk dalam kategori **bipolar junction transistor (BJT)**, dan biasanya digunakan dalam aplikasi daya (power transistor). Transistor ini dirancang untuk menguatkan sinyal listrik atau bertindak sebagai sakelar untuk mengendalikan aliran daya dalam rangkaian elektronik. Sebagai transistor daya, TIP41C memiliki kemampuan untuk mengalirkan arus yang lebih besar, membuatnya cocok untuk aplikasi seperti pengendalian motor, penguat audio, dan switching dalam rangkaian power supply. TIP41C memiliki spesifikasi kolektor-emitter maksimal 60V dan dapat mengalirkan arus kolektor hingga 6A, menjadikannya ideal untuk penggunaan dengan perangkat yang membutuhkan daya tinggi.

Selain itu, TIP41C memiliki keuntungan dalam kecepatan switching dan efisiensi daya yang baik, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat dengan kebutuhan daya besar secara lebih stabil. Transistor ini biasanya digunakan dalam rangkaian dengan tegangan dan arus sedang hingga tinggi, serta sering digunakan dalam rangkaian penguat audio dan sirkuit switching. Dengan daya tahan yang cukup baik, TIP41C juga menyediakan pelindung terhadap kerusakan berlebih berkat spesifikasi rating daya dan suhu yang cukup tinggi. Keandalannya menjadikannya pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi elektronik dan otomasi.

2.9. Resistor



Gambar 2. 8. Resistor

Resistor adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Dengan nilai resistansi tertentu, resistor digunakan untuk mengontrol arus listrik dan membagi tegangan, sehingga melindungi komponen lain dari kerusakan akibat arus berlebih. Resistor juga

membantu menyesuaikan level sinyal, mengatur waktu pengisian dan pengosongan kapasitor, serta membentuk filter dalam rangkaian analog. Sebagai komponen pasif, resistor tidak memerlukan sumber daya eksternal untuk beroperasi dan hanya mengubah sebagian kecil energi listrik menjadi panas.

Resistor tersedia dalam berbagai jenis dan ukuran, dengan nilai resistansi yang dinyatakan dalam satuan ohm (Ω). Nilai ini ditentukan oleh kode warna atau angka yang dicetak pada badan resistor. Beberapa jenis resistor umum meliputi resistor tetap, variabel (potensiometer), dan termistor yang peka terhadap suhu. Resistor juga memiliki toleransi, yang menunjukkan seberapa akurat nilai resistansinya dibandingkan nilai nominalnya. Dengan perannya yang serbaguna, resistor menjadi komponen penting dalam berbagai aplikasi elektronik, mulai dari rangkaian sederhana hingga sistem elektronik yang kompleks.

2.10. Dioda



Gambar 2. 9. Dioda

Dioda adalah komponen elektronik yang memungkinkan aliran arus listrik hanya dalam satu arah. Secara umum, dioda memiliki dua terminal: anoda (positif) dan katoda (negatif). Ketika tegangan pada anoda lebih tinggi daripada

katoda, dioda akan menghantarkan arus (disebut sebagai kondisi forward-bias). Sebaliknya, jika tegangan pada katoda lebih tinggi daripada anoda, dioda akan mencegah aliran arus (reverse-bias).

dioda juga bisa digunakan sebagai pelindung rangkaian yang disebut dioda flyback. Dioda flyback, juga dikenal sebagai dioda freewheeling atau dioda penahan induktif, adalah dioda yang dipasang paralel dengan komponen induktif (seperti relay, motor, atau solenoid) untuk melindungi rangkaian dari lonjakan tegangan yang berbahaya.

2.11. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang dirancang untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino. IDE ini menyediakan antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna, sehingga cocok untuk pemula maupun pengembang berpengalaman. Pengguna dapat menulis kode dalam bahasa pemrograman Arduino, yang merupakan turunan dari C dan C++, untuk mengontrol berbagai perangkat keras seperti sensor, aktuator, motor, dan modul komunikasi. Selain itu, Arduino IDE mendukung berbagai papan mikrokontroler, termasuk Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, serta papan berbasis ESP32 dan ESP8266, yang sering digunakan dalam proyek IoT.

Arduino IDE juga dilengkapi dengan berbagai fitur seperti editor kode dengan pewarnaan sintaks, pustaka (library) bawaan untuk mempercepat pengembangan, dan alat untuk memantau komunikasi serial secara real-time. Dengan dukungan komunitas yang besar, pengguna dapat dengan mudah menemukan contoh kode, pustaka tambahan, dan panduan pemecahan masalah untuk mempercepat proses pengembangan proyek. Selain itu, Arduino IDE bersifat open-source dan tersedia untuk berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux, menjadikannya platform yang fleksibel untuk eksperimen dan pengembangan sistem berbasis mikrokontroler.

2.12. Website

Kumpulan halaman yang berisi informasi digital seperti teks, gambar, animasi, suara, dan video yang disediakan melalui internet, sehingga setiap orang di seluruh dunia dapat mengaksesnya dan melihatnya. Sebuah situs web biasanya terdiri dari setidaknya satu server web yang dapat diakses melalui jaringan seperti internet atau jaringan wilayah lokal, juga dikenal sebagai LAN.

World Wide Web (WWW) adalah kumpulan semua situs web yang tersedia untuk umum di internet. Bahasa umum yang dikenal sebagai HTML digunakan untuk membuat halaman web. Perangkat lunak yang disebut browser digunakan oleh web browser untuk menerjemahkan script HTML ini sehingga setiap orang dapat melihat informasi dalam bentuk yang dapat dibaca [13]. Pada konteks penelitian ini web digunakan untuk menampilkan data periodic dari sensor dan data realtime dari sensor.

2.13. Application Programming Interface (API)

Application Programming Interface atau API adalah protokol sebagai perantara komunikasi antara program-program yang berinteraksi. API juga dapat didefinisikan sebagai kumpulan protokol, fungsi, dan perintah yang memungkinkan programmer membuat perangkat lunak untuk sistem operasi tertentu. API memfasilitasi interaksi antara berbagai komponen perangkat lunak, baik yang berada dalam satu sistem maupun yang berada pada sistem yang berbeda [14].

Komponen API meliputi Endpoint (titik akhir yang diwakili oleh URL), Request (permintaan dari klien ke server dengan metode HTTP seperti GET, POST, PUT, DELETE), Response (tanggapan dari server berisi data atau status operasi), dan Methods/Verbs (metode penanganan permintaan seperti GET untuk mengambil data, POST untuk mengirim data, PUT untuk memperbarui data, dan DELETE untuk

menghapus data). Pada konteks penelitian ini API digunakan perantara pengiriman data dari Wemos ESP32 ke server.

2.14. Mysql

Mysql adalah salah satu DBMS (Database Management System) yang paling banyak digunakan oleh para pemrogram aplikasi web adalah MySQL. Dalam sistem database tak relasional, semua data disimpan pada satu bidang besar, yang kadang-kadang membuat data sulit untuk diakses.

Namun, karena MySQL adalah sistem database relasional, dia memiliki kemampuan untuk mengelompokkan informasi ke dalam tabel atau grup-grup informasi yang terkait, masing-masing tabel memuat bidang-bidang yang berbeda yang menampilkan setiap bit informasi [15]. Pada konteks penelitian ini mysql digunakan untuk menyimpan data sensor periodic dan realtime.

2.15. PHP

PHP merupakan bahasa pemrograman **server-side** yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi web dinamis dan interaktif. PHP digunakan untuk menghasilkan konten dinamis pada halaman web dan berfungsi di sisi **server**, artinya PHP memproses permintaan dan menghasilkan output sebelum mengirimkan data ke browser pengguna.

PHP banyak digunakan untuk membangun **website, sistem manajemen konten** (CMS), dan aplikasi web lainnya. Pada konteks penelitian ini digunakan untuk membuat API dan back-end dari halaman untuk menampilkan data sensor.

2.16. Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah sebuah diagram yang digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antar entitas dalam suatu sistem basis data. ERD membantu merancang struktur basis data dengan menampilkan elemen-elemen utama, seperti entitas, atribut, dan relasi, dalam bentuk diagram yang mudah dipahami. Dengan ERD, desainer basis data dapat mengidentifikasi bagaimana data saling berhubungan serta memastikan struktur data yang dirancang memenuhi kebutuhan sistem. Diagram ini juga sering digunakan untuk mendokumentasikan model konseptual basis data sebelum diimplementasikan secara fisik.

Dalam ERD, entitas direpresentasikan sebagai persegi panjang yang melambangkan objek atau tabel, sedangkan atributnya ditampilkan sebagai elips yang terhubung ke entitas. Hubungan antar entitas digambarkan dengan garis atau berlian yang menunjukkan jenis relasi, seperti satu-ke-satu (1:1), satu-ke-banyak (1:N), atau banyak-ke-banyak (M:N). Diagram ini juga mencakup kunci utama (primary key) dan kunci asing (foreign key) untuk mendefinisikan keterkaitan antar tabel. Dengan struktur yang jelas dan terorganisir, ERD menjadi alat penting dalam proses pengembangan sistem basis data, mulai dari tahap perancangan hingga implementasi dan pemeliharaan.

2.17. Wiring Diagram

Wiring Diagram adalah gambar teknis yang digunakan untuk menunjukkan hubungan dan pengkabelan antara berbagai komponen dalam suatu sistem listrik atau elektronik. Diagram ini memperlihatkan bagaimana kabel atau kawat terhubung dan rute yang diambil untuk menghubungkan komponen seperti sakelar, resistor, motor, panel kontrol, dan sumber daya listrik. Dengan informasi visual yang jelas, wiring diagram mempermudah pemahaman tentang cara kerja suatu rangkaian serta membantu dalam proses perakitan dan pemasangan. Diagram ini juga sering digunakan

oleh teknisi dan insinyur untuk memastikan bahwa sistem listrik dirancang dan dipasang dengan benar sesuai spesifikasi.

Selain untuk pemasangan, wiring diagram juga berfungsi sebagai panduan perawatan dan pemecahan masalah pada sistem yang telah terpasang. Diagram ini menampilkan simbol standar untuk berbagai komponen, sehingga mempermudah identifikasi bagian-bagian dalam rangkaian. Wiring diagram biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari instalasi rumah tangga, peralatan elektronik, hingga sistem otomasi industri yang lebih kompleks. Dengan dokumentasi yang terstruktur, wiring diagram menjadi alat penting untuk memastikan keandalan dan keselamatan sistem listrik atau elektronik yang dirancang dan dioperasikan.

2.18. *Mist Maker*

Mist Maker adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk menghasilkan kabut atau uap air guna meningkatkan kelembapan udara di sekitarnya. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan teknologi ultrasonik yang menggetarkan membran keramik pada frekuensi tinggi untuk memecah air menjadi partikel mikroskopis. Kabut yang dihasilkan tidak hanya berfungsi sebagai pelembap udara, tetapi juga menciptakan suasana yang sejuk dan nyaman di lingkungan sekitarnya. Karena kemampuannya ini, Mist Maker sering digunakan dalam sistem pengendalian kelembapan untuk tanaman, ruangan, atau perangkat inkubasi yang memerlukan tingkat kelembapan stabil.



Gambar 2. 10. Mist Maker

2.19. CO2 Solenoid valve

Solenoid Valve adalah perangkat elektromekanis yang digunakan untuk mengontrol aliran gas atau cairan dalam berbagai aplikasi. Dalam sistem aquascape atau akuarium tanaman, solenoid valve berfungsi mengatur aliran CO₂ dari tabung gas ke dalam akuarium untuk mendukung proses fotosintesis tanaman air. Perangkat ini bekerja dengan memanfaatkan elektromagnet untuk membuka dan menutup katup secara otomatis, sehingga aliran CO₂ dapat diatur sesuai kebutuhan. Penggunaan solenoid valve memungkinkan kontrol yang lebih presisi dan efisien, terutama jika dikombinasikan dengan timer atau sistem otomatisasi lainnya.

Dalam aplikasi aquascape, solenoid valve sering dihubungkan dengan pengatur waktu (timer) untuk memastikan CO₂ hanya dilepaskan pada saat lampu menyala, ketika tanaman melakukan fotosintesis. Hal ini membantu menghemat penggunaan CO₂ dan menjaga kadar gas tetap optimal di dalam akuarium. Selain itu, solenoid valve juga dapat diintegrasikan dengan perangkat pengontrol pH atau sensor CO₂ untuk

otomatisasi yang lebih canggih. Dengan kemampuannya yang andal dan mudah dioperasikan, solenoid valve menjadi komponen penting dalam sistem penyediaan CO₂ untuk akuarium dan aplikasi lainnya yang memerlukan kontrol aliran gas atau cairan yang akurat.



Gambar 2. 11. co2 Solenoid Valve

2.20. Grow Light LED

Merupakan lampu khusus yang dirancang untuk mendukung proses pertumbuhan tanaman dengan menyediakan spektrum cahaya yang optimal. Lampu ini meniru spektrum cahaya matahari atau memancarkan panjang gelombang tertentu yang diperlukan untuk fotosintesis, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik di lingkungan yang minim cahaya alami. Teknologi yang digunakan dalam grow light, seperti LED (Light Emitting Diode), membuatnya lebih efisien dibandingkan dengan lampu tradisional, karena menghasilkan panas yang lebih sedikit, lebih hemat energi, dan memiliki umur yang lebih panjang. Lampu ini sering digunakan dalam sistem pertanian dalam ruangan, rumah kaca, dan proyek hidroponik.

Selain efisiensinya, grow light juga menawarkan fleksibilitas dalam menyesuaikan spektrum cahaya sesuai kebutuhan tanaman pada berbagai tahap pertumbuhan, mulai dari perkecambahan hingga berbunga. Beberapa model grow light memiliki pengaturan intensitas cahaya dan timer otomatis, yang memungkinkan kontrol pencahayaan yang lebih presisi. Dengan kemampuannya untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen, grow light menjadi pilihan ideal bagi petani modern dan penggemar tanaman hias yang ingin menciptakan lingkungan tumbuh yang optimal di dalam ruangan.



Gambar 2. 12. Grow Light LED

2.21. *Pogostemon helferi (downoi)*

Downoi atau *Pogostemon helferi* adalah tanaman aquascape yang sangat populer dalam hobi aquascaping dan budidaya tanaman air. Tanaman ini berasal dari Asia Tenggara dan dikenal dengan daun kecil yang berbentuk kipas dan tumbuh subur di perairan dangkal. *Downoi* tumbuh dengan baik di habitat yang kaya nutrisi dan memerlukan kondisi air yang jernih serta sirkulasi air yang baik. Keindahan tanaman

ini terletak pada bentuknya yang padat dan rapat, menciptakan tampilan yang lebat dan menyatu dengan desain aquascape.

