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

*Diajukan untuk memenuhi salah satu tugas mata kuliah   
PSTA*

**Dosen