Dalam budidaya aquascape, Downoi sangat cocok untuk digunakan sebagai tanaman latar atau sebagai penutup dasar karena kemampuannya tumbuh cepat dan membentuk karpet hijau yang indah. Tanaman ini juga membutuhkan pencahayaan yang cukup terang dan kadar CO₂ yang stabil untuk mendukung proses fotosintesisnya. Selain itu, Downoi cenderung lebih cocok dalam kondisi emersed (di atas permukaan air) dibandingkan dengan terendam sepenuhnya, meskipun ia dapat tumbuh baik dalam kondisi terendam dengan perhatian terhadap parameter kualitas air. Downoi menjadi pilihan ideal bagi aquascaper yang ingin menciptakan tampilan alam yang lebih natural dan kaya dengan tanaman hijau subur dalam akuarium mereka.



Gambar 2. 13. *pogostemon helferi* aka downoi

BAB 3

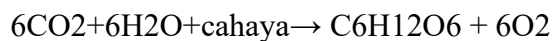
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1. Analisis Kebutuhan sistem

Pada bagian ini, akan dipaparkan analisis terkait dengan sistem yang digunakan dalam penelitian atau proyek ini. Analisis sistem bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi komponen-komponen yang membentuk keseluruhan sistem.

3.1.1 Analisis Parameter

Berdasarkan penelitian yang ada didapati bahwa *Pogostemon helferi* hidup optimal pada kelembapan udara 80 % [4]. Untuk menunjang pertumbuhan optimal, dibutuhkan fotosintesis yang efisien dalam mengubah energi cahaya menjadi energi kimia yang dapat digunakan untuk menghasilkan makanan bagi tumbuhan, *Fotosintesis* adalah proses biokimia yang terjadi pada tumbuhan hijau, alga, dan beberapa jenis bakteri, di mana mereka mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa (gula). Proses ini berlangsung di dalam kloroplas, yaitu organel yang terdapat di dalam sel tumbuhan yang mengandung pigmen hijau, klorofil. Klorofil ini menyerap cahaya matahari yang digunakan untuk mengubah air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂) menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆) dan oksigen (O₂). Reaksi fotosintesis dapat digambarkan dengan persamaan kimia berikut [22]:



Pada penelitian lain diketahui bahwa 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 [21].

Selain CO₂, cahaya juga dibutuhkan untuk proses fotosintesis, karena cahaya merupakan sumber energi utama yang digunakan oleh tanaman untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa. Intensitas cahaya yang cukup dapat meningkatkan laju fotosintesis, dimana hal tersebut mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

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 [25] 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 [23].

Tabel 3. 1. tabel analisis parameter

Parameter	Kebutuhan
CO ₂	1000 - 1500 PPM
Kelembapan	Diatas 80%
Intensitas cahaya	15000 LUX

3.1.3. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Daftar kebutuhan non-fungsional menampilkan seluruh daftar kebutuhan yang masuk ke dalam sistem yang dibangun yang tidak berfungsi. Adapun daftar kebutuhan non-fungsional dari aplikasi yang akan di bangun dapat dilihat pada Tabel berikut:

a. kebutuhan non fungsional minimal

Tabel 3. 2. Kebutuhan non fungsional minimal

No	Kode Kebutuhan	Parameter	Deskripsi Kebutuhan
1	SKPL-NF-1	Response Time	Dapat menangani request POST Waktu untuk mengirimkan data setiap 3 jam dan tiap 5 detik untuk dataa realtime
2	SKPL-NF-2	Memory	Penyimpanan data Menggunakan database MySql
3	SKPL-NF-3	Server Hosting	Storage minimal 1GB

b. non fungsional saat ini

Tabel 3. 3. non fungsional saat ini

No	Kode Kebutuhan	Parameter	Deskripsi Kebutuhan
1	SKPL-NF-1	Response Time	Dapat menangani request post data setiap 3 jam dan dapat menangani request post dan get data per 5 detik untuk data realtime
2	SKPL-NF-2	Memory	Menggunakan database MySql
3	SKPL-NF-3	Server Hosting	Storage 5GB

c. kesimpulan

berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan non fungsional yang digunakan peneliti saat ini sudah melebihi kebutuhan minimal sehingga tidak diperlukan lagi pembaharuan non fungsional.

3.1.3.1. Analisis kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak minimal yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi Monitoring pembudidayaan emersed dapat dilihat pada Tabel berikut:

a. kebutuhan minimal perangkat lunak

Tabel 3. 4. Minimal kebutuhan perangkat lunak

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 7
2	Code Editor	Sublime text 3
3	IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	Arduino IDE 1.x.x
3	Browser	Google Chrome 106
4	Bahasa pemrograman	PHP 8, javascript ES11
5	Database	Mysql 10.x.x-MariaDB

b. perangkat lunak yang digunakan peneliti saat ini

Tabel 3. 5. Perangkat lunak saat ini

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 10
2	Code Editor	Sublime text 3

3	IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	Arduino IDE 2.3.2
3	Browser	Google Chrome 129
4	Bahasa pemrograman	PHP 8, javascript ES14
5	Database	Mysql 10.4.31-MariaDB

c. kesimpulan

Perangkat lunak yang digunakan peneliti saat ini sudah memenuhi kriteria minimal kebutuhan perangkat lunak, sehingga tidak dibutuhkan pembaruan perangkat lunak.

3.1.3.2 . Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Analisis kebutuhan perangkat keras digunakan untuk mempermudah proses perancangan aplikasi dan implementasi. Perangkat keras yang digunakan untuk membangun membangun aplikasi Monitoring pembudidayaan emersed dapat dilihat pada Tabel berikut:

a. minimal kebutuhan perangkat keras

Tabel 3. 6. Minimal kebutuhan perangkat keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Mikrokontroller	ESP8266
2	Sensor Kelembapan	SHT30-D
3	Sensor CO2	MHZ-19
4	Sensor Intensitas Cahaya	BH1750

5	Modul jam	RTC-DS3231
5	Aktuator Kelembapan	<i>Mist Maker</i>
6	Aktuator CO2	<i>CO2 Solenoid valve</i>
7	Aktuator sumber Cahaya	Grow Light LED 50W

b. perangkat keras yang digunakan peneliti saat ini

Tabel 3. 7. Perangkat keras saat ini

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	Wemos ESP32 D1 R32
2	Sensor Kelembapan	SHT30-D
3	Sensor CO2	MHZ-19B
4	Sensor Intensitas Cahaya	BH1750
5	Modul jam	RTC-DS3231
5	Aktuator Kelembapan	<i>Mist Maker</i>
6	Aktuator CO2	<i>CO2 Solenoid valve</i>
7	Aktuator sumber Cahaya	Grow Light LED 50W

c. kesimpulan

perangkat keras yang digunakan peneliti saat ini sudah memenuhi atau melebihi kriteria minimal kebutuhan perangkat keras, sehingga tidak dibutuhkan pembaharuan perangkat keras

3.1.4 Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional menggambarkan kebutuhan system yang akan dibangun pada Monitoring pembudidayaan emersed dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 8. Tabel Kebutuhan Fungsional

No	Kode Kebutuhan	Deskripsi Kebutuhan
1	SKPL-F-1	Sistem dapat mendeteksi kelembapan udara lingkungan pembudidayaan
2	SKPL-F-2	Sistem dapat mendeteksi kadar co2 di udara lingkungan pembudidayaan
3	SKPL-F-3	Sistem dapat menghasilkan nilai LUX dari sumber cahaya pembudidayaan
4	SKPL-F-4	Sistem dapat mengontrol kelembapan udara lingkungan pembudidayaan
5	SKPL-F-5	Sistem dapat mengontrol kadar co2 lingkungan pembudidayaan
6	SKPL-F-6	Sistem dapat menentukan berapa jam hidup sumber cahaya lingkungan pembudidayaan berdasarkan nilai lux dari sensor
7	SKPL-F-7	Aplikasi dapat menampilkan data periodik sensor dalam bentuk grafik

3.2. Pembangunan perangkat keras

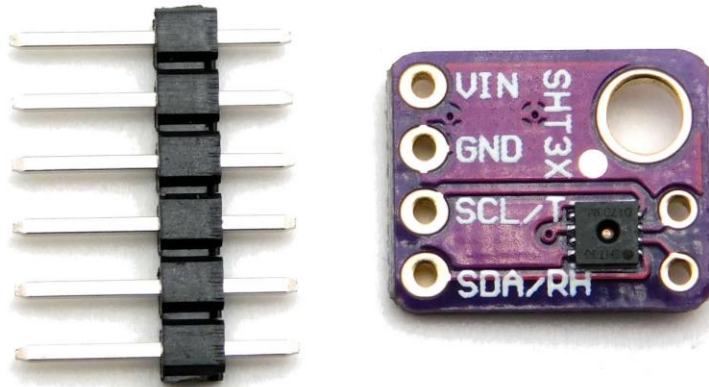
Pada penelitian ini dalam pembangujnan perangkat keras menggunakan metode prototyping

3.2.1. Metode *Prototyping*

3.2.1.1. Pengumpulan kebutuhan

A. Analisis Kebutuhan sensor

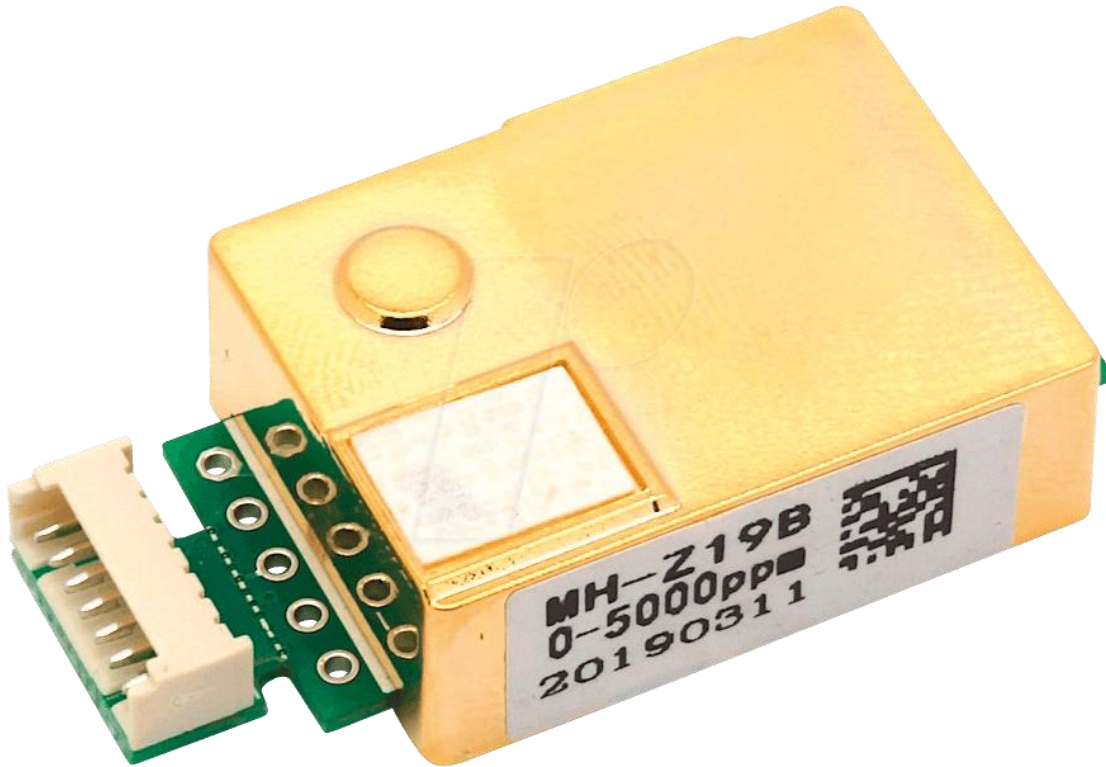
A. sensor kelembapan udara



Gambar 3. 1. 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.

B. sensor karbon dioksida (CO₂)



Gambar 3. 2. sensor karbon dioksida

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 selain itu juga sensor ini yang paling mudah didapati di indonesia.

C. sensor intensitas cahaya



Gambar 3. 3. 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.

B. Analisis Aktuator

Pada tahap ini dilakukan analisis aktuator yang dibutuhkan pada sistem IoT, aktuator merupakan perangkat mekanis yang mengubah energi (biasanya energi listrik, hidrolis, atau pneumatik) menjadi gerakan fisik, pada konteks penelitian ini aktuator merupakan alat pengontrol lingkungan pembudidayaan pada metode IoT.

A. Mist maker untuk pengontrol 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.

Berdasarkan hal yang disebutkan di latarbelakang mist maker akan hidup jika kelembapan udara $\leq 80\%$ [4].



Gambar 3. 4 mist maker

B. *Solenoid valve* untuk pengontrolan 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 [21].



Gambar 3. 5 solenoid valve

C. Grow Light LED 50W

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. Untuk penentuan berapa lama jam lampu hidup berdasarkan jumlah lux dan lama jam pencahayaan optimal jika menggunakan grow light LED, dimana lux yang baik yaitu 15.000 lux[24] sedangkan lama pencahayaan yang optimal 12 jam pencahayaan [23]. Sehingga dapat dibuat rumus

Lama waktu pencahayaan =

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

Misal didapati pencahayaan optimal harian 12 jam dan lux harian 14.500

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

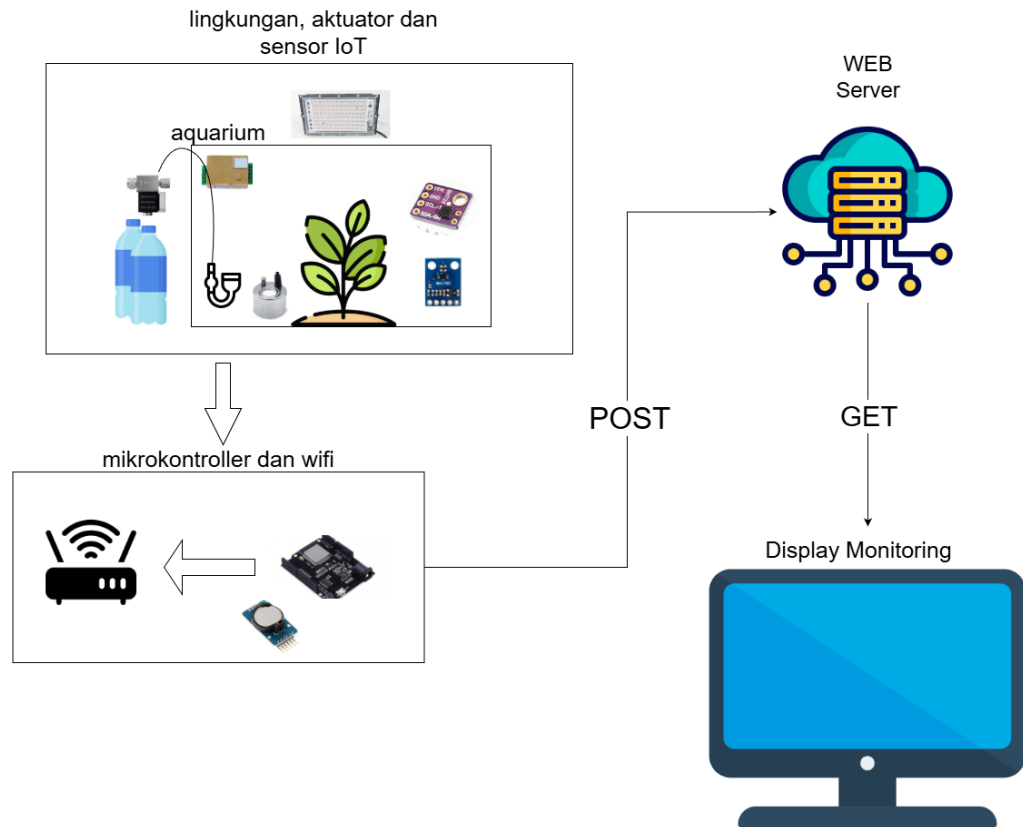
$$= 12 + \text{round}(0.48) = 12 + 0.$$



Gambar 3. 6 grow light LED

C. Analisis Arsitektur Sistem

Berdasarkan apa yang sudah dipaparkan diatas, peneliti mengusulkan perancangan arsitektur sistem pembudidayaan seperti gambar 3.3 berikut :



Gambar 3. 7. Arsitektur sistem diusulkan

Berikut penjelasan dari gambaran sistem :

1. lingkungan, aktuator dan sensor IOT

Kotak didalam menggambarkan akuarium yang digunakan sebagai lingkungan pembudidayaan, di dalamnya terdapat aktuator, sensor dan tanaman yang akan dibudidayakan. Adapaun sensor dan aktuator yang digunakan yaitu :

1.1 aktuator

a. solenoid : sebagai pengontrol CO2

b. mist maker : sebagai pengontrol kelembapan udara

c. *grow light LED* : sebagai sumber cahaya

1.2. Sensor :

a. MHZ-19B = sensor CO₂

b. SHT30 = sensor kelembapan udara

c. BH1750 = sensor lux cahaya

2. mikrokontroller, wifi, web server dan display

Panah dari kotak lingkungan, aktuator dan sensor IoT menunjukkan bahwa seluruh sensor dan aktuator yang terdapat di dalam kotak tersebut terhubung langsung dengan mikrokontroller.

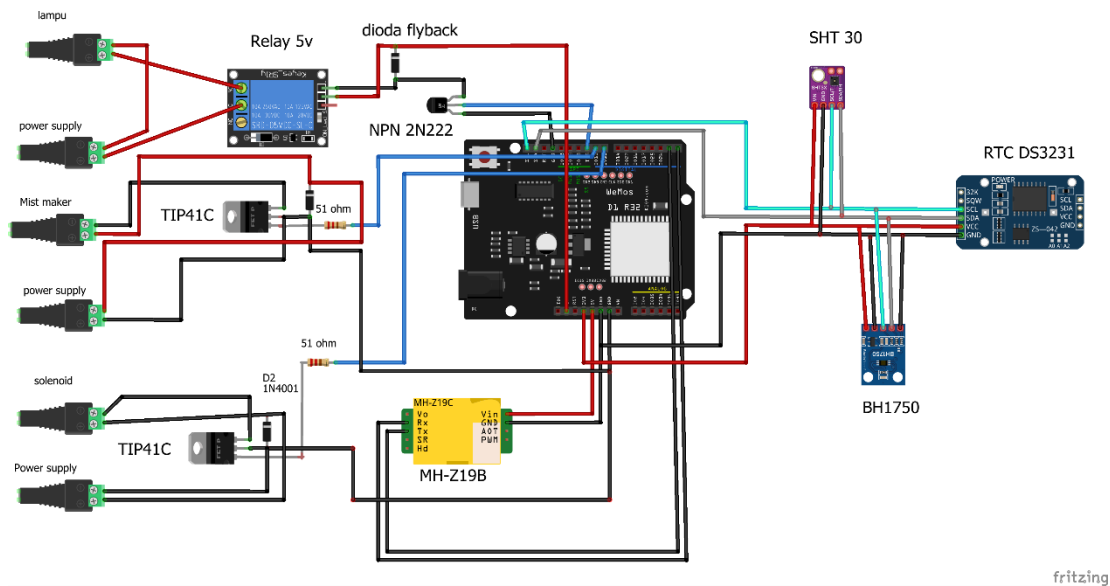
Pada kotak ini menggambarkan keterhubungan antara mikrokontroller dengan modul jam, dengan wifi. Mikrokontroller membutuhkan wifi untuk mengirimkan data ke web server dengan metode POST adapun data yang dikirimkan berupa data realtime dari sensor, dan data periodik dari sensor, dimana pengiriman data periodik ini dalam rentang waktu per 3 jam dimulai dari jam 7, 10, 13, 16, 19, 22, 1, 4 dimana data jam tersebut diambil dari modul RTC-DS3231.

Kemudian panah GET menunjukkan bahwa data realtime dan periodik yang dapat dilihat pada display peneliti untuk memonitoring didapatkan dari request oleh peneliti ketika masuk halaman data realtime maupun halaman data periodik yang dimana data yang direquest berupa lux, kelembapan udara dan co₂.

D. Perancangan sistem

a. Wiring Diagram

Wiring diagram adalah diagram yang menunjukkan cara menyusun dan menghubungkan komponen elektronik atau listrik dalam suatu rangkaian. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan jalur kabel atau koneksi antar komponen secara visual agar mudah dipahami, dan membantu dalam proses instalasi atau perakitan perangkat. Berikut wiring diagram dari sistem yang akan dibuat. Berikut wiring diagram dari penelitian ini :



Gambar 3. 8. Wiring Diagram Quick Design

Deskripsi gambar wiring diagram :

1. SHT-30 (sensor kelembapan udara), BH1750 (sensor lux/intensitas cahaya), RTC-DS3231(modul jam) dihubungkan pada kabel yang terhubung dengan vcc 3.3 volt, GND, SDA, SCL secara seri.
2. sensor MHZ-19B (sensor CO2) dihubungkan dengan vcc 5volt, GND, RX, TX.

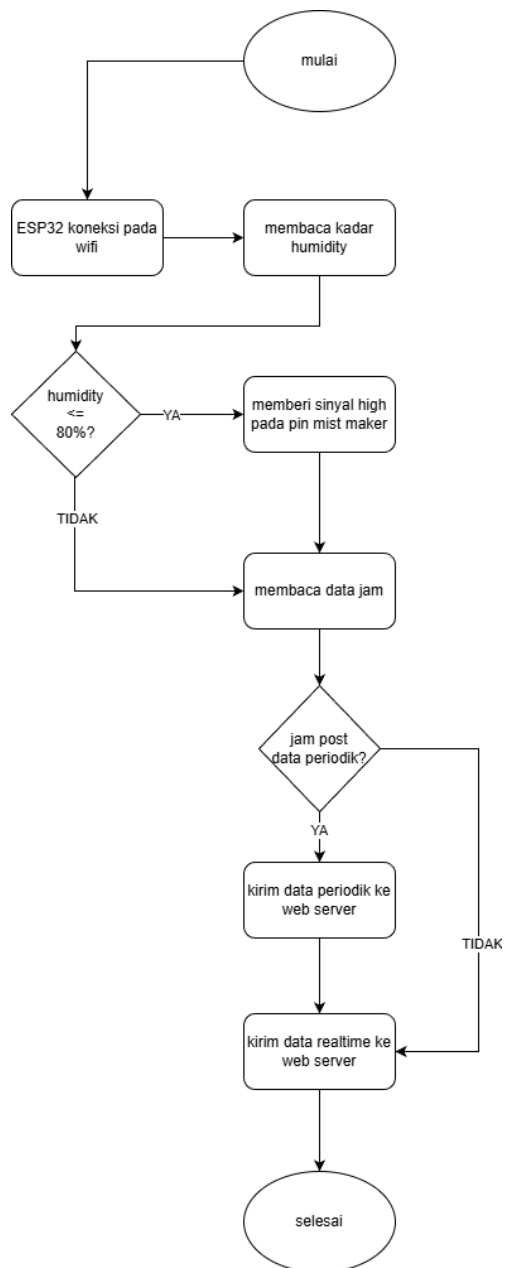
3. pin 5 sebagai pin kontrol lampu menggunakan relay 5 volt melalui transistor 2N222 karna pin 5 pada esp32 tegangannya tidak mencapai 5 volt untuk mengaktifkan relay, emittor dari 2N222 dihubungkan pada GND dari esp32 dan kolektor 2N222 dihubungkan pada pin coil 1 sedangkan coil 2 dari relay dihubungkan dengan vcc 5volt dari wemos esp32 yang dimana coil 1 dan coil 2 dari relay yang terhubung dengan kolektor dan pin vcc 5 volt dihubungkan dengan dioda flyback untuk menyaring EMF (*electromotive force*) yang dapat mengganggu output dari sensor, pin COM pada relay terhubung dengan kutub (+) dari power supply dari lampu, sedangkan (-) dari power supply terhubung langsung dengan kutub (-) dari lampu dan kutub (+) dari lampu terhubung dengan pin *Normally Open* (NO) pada relay agar ketika tidak ada sinyal high dari pin 5 switch dalam keadaan *open* atau OFF.

4. pin 12 sebagai pin kontrol solenoid, pengontrolan solenoid menggunakan switch dengan transistor TIP41C, pin ini terhubung dengan transistor melalui resistor 51 ohm yang terhubung ke base TIP41C sebagai *current limiting resistor* atau *base resistor* untuk membatasi arus yang mengalir ke basis transistor TIP41C. kutub (-) dari power supply solenoid terhubung ke emitor dari transistor sedangkan kolektor dari transistor terhubung dengan kutub (-) dari solenoid melalui katoda dari *diode flyback*, kutub (+) dari power supply terhubung dengan anoda dari *dioda flyback* yang terhubung dengan kutub (+) dari solenoid.

5. pin 13 sebagai pin kontrol mist maker, pengontrolan mist maker menggunakan switch dengan transistor TIP41C, pin ini terhubung dengan transistor melalui resistor 51 ohm yang berfungsi sama dengan resistor yang terhubung pada pin 12. kutub (-) dari power supply mist maker terhubung ke emitor dari transistor sedangkan kolektor dari transistor terhubung dengan kutub (-) dari mist maker melalui katoda dari *diode flyback*, kutub (+) dari power supply terhubung dengan anoda dari *dioda flyback* yang terhubung dengan kutub (+) dari mist maker.

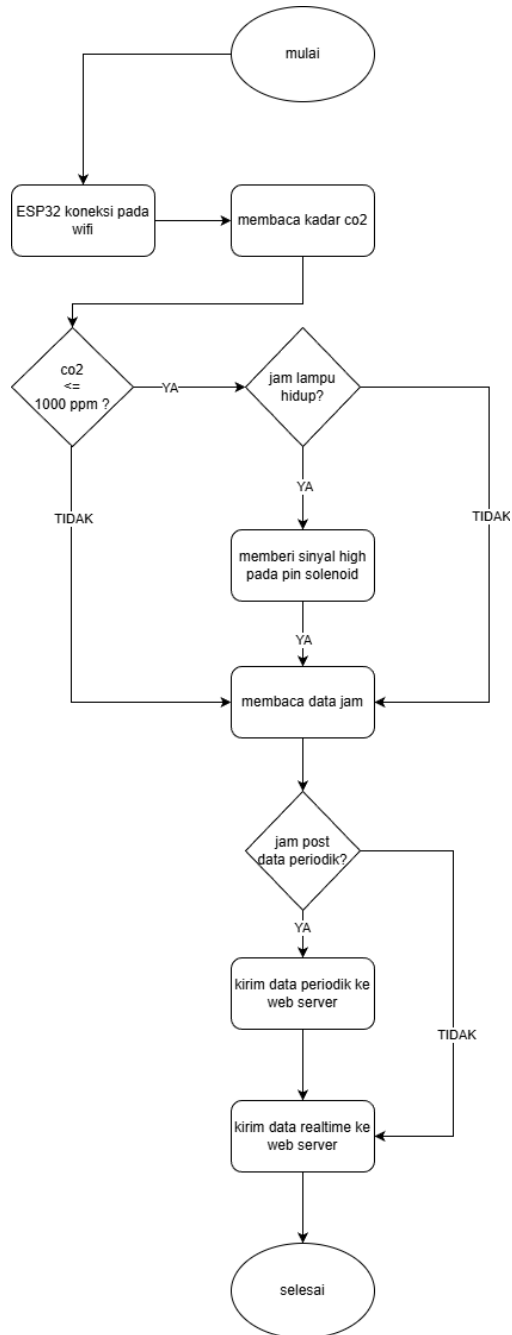
b. flow chart sistem

b.1. flow chart kontrol kelembapan udara



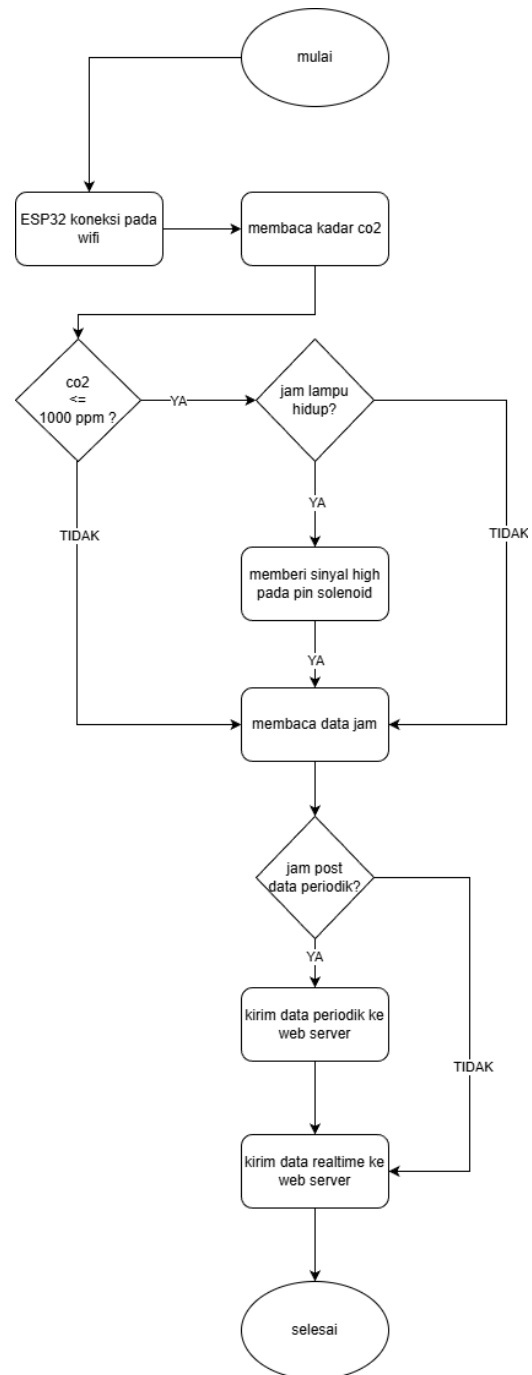
Gambar 3. 9. flow chart kontrol kelembapan udara

b.2. flow chart kontrol kadar CO2



Gambar 3. 10. flow chart kontrol sumber cahaya

b.3. flow chart kontrol sumber cahaya



Gambar 3. 11. flow chart kontrol CO2.

3.3. Metode *waterfall*

a. *Requirement analysis*

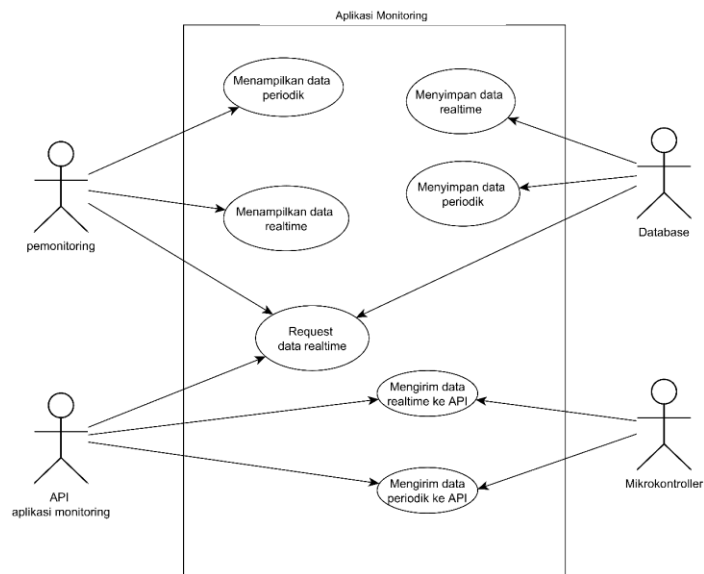
pada tahap ini dilakukan analisis apa saja yang dibutuhkan untuk memonitoring dan menyimpan data, setelah dilakukan analisis didapati kebutuhan yang harus dimiliki oleh aplikasi monitoring diantaranya :

a.1. API sebagai perantara penyimpanan data periodik maupun realtime ke dalam database

a.2. aplikasi harus bisa menampilkan data realtime dan periodik dari sensor

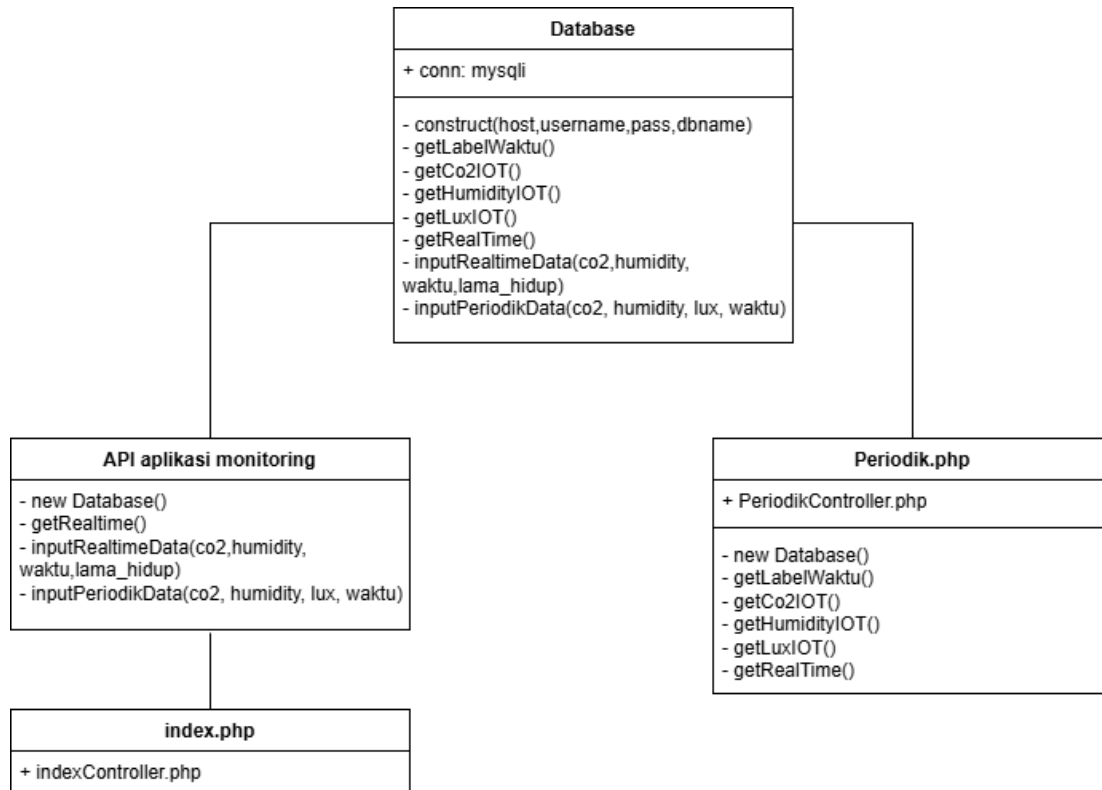
b. *Design*

b.1. usecase diagram



Gambar 3. 12. usecase diagram

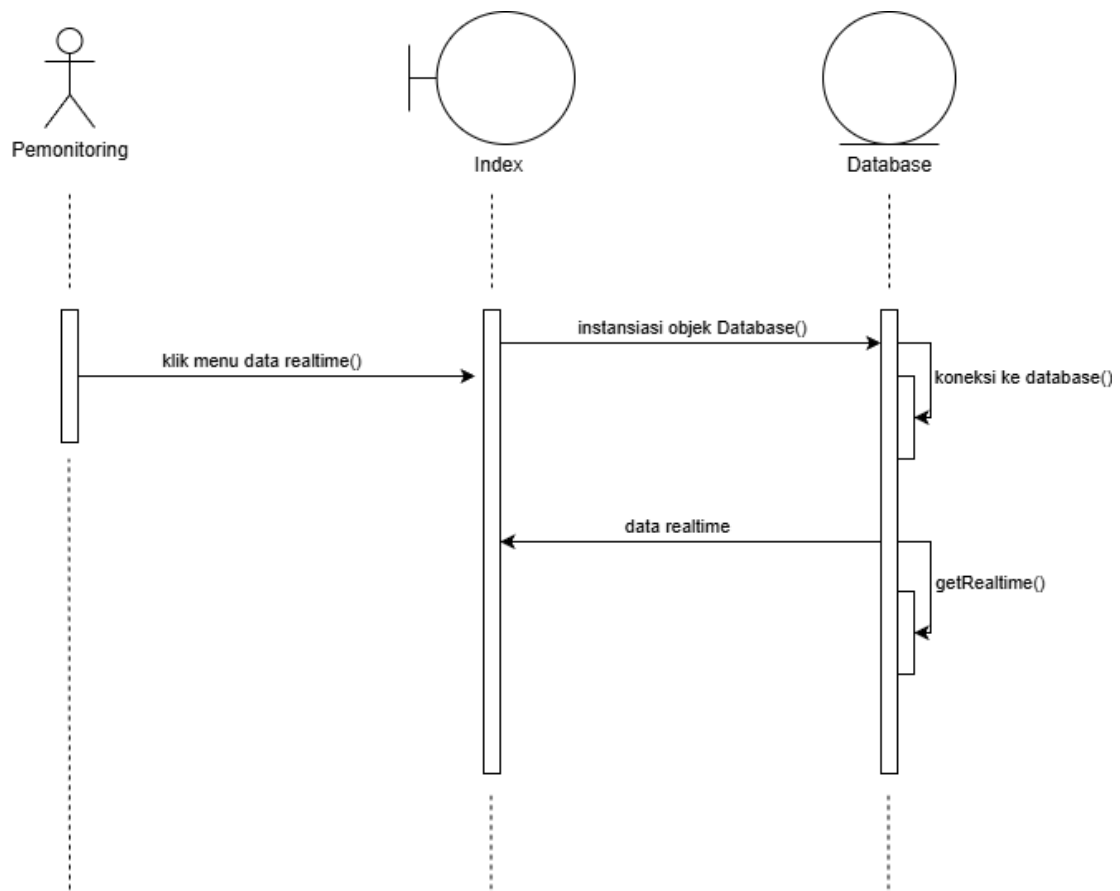
b.2. class diagram



Gambar 3. 13. class diagram

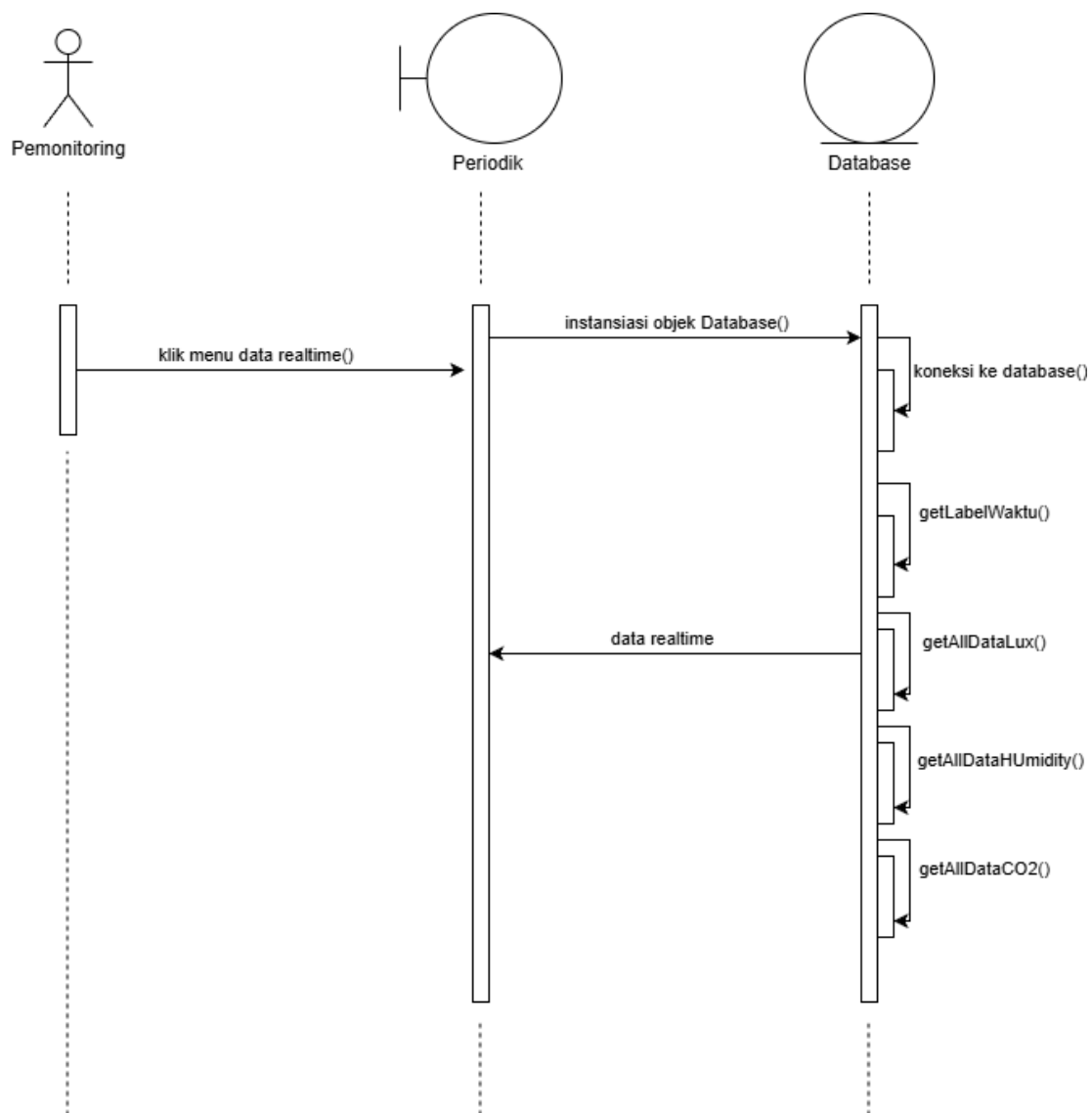
b.3. sequence diagram

b.3.1. sequence diagram halaman data realtime



Gambar 3. 14. sequence diagram data realtime

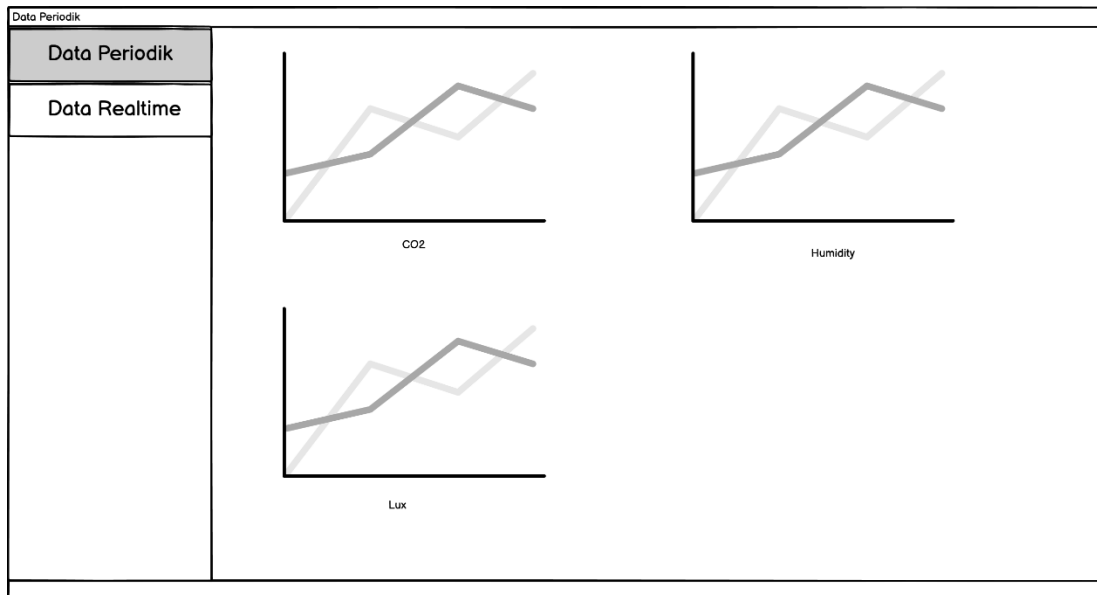
b.3.2. sequence diagram halaman data periodik



Gambar 3. 15. sequence diagram halaman data periodik

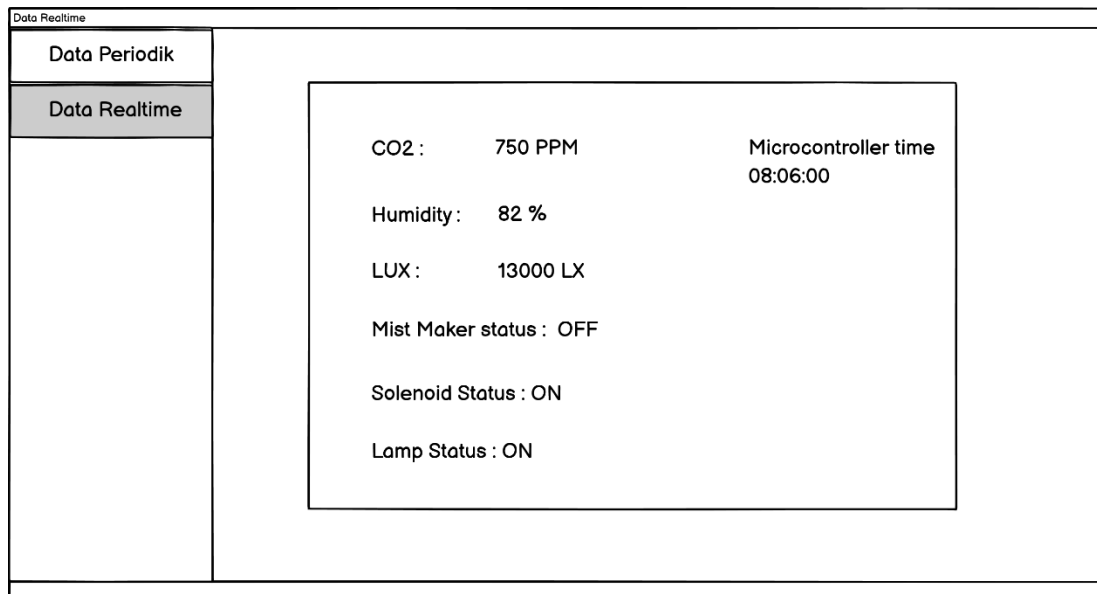
b.4. Perancangan tampilan aplikasi

b.4.1 perancangan halaman data periodik



Gambar 3. 16. perancangan halaman data realtime

b.4.2. perancangan halaman data realtime



Gambar 3. 17. perancangan halaman data realtime

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Implementasi

Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian dari perancangan perangkat lunak maupun perangkat keras berdasarkan perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya.

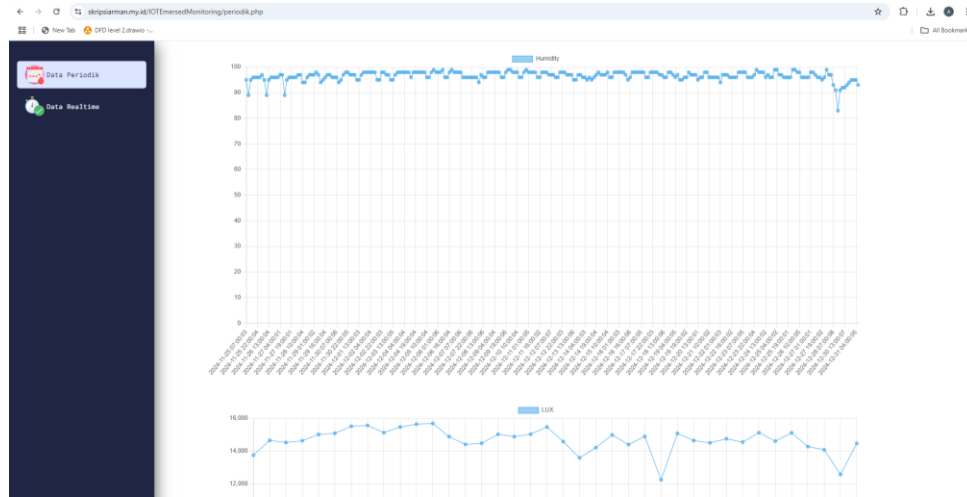
4.1.1. Implementasi Perangkat Lunak

Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian perancangan perangkat lunak, dimana langkah pada tahap ini merupakan lanjutan dari metode *waterfall*, dimulai dari tahap *development*.

4.1.1.1. *Development*

A. halaman data periodik

Pada halaman ini ditampilkan data periodik dalam rentang waktu per 3 jam dari masing-masing sensor yang terdiri dari sensor cahaya (BH1750), sensor CO2 (MHZ-19B), sensor kelembapan udara (SHT-30-D).



Gambar 4. 1. halaman data periodik

B. halaman data realtime

Pada halaman ini ditampilkan data realtime dari masing-masing sensor yang terdiri dari sensor cahaya (BH1750), sensor CO2 (MHZ-19B), sensor kelembapan udara (SHT-30-D).



Gambar 4. 2. halaman data realtime

d. *Testing*

pada tahap ini dilakukan tes terhadap API dan halaman realtime untuk menguji apakah aplikasi sudah terhubung dengan benar

e. *Deployment*

pada tahap ini dilakukan penyimpanan file aplikasi web ke hosting yang sudah disewa

f. *Maintenance*

pada tahap ini dilakukan monitoring aplikasi untuk menguji dan memastikan fungsi dari aplikasi serta alat berjalan sesuai fungsi, jika tidak maka akan dilakukan *troubleshoot* pada aplikasi atau alat

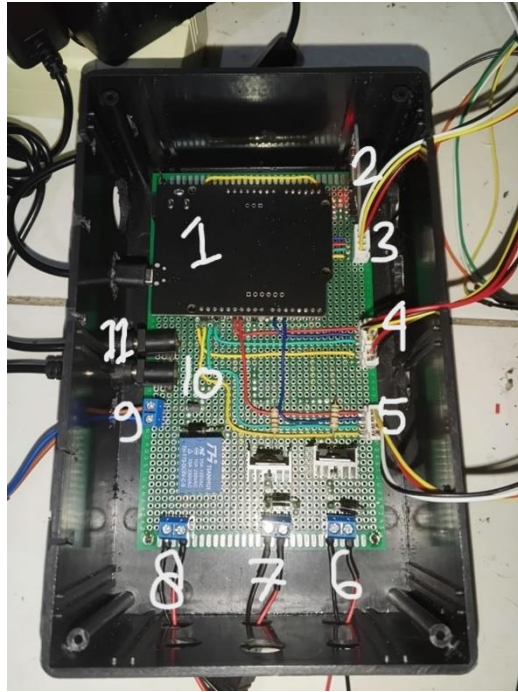
4.1.2. Implementasi Perangkat Keras

Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian perancangan perangkat keras, dimana langkah pada tahap ini merupakan lanjutan dari metode *prototyping*, dimulai dari tahap *prototype development*.

4.1.2.1. *Prototype development*

A. pembangunan alat

Soket dc, terminal sensor, dan pin header dari masing masing pin yang digunakan dari mikrokontroller disolder pada pcb, power supply disambungkan ke soket masing-masing alat yang dipakai untuk pengontrolan lingkungan pembudidayaan sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 3. prototype development

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

B. pembangunan lingkungan pembudidayaan

1. lingkungan pembudidayaan IoT

1.1. mempersiapkan tabung CO₂

Pada tahap ini dilakukan peracikan citrun dan baking soda dengan perbandingan 1:1 sedangkan air untuk pelarut citrun dan baking soda dengan perbandingan 2:1 sebagaimana gambar berikut.



Gambar 4. 4. persiapan tabung co2

Deskripsi gambar :

Tabung kiri campuran air dan soda, dimana tabung ini terhubung dengan bubble counter dan solenoid di atasnya, tabung kanan diisi dengan campuran air dan citrun

1.2. peletakan tanaman lingkungan IoT



Gambar 4. 5. peletakan tanaman lingkungan IoT

1.3. peletakan sensor dan aktuator

Wadah pembudidayaan berukuran panjang lebar dan tinggi 30x30x40 agar memungkinkan meletakkan sensor dan aktuator yang posisinya perlu diletakkan didalam lingkungan pembudidayaan agar berfungsi sebagaimana mestinya, adapun sensor yang diletakan didalam lingkungan pembudidayaan yaitu sensor kelembapan

udara, sensor intensitas cahaya dan sensor CO₂, sedangkan aktuator yang diletakan didalam yaitu aktuator kelembapan udara (mist maker).



Gambar 4. 6. peletakan sensor

2. lingkungan pembudidayaan konvensional

Tanaman diletakan pada wadah dengan panjang, lebar dan tinggi 30x30x40 dengan tujuan menyerupai lingkungan pembudidayaan dengan IoT. Tanaman ditanam pada substrat yang terdapat pupuk dasar dibawahnya dan pupuk dekastar diatas permukaan substrat sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 7. pembangunan lingkungan konvensional

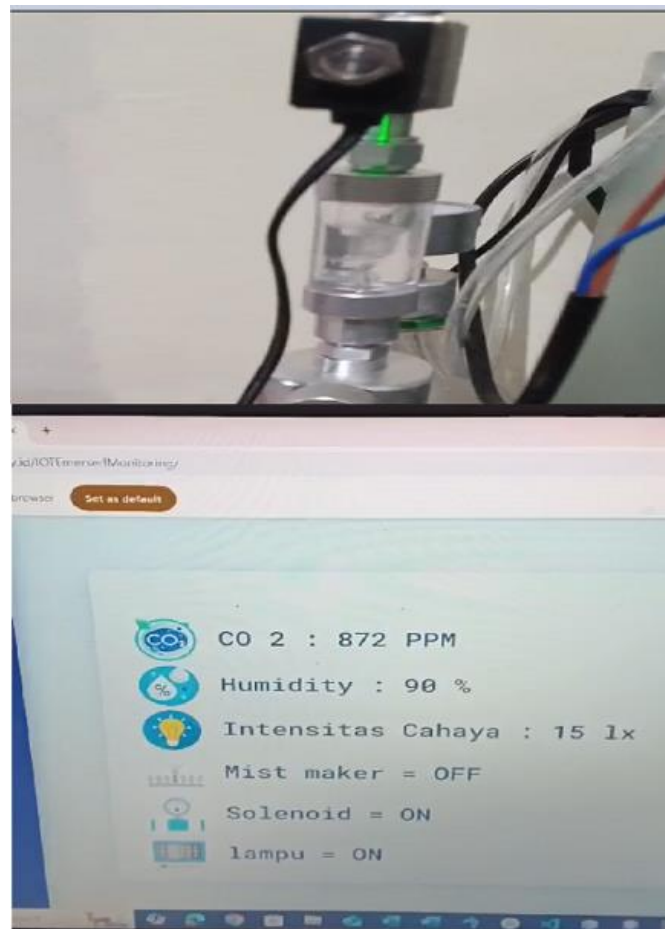
4.1.2.2. testing

Pada tahap ini dilakukan testing dari sistem yang sudah dibangun mencakup testing sensor dan switch untuk aktuator serta pengiriman data ke web server.

A. Testing aktuator dan sensor CO₂

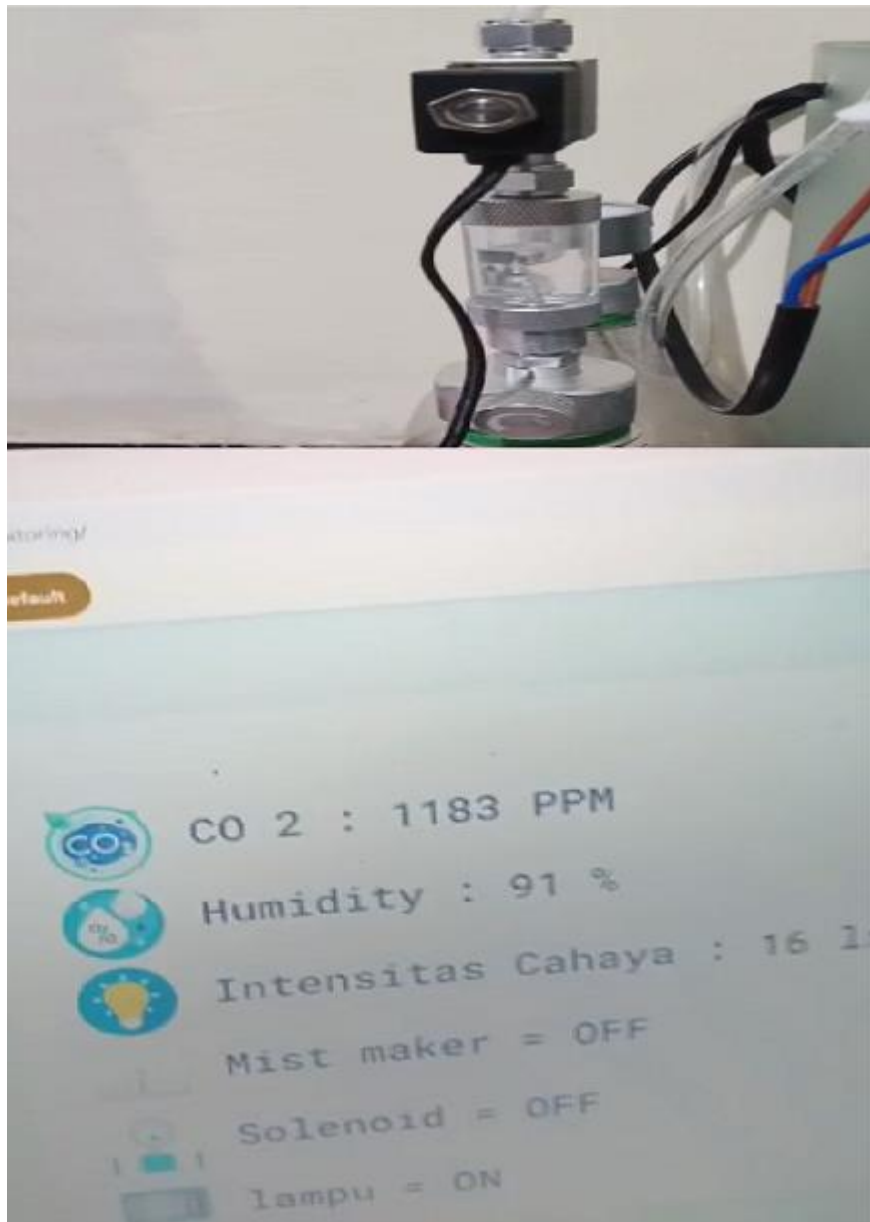
Pada tahap ini dilakukan pengecekan aktuator dan sensor, aktuator dikatakan sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan ketika sensor CO₂ menunjukkan angka ≤ 1000 ppm maka pin pada mikrokontroler memberikan sinyal high pada pin aktuator CO₂ (solenoid) sehingga aktuator dalam keadaan hidup yang ditandai dengan lampu berwarna hijau menyala pada solenoid dan muncul gelembung pada *bubble counter* yang dipasangkan di bawah solenoid sampai kadar CO₂ lingkungan pembudidayaan melebihi 1000 ppm. Sedangkan sensor dikatakan berfungsi sebagaimana mestinya

ketika CO₂ yang disalurkan dari botol melalui solenoid masuk ke lingkungan pembudiyaaan sensor menunjukan nilai kadar CO₂ yang bertambah sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 8. testing aktuator dan sensor co2 ketika kadar co2 dibawah parameter optimal

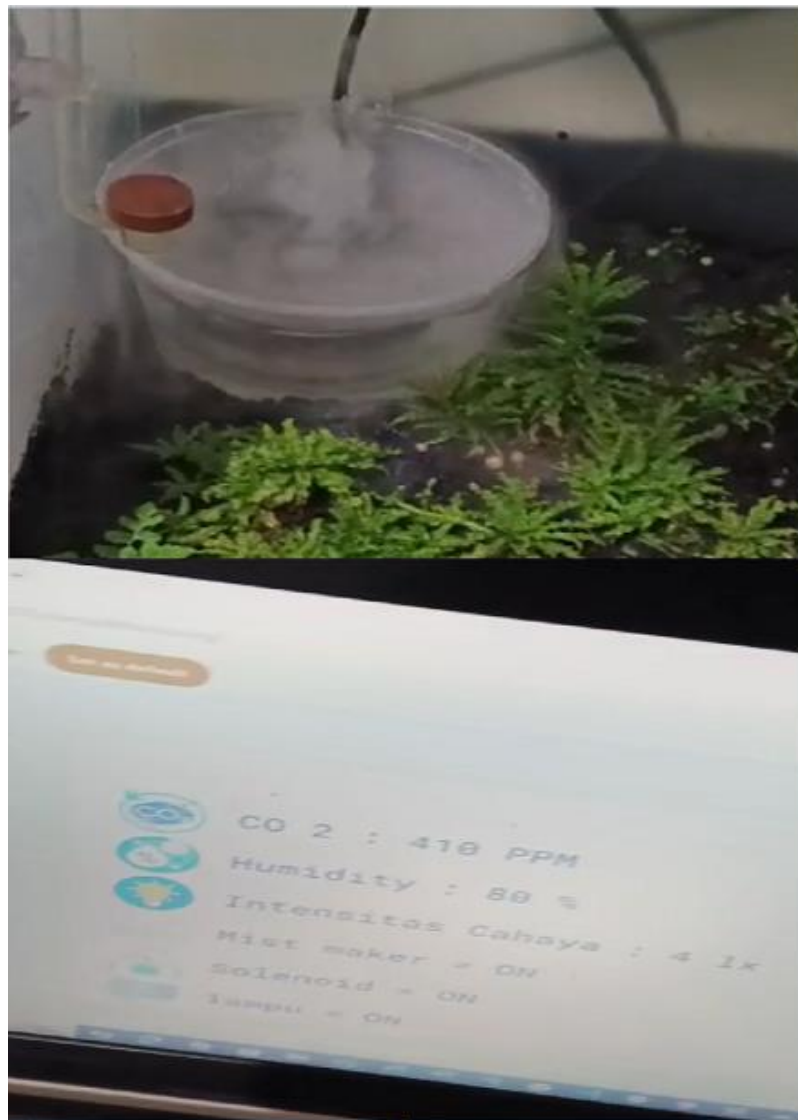
Ketika kadar CO_2 sudah ≥ 1000 ppm aktuator akan mati yang ditandai dengan lampu hijau pada solenoid yang tidak menyala dan gelembung pada *bubble counter* yang perlahan berhenti, sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 9. testing aktuator ketika kadar CO_2 mencapai parameter optimal

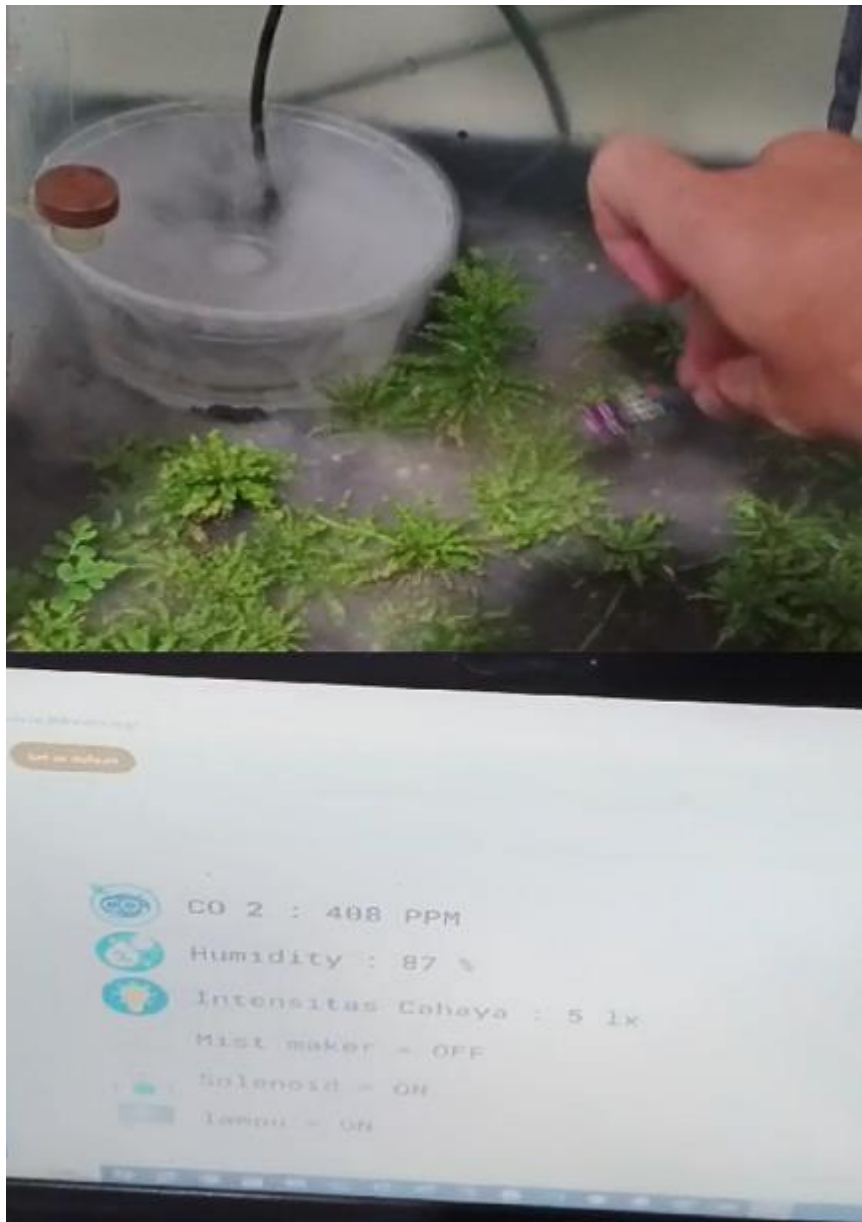
B. *Testing* aktuator dan sensor kelembapan udara

Pada tahap pengecekan/*testing* ini aktuator dikatakan berfungsi sesuai yang diinginkan ketika aktuator menyala yang ditandai dengan muncul kabut dari aktuator ketika kadar humidity/kelembapan $\leq 80\%$.



Gambar 4. 10. *testing* aktuator kelembapan udara ketika parameter dibawah optimal.

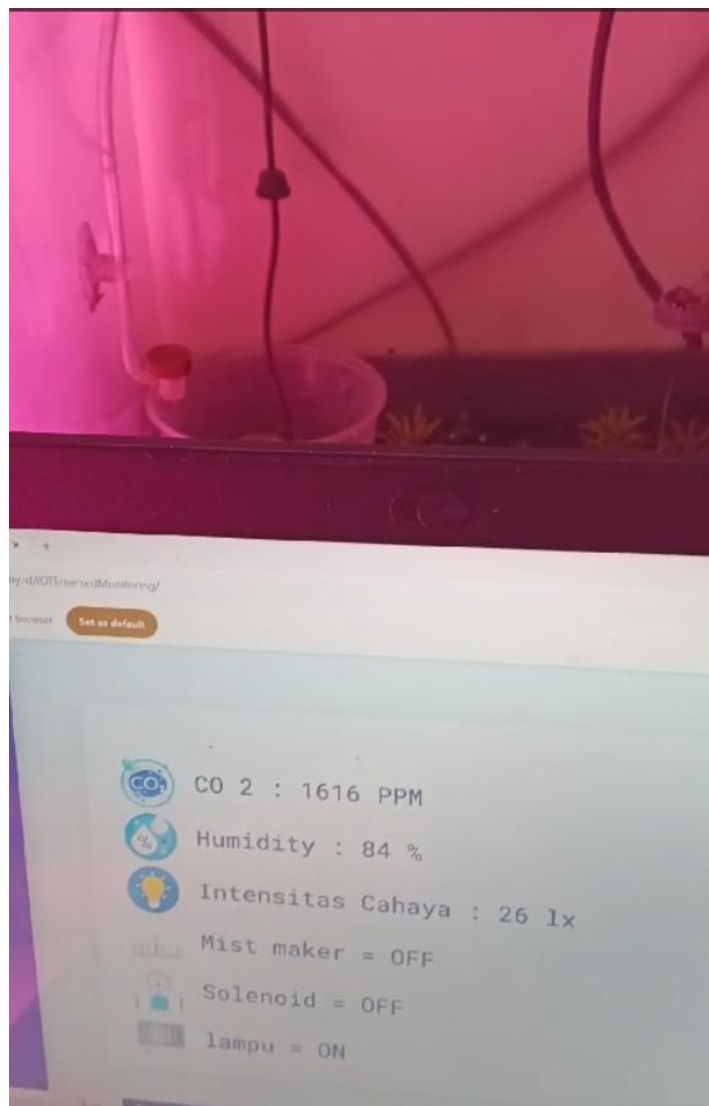
Ketika paramater sudah mencapai kondisi optimal maka aktuator mati yang ditandai dengan berhentinya aktuator membuat kabut sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 11. testing aktuator dan sensor kelembapan udara ketika paramter mencapai nilai optimal

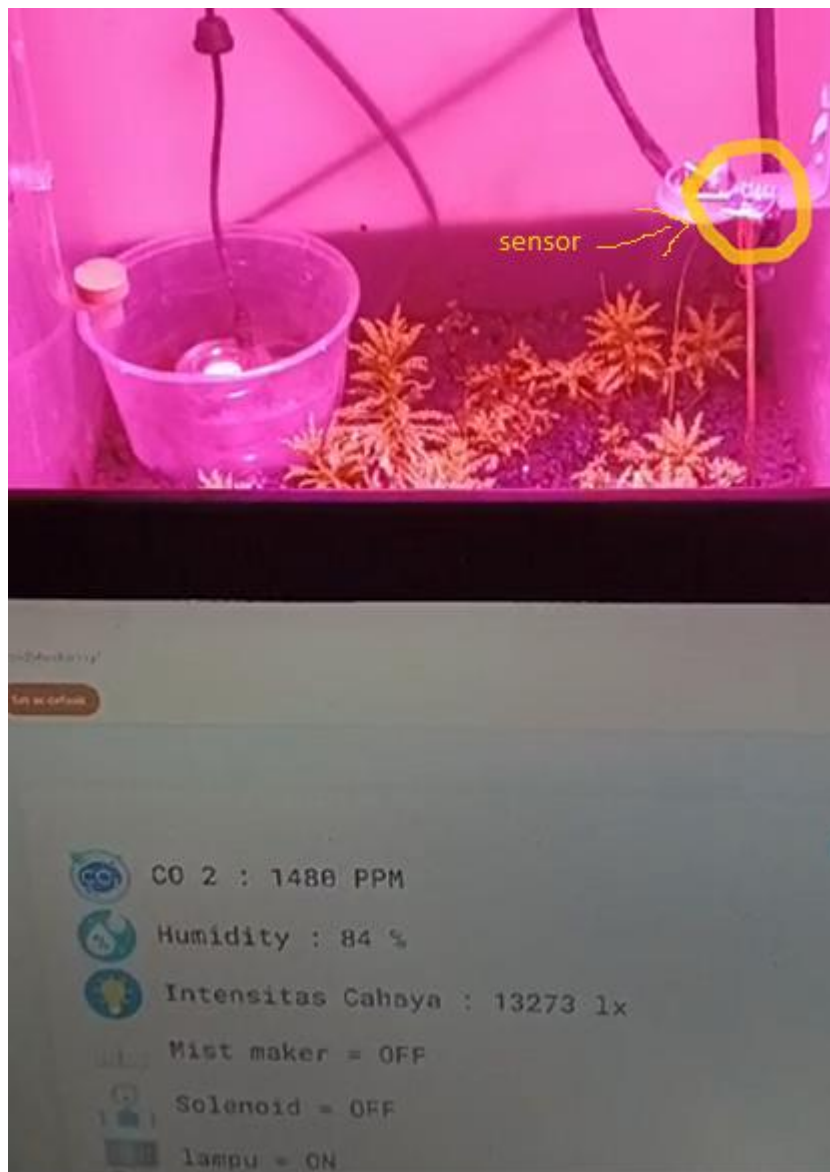
C. *Testing* sumber cahaya dan sensor intensitas cahaya

Pada tahap pengecekan ini sensor dikatakan berfungsi sebagaimana mestinya ketika cahaya dilingkungan minim, angka sensor menunjukan lux yang rendah juga begitupun sebaliknya, sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 12. testing aktuator dan sensor cahaya ketika minim intensitas cahaya

Ketika sensor didekatkan dengan sumber cahaya yang tinggi maka sensor juga menunjukkan nilai intensita cahaya (lumens/lux) yang tinggi juga, sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. 13. testing sumber cahaya dan sensor intensitas cahaya

4.1.2.2. *maintenance*

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



4.1.3. Perbandingan

4.1.3.1. 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, dibuatkan dalam bentuk tabel sebagaimana tabel berikut :

1. Hari ke 1

Berikut tabel perbandingan dengan format penulisan data panjang, tinggi, lebar, jumlah tunas:

Konvensional	IoT
	



1. 3 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas	1. 3 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas
2. 4 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas	2. 4 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas
3. 5 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas	3. 5 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas
4. 7 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas	4. 7 cm, 3 cm, 3 cm, 0 tunas

Masing masing tanaman yang dibandingkan memiliki panjang, tinggi, lebar dan jumlah tunas yang sama pada awal penanaman, adapun peletakan batang pertama hingga akhir berderet dari kiri ke kanan, berikut tabel selisih dari perbandingan dari masing masing tanaman:

Batang ke 1			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	3 cm	3 cm	0
Tinggi	3 cm	3 cm	0
Lebar	3 cm	3 cm	0
Jumlah Tunas	0 tunas	0 tunas	0
Batang ke 2			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	4 cm	4 cm	0
Tinggi	3 cm	3 cm	0
Lebar	3 cm	3 cm	0
Jumlah Tunas	0 tunas	0 tunas	0
Batang ke 3			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	5 cm	5 cm	0
Tinggi	3 cm	3 cm	0
Lebar	3 cm	3 cm	0

Jumlah Tunas	0 tunas	0 tunas	0
Batang ke 4			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	7 cm	7 cm	0
Tinggi	3 cm	3 cm	0
Lebar	3 cm	3 cm	0
Jumlah Tunas	0 tunas	0 tunas	0

2. Hari ke 7



Konvensional	IoT
	
1. Gagal adaptasi	1. 3 cm, 3 cm, 3 cm, 1 tunas

2. 4 cm, 4 cm, 3 cm, 1 tunas	2. 4 cm, 4 cm, 3 cm, 0 tunas
3. 5 cm, 4 cm, 3 cm, 2 tunas	3. 5 cm, 5 cm, 3.5 cm, 2 tunas
4. 7 cm, 3 cm, 3 cm, 2 tunas	4. 7 cm, 3 cm, 3 cm, 1 tunas

Batang ke 1			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	Gagal adaptasi	3 cm	-
Tinggi	Gagal adaptasi	3 cm	-
Lebar	Gagal adaptasi	3 cm	-
Jumlah Tunas	Gagal adaptasi	1 tunas	-
Batang ke 2			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	4 cm	4 cm	0
Tinggi	4 cm	4 cm	0
Lebar	3 cm	3 cm	0
Jumlah Tunas	1 tunas	0 tunas	1 (konvensional)
Batang ke 3			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	5 cm	5 cm	0
Tinggi	4 cm	5 cm	1 cm (IoT)
Lebar	3 cm	3.5 cm	0.5 cm (IoT)
Jumlah Tunas	2 tunas	2 tunas	0
Batang ke 4			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih

Panjang	7 cm	7 cm	0
Tinggi	3 cm	3 cm	0
Lebar	3 cm	3 cm	0
Jumlah Tunas	2 tunas	1 tunas	1 (konvensional)


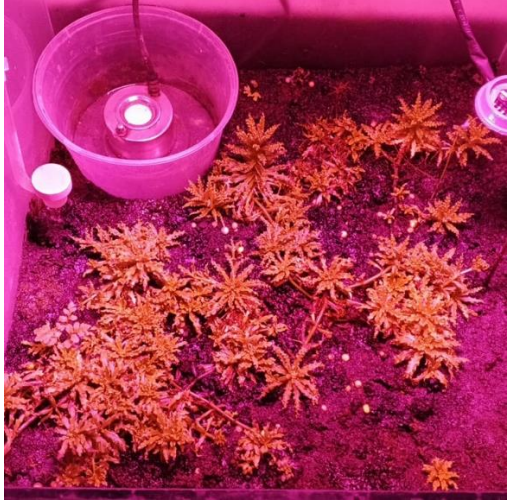
3. Hari ke 14

Konvensional	IoT
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gagal adaptasi 2. 3 cm, 4 cm, 3.5 cm, 3 tunas 3. 6 cm, 4 cm, 4 cm, 4 tunas 4. 6.5 cm, 4 cm, 4 cm, 3 tunas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3 cm, 3 cm, 4 cm, 3 tunas 2. 4 cm, 4.5 cm, 4 cm, 1 tunas 3. 6 cm, 6 cm, 5 cm, 5 tunas 4. 7 cm, 4 cm, 3cm, 2 tunas

Batang ke 1			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	Gagal adaptasi	3 cm	-
Tinggi	Gagal adaptasi	3 cm	-

Lebar	Gagal adaptasi	4 cm	-
Jumlah Tunas	Gagal adaptasi	3 tunas	-
Batang ke 2			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	3 cm	4 cm	1 cm (IoT)
Tinggi	4 cm	4 cm	0
Lebar	3.5 cm	4.5 cm	1 cm (IoT)
Jumlah Tunas	3 tunas	1 tunas	1 (konvensional)
Batang ke 3			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	6 cm	6 cm	0
Tinggi	4 cm	6 cm	2 cm (IoT)
Lebar	4 cm	5 cm	1 cm (IoT)
Jumlah Tunas	4 tunas	5 tunas	1 tunas
Batang ke 4			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	6.5 cm	7 cm	0.5 cm (IoT)
Tinggi	4 cm	4 cm	0
Lebar	4 cm	3 cm	1 cm (konvensional)
Jumlah Tunas	3 tunas	2 tunas	1 (konvensional)



4. hari ke 21

Konvensional	IoT
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gagal adaptasi 2. 6 cm, 5 cm , 8cm , 9 tunas 3. 8 cm, 4.5 cm, 9 cm, 7 tunas 4. 8 cm, 6 cm, 4.5 cm , 8 tunas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 7 cm, 3 cm, 5 cm, 6 tunas 2. 7 cm, 6 cm, 6.5 cm, 4 tunas 3. 8.5 cm, 3 cm, 8 cm, 4 tunas 4. 7 cm, 5 cm, 7 cm, 7 tunas

Batang ke 1			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	Gagal adaptasi	3 cm	-
Tinggi	Gagal adaptasi	3 cm	-
Lebar	Gagal adaptasi	4 cm	-
Jumlah Tunas	Gagal adaptasi	3 tunas	-
Batang ke 2			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih

Panjang	6 cm	7 cm	1 cm (IoT)
Tinggi	5 cm	6 cm	1 cm (IoT)
Lebar	8 cm	6.5 cm	1.5 cm (konvensional)
Jumlah Tunas	9 tunas	4 tunas	1 (konvensional)
Batang ke 3			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	8 cm	8.5 cm	0.5 cm (IoT)
Tinggi	4.5 cm	8 cm	2 cm (IoT)
Lebar	9 cm	8 cm	1 cm (IoT)
Jumlah Tunas	7 tunas	4 tunas	3 tunas (konvensional)
Batang ke 4			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	8 cm	7 cm	1 cm (konvensional)
Tinggi	6 cm	7 cm	1 cm (IoT)
Lebar	4.5 cm	5 cm	3.5 cm (IoT)
Jumlah Tunas	8 tunas	7 tunas	1 (konvensional)



5. hari ke 28

Konvensional	IoT
	
1. Gagal adaptasi 2. 8 cm, 5.5 cm, 8 cm, 8 tunas 3. 8 cm, 5 cm, 9 cm, 9 tunas 4. 9 cm, 6.5 cm, 5.5 cm, 18 tunas	1. 7 cm, 3 cm, 5.5 cm, 8 tunas 2. 8 cm, 6.5, 8 cm, 4 tunas 3. 9 cm, 3 cm, 8 cm, 6 tunas 4. 7 cm, 5 cm, 7 cm, 9 tunas

Batang ke 1			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	Gagal adaptasi	3 cm	-
Tinggi	Gagal adaptasi	3 cm	-
Lebar	Gagal adaptasi	4 cm	-
Jumlah Tunas	Gagal adaptasi	3 tunas	-
Batang ke 2			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	8 cm	8 cm	0
Tinggi	5.5 cm	6.5 cm	1.5 cm (IoT)
Lebar	8 cm	8 cm	0

Jumlah Tunas	8 tunas	4 tunas	4 (konvensional)
Batang ke 3			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	8 cm	9 cm	1 cm (IoT)
Tinggi	5 cm	3 cm	2 cm (konvensional)
Lebar	9 cm	8 cm	1 cm (konvensional)
Jumlah Tunas	9 tunas	6 tunas	3 tunas (konvensional)
Batang ke 4			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	9 cm	7 cm	2 cm (konvensional)
Tinggi	6.5 cm	5 cm	1.5 cm (konvensional)
Lebar	5.5 cm	7 cm	1.5 cm (IoT)
Jumlah Tunas	18 tunas	9 tunas	9 (konvensional)

6. hari ke 30

Konvensional	IoT
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gagal adaptasi 2. 8 cm, 5.5 cm, 8 cm, 8 tunas 3. 8 cm, 5 cm, 9 cm, 9 tunas 4. 9 cm, 6.5 cm, 5.5 cm, 18 tunas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 7 cm, 3 cm, 5.5 cm, 8 tunas 2. 8 cm, 6.5 cm, 8 cm, 4 tunas 3. 9 cm, 3 cm, 8 cm, 6 tunas 4. 7 cm, 5 cm, 7 cm, 9 tunas

Batang ke 1			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	Gagal adaptasi	7 cm	-
Tinggi	Gagal adaptasi	3 cm	-
Lebar	Gagal adaptasi	5.5 cm	-
Jumlah Tunas	Gagal adaptasi	8 tunas	-
Batang ke 2			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	8 cm	8 cm	0
Tinggi	5.5 cm	6.5 cm	1 cm (IoT)

Lebar	8 cm	8 cm	0
Jumlah Tunas	8 tunas	4 tunas	4 (konvensional)
Batang ke 3			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	8 cm	9 cm	1 cm (IoT)
Tinggi	5 cm	3 cm	2 cm (konvensional)
Lebar	9 cm	8 cm	1 cm (konvensional)
Jumlah Tunas	9 tunas	6 tunas	3 tunas (konvensional)
Batang ke 4			
Pertumbuhan	Konvensional	IoT	Selisih
Panjang	9 cm	7 cm	2 cm (konvensional)
Tinggi	6.5 cm	5 cm	1.5 cm (konvensional)
Lebar	5.5 cm	7 cm	1.5 cm (IoT)
Jumlah Tunas	18 tunas	9 tunas	9 (konvensional)

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 menunjukkan 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 = -

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

Berdasarkan hal tersebut dapat 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.

4.1.3.2. 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. 14. alat ukur kualitas udara digital

Tabel 4. 1.. parameter hari ke 1

Hari ke 1			
Pagi			
Parameter	Konvensional	IoT	Selisih
Co2	475 ppm	934 ppm	459 ppm (IoT)
Kelembapan udara	88 %	96 %	8 % (IoT)
Suhu	24 °C	27 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	2.625 lux	12.587 lux	9.962 (IoT)
Siang			
Co2	458 ppm	809 PPM	345 ppm (IoT)
Kelembapan udara	88 %	96 %	8 % (IoT)
Suhu	24 °C	28 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	552 lux	10.895 lux	10.343 lux (IoT)
Sore			
Co2	473 ppm	4 ppm	469 ppm (konvensional)
Kelembapan udara	83 %	96 %	13 % (IoT)
Suhu	25 °C	28 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	256 lux	11.456 lux	11.200 lux (IoT)

Tabel 4. 2. parameter hari ke 2

Hari ke 2			
Pagi			
Parameter	Konvensional	IoT	Selisih
Co2	455 ppm	1.067 ppm	459 ppm (IoT)
Kelembapan udara	84 %	97 %	13 % (IoT)
Suhu	24 °C	27 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	21.538 lux	9.323 lux	12.215 lux (Konvensional)
Siang			
Co2	477 ppm	1.393 PPM	916 ppm (IoT)
Kelembapan udara	83 %	97 %	14 % (IoT)
Suhu	25 °C	28 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	269 lux	9.401lux	9.132 lux (IoT)
Sore			
Co2	472 ppm	1.215 ppm	743 ppm (IoT)
Kelembapan udara	83 %	97 %	14 %

Suhu	25 °C	28 °C	3 °C
Intensitas cahaya	553 lux	12.718 lux	12.165 (IoT)

Tabel 4. 3. Parameter hari ke 3

Hari ke 3			
Pagi			
Parameter	Konvensional	IoT	Selisih
Co2	458 ppm	1.552 ppm	459 ppm (IoT)
Kelembapan udara	88 %	96 %	8 % (IoT)
Suhu	25 °C	27 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	19.400 lux	11.408 lux	7.992 (Konvensional)
Siang			
Co2	461 ppm	1.552 PPM	1.091 ppm (IoT)
Kelembapan udara	86 %	96 %	10 % (IoT)
Suhu	25 °C	28 °C	3 °C (IoT)
Intensitas cahaya	28.306 lux	10.105 lux	18.201 lux (Konvensional)
Sore			
Co2	440 ppm	1.780 ppm	1.340 ppm (IoT)
Kelembapan udara	88 %	96 %	8 % (IoT)
Suhu	24 °C	28 °C	4 °C (IoT)
Intensitas cahaya	479 lux	10.790 lux	10.311 lux (IoT)

Kesimpulan :

Pada parameter kelembapan udara dan suhu tidak melampaui atau dibawah parameter optimal, dimana parameter optimal untuk kelembapan udara ≥ 80 % sedangkan parameter optimal untuk suhu 23-30 °C. Adapun pada parameter kadar CO2 lingkungan pembudidayaan IoT hampir selalu berada pada parameter optimal, meskipun demikian hasil pertumbuhan tanaman IoT tidak menunjukkan 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.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perbandingan dapat disimpulkan pertumbuhan tanaman dengan teknologi IOT lebih optimal dibandingkan dengan konvensional dari jumlah tunas dan kerapatan daun dan tinggi batangnya.

5.2. Saran

Implementasi teknologi IoT pada pembudidayaan downoi ini masih terdapat kekurangan sehingga dibutuhkan beberapa tambahan diantaranya :

1. pada kedua lingkungan pembudidayaan sebaiknya diberikan sensor yang sama pada masing-masing lingkungan pembudidayaan agar perbandingan untuk memastikan kesetaraan perbandingan.
2. untuk perbandingan selanjutnya disarankan menggunakan sinar matahari untuk sumber cahaya pembudidayaanya.
3. lingkungan pembudidayaan tidak memerlukan injeksi CO₂, dapat dilihat dari hasil pertumbuhan tanaman IoT yang tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan lingkungan pembudidayaan konvensional. Tetapi ini dibutuhkan penelitian lebih lanjut, jika warna hijau, lebar daun dan kekeritingan dari daun tersebut diakibatkan oleh CO₂ atau sumber cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tarepunda, N. 2004. Little Star, Aqua Star-the Magnificent One, Pogostemon helferi.
- [2] A. Der Suche and O. Pedersen, “Auf der Suche nach Pogostemon helferi (Hook. f.) Press,” no. January 2008, 2014.
- [3] “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] L. Summary, “The Effects of Aquatic Plants on Algae Growth, pH, Nitrite, and Phosphate Levels,” p. 2004.
- [6] 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>
- [7] A. Ikechukwu, “What is IoT? The Internet of Things explained,” no. July 2021, pp. 1–9.
- [8] D. A. K. Karimi, “What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality,” *Free. White Pap.*, p. 16, 2013, [Online]. Available: http://www.freescale.com/files/32bit/doc/white_paper/INTOTHNGSWP.pdf

- [9] 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.
- [10] Handson Technology, “WeMOS D1 R32 ESP32 Wi-Fi and Bluetooth Board,” pp. 1–10, [Online]. Available: <https://handsontec.com/dataspecs/module/ESP/WeMosD1R32.pdf>
- [11] Z. W. E. Technology, “Infrared CO2 Sensor Module Model: MH-Z19B - User’s Manual,” p. 9, 2020, [Online]. Available: www.winsen-sensor.com
- [12] A. G. Humidity and T. Sensor, “Datasheet SHT3xA-DIS Automotive Grade Humidity and Temperature Sensor Fully calibrated , linearized , and temperature compensated digital output I2C Interface with communication speeds up to 1 MHz and two user selectable addresses,” vol. Version 3, no. December, pp. 2 & 4, 2019.
- [13] Priyanto Hidayatullah and Jauhari Khairul Kawistara, *Pemrograman WEB*. Bandung: Informatika, 2017.
- [14] F. Alfaridzi, J. Dedy Irawan, and M. Orisa, “PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN USER HOTSPOT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE (API) MIKROTIK,” 2022.
- [15] A. Lutfi, “SCHOOL USING PHP AND MYSQL,” 2017.
- [16] 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.

- [17] “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>.
- [18] “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>
- [19] D. R. Taub, “Biology Article Assignment # 2 – Rising Carbon Dioxide Levels and Plants Effects of Rising Atmospheric Concentrations of Carbon Dioxide on Plants,” *Eff. rising Atmos. Conc. carbon dioxide plants*, vol. 3, no. 10, pp. 1–5, 2010.
- [20] “Emersed plants questions” [Online]. Available: <https://www.ukaps.org/forum/threads/emersed-plants-questions.69839/>
- [21] N. E. Debouza and T. Ksiksi, “The impact of elevated temperatures and CO 2 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.
- [22] A. Nio Song, “Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan,” *J. Ilm. Sains*, vol. 12, no. 1, p. 28, 2012, doi: 10.35799/jis.12.1.2012.398.
- [23] M. Navvab, “Daylighting aspects for plant growth in interior environments,” *Light Eng.*, vol. 17, no. 1, pp. 46–54, 2009.
- [24] S. Klongdee, P. Netinant, and M. Rukhiran, “Evaluating the Impact of Controlled Ultraviolet Light Intensities on the Growth of Kale Using IoT-Based Systems,” *Internet of Things*, vol. 5, no. 2, pp. 449–477, 2024, doi: 10.3390/iot5020021.

[25] J. Brittnacher, “Grow Venus flytraps indoors,” *Carniv. Plant Newsl.*, vol. 48, no. 4, pp. 178–182, 2019, doi: 10.55360/cpn484.jb249.

LAMPIRAN A

LISTING PROGRAM ARDUINO

```
#include <Arduino.h>

#include <WiFi.h>

// SENSOR CO2 & humidity & lux

#include "MHZ19.h"

#include <BH1750.h>

#include "ClosedCube_SHT31D.h"


#include <Wire.h>

#include <RtcDS3231.h>

#include <ArduinoJson.h>

#include <HttpClient.h>


#define BAUDRATE
9600 // Device to
MH-Z19 Serial baudrate (should not be changed)

#define solenoid 12

#define mistMaker 13

#define lampu 5


// inisialisasi object

ClosedCube_SHT31D sht3xd;
```

```

MHZ19
myMHZ19; //
Constructor for library

HardwareSerial
mySerial(0); // On ESP32
we do not require the SoftwareSerial library, since we
have 2 USARTS available

BH1750 lightMeter(0x23);

RtcDS3231<TwoWire> Rtc(Wire);

// String apiURL =
"http://192.168.100.5/IOTEmersedMonitoring/";

String apiURL =
"https://skripsiarman.my.id/IOTEmersedMonitoring/";

String ssid = "ARFAD";

String pass = "polygon.";

void connectWifi();

void runSolenoid(int CO2);

void runMistMaker(int humidity);

void runLight(float lux, int waktuPencahayaan);

int getCO2();

int getHum();

```



```
float getLux();

int prevCO2;

double hitungLamaHidupLampu(float lux, int
waktuPencahayaaaan);

float lux;

double lamaHidup;

int waktuLampuHidup;

int jamLampuMati;

int previousMillis = 0;

bool lampuHidup = true;

void setup()
{

    Serial.begin(9600);

    connectWifi();

    Wire.begin();

    lightMeter.begin(BH1750::CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE);

    mySerial.begin(BAUDRATE);

    myMHZ19.begin(mySerial);
    // *Serial(Stream) reference must be passed to library
    begin().
```

```

    myMHZ19.autoCalibration();
    // Turn auto calibration ON (OFF
    autoCalibration(false))

    delay(1000);

    sht3xd.begin(0x44); // I2C address: 0x44 or 0x45

    delay(1000);

    Rtc.Begin();

    RtcDateTime compiled = RtcDateTime("Dec 31 2024",
    "06:58:00");

    Rtc.SetDateTime(compiled);


    pinMode(mistMaker, OUTPUT);

    pinMode(solenoid, OUTPUT);

    pinMode(lampu, OUTPUT);


    digitalWrite(mistMaker, LOW);

    digitalWrite(solenoid, LOW);

    digitalWrite(lampu, LOW);
}


void loop()

{

    int waktuPencahayaan = 12;

```

```

RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

int jamSekarang = now.Hour();

int menitSekarang = now.Minute();

int detikSekarang = now.Second();

Serial.print("waktu saat ini : "); Serial.print(" ");

Serial.print(jamSekarang); Serial.print(":");

Serial.print(menitSekarang); Serial.print(":");

Serial.println(detikSekarang);


float humidity =
getHum(sht3xd.readTempAndHumidity(SHT3XD_REPEATABILITY_HI
GH, SHT3XD_MODE_POLLING, 50));

runMistMaker(humidity);


int CO2 = getCO2();

if(CO2 != 0){

    prevCO2 = CO2;

}else{

    CO2 = prevCO2;

}


if (jamSekarang == 7 && menitSekarang < 1 &&
detikSekarang <= 10) {

```

```

        waktuLampuHidup = millis(); // Catat waktu awal lampu
hidup

        digitalWrite(lampu, HIGH);

        delay(1000);

        lux = getLux();

        lamaHidup = hitungLamaHidupLampu(lux,
waktuPencahayaaaan); // ini dalam bentuk jam

        Serial.println("Lampu hidup");

        jamLampuMati = 7 + lamaHidup;

        lampuHidup = true;

    }

    int waktuBerjalan = (millis() - waktuLampuHidup) /
1000;

    if(jamSekarang >= jamLampuMati){

        digitalWrite(lampu, LOW);

        digitalWrite(solenoid, LOW); // untuk memastikan
solenoid mati

        Serial.println("lampu mati");

        lampuHidup = false;

    }else if(lampuHidup == true){

        runSolenoid(CO2);

    }

```

```

    int jamPostData[8] = {7,10,13,16,19,22,1,4}; // kirim
data per 3 jam sekali

    if(findInArray(jamPostData, 8, jamSekarang) &&
menitSekarang < 1 && detikSekarang < 8){

        postData(CO2, humidity, lux);

    }else{

        Serial.println("belum waktunya post");

    }

    lux = getLux();

    postRealTime(CO2, humidity, lux, lamaHidup,
waktuBerjalan);

    Serial.print("waktu berjalan : ");

    Serial.println(waktuBerjalan);

    Serial.print("Jam Lampu Mati : ");

    Serial.println(jamLampuMati);

    Serial.print("previous millis : ");

    Serial.println(previousMillis);

    Serial.print("lama jam : ");

    Serial.println(lamaHidup);

    Serial.println();

    Serial.println("=====")
;

```

```

        delay(1000);
    }

    void postData(int co2, int humidity, float lux){

        String url = apiURL+"api/post";

        HTTPClient http;

        JsonDocument doc;

        String response;

        String params;

        RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

        doc["co2"] = co2;

        doc["humidity"] = humidity;

        doc["lux"] = lux;

        doc["waktu"] = String(now.Year()) + "-" +
String(now.Month()) + "-" +
                        String(now.Day()) + " " +
String(now.Hour()) + ":" +
                        String(now.Minute()) + ":" +
String(now.Second());

        http.begin(url);

        serializeJson(doc, params);
    }

```

```
http.POST(params);

response = http.getString();

Serial.println(response);

http.end();

delay(1000);

}

void postRealTime(int co2, int humidity, float lux, int
lamaHidup, int waktuLampuHidup){

    String url = apiURL+"api/realtime";

    HTTPClient http;

    JsonDocument doc;

    String response;

    String params;

    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

    doc["co2"] = co2;

    doc["humidity"] = humidity;

    doc["lama_hidup"] = lamaHidup;

    doc["lux"] = lux;

    doc["waktu_berjalan"] = waktuLampuHidup;
```

```
    doc["waktu"] = String(now.Year()) + "-" +  
String(now.Month()) + "-" +  
    String(now.Day()) + " " +  
String(now.Hour()) + ":" +  
    String(now.Minute()) + ":" +  
String(now.Second());
```

```
http.begin(url);  
  
serializeJson(doc, params);  
  
http.POST(params);  
  
response = http.getString();  
  
Serial.println(response);  
  
http.end();  
  
delay(1000);  
  
}
```

```
void connectWifi(){  
    WiFi.begin(ssid, pass);  
  
    Serial.println();  
  
    Serial.println("Connecting to wifi");  
  
    while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){  
        Serial.print(".");
```



```

        delay(800);

    }

    Serial.println();

    Serial.println("Success Connected to WiFi");

}


int getCO2(){

    int CO2;

    /* note: getCO2() default is command "CO2 Unlimited".
    This returns the correct CO2 reading even

    if below background CO2 levels or above range (useful
    to validate sensor). You can use the

    usual documented command with getCO2(false) */

    CO2 = myMHZ19.getCO2(); //
    Request CO2 (as ppm)

    Serial.print("CO2 (ppm): ");

    Serial.println(CO2);

    delay(1000);

    return CO2;

}

```

```
float getHum(SHT31D result) {  
    Serial.print("Humidity : ");  
    Serial.println(result.rh);  
    return result.rh;  
    delay(1000);  
}
```

```
float getLux(){  
    float lux = 0;  
    if (lightMeter.measurementReady()) {  
        float lux = lightMeter.readLightLevel();  
        Serial.print("Light: ");  
        Serial.print(lux);  
        Serial.println(" lx");  
        delay(1000);  
        return lux;  
    }else{  
        delay(1000);  
        return lux;  
    }  
}
```

```
void runSolenoid(int CO2){  
    if(CO2 <= 1000){  
        digitalWrite(solenoid, HIGH);  
        Serial.println("co2 hidup");  
    }else{  
        digitalWrite(solenoid, LOW);  
        Serial.println("co2 mati");  
    }  
}  
  
void runMistMaker(int humidity){  
    if(humidity <= 80){  
        digitalWrite(mistMaker, HIGH);  
        Serial.println("mist maker hidup");  
    }else{  
        digitalWrite(mistMaker, LOW);  
        Serial.println("mist maker Mati");  
    }  
}
```

```
double hitungLamaHidupLampu(float lux, int
waktuPencahayaaaan){

    int maxLux = 15000; // artinya 100 persen = 15000

    int persentase = (100.0/maxLux) * lux; // 0.01 * lux

    int persentaseKekurangan = 100 - persentase;

    double lamaHidup = waktuPencahayaaaan +
abs((waktuPencahayaaaan/100.0) * persentaseKekurangan);

    return lamaHidup;

}

bool findInArray(int array[], int size, int target) {

    for (int i = 0; i < size; i++) {

        if (array[i] == target) {

            return true; // Elemen ditemukan

        }

    }

    return false; // Elemen tidak ditemukan

}
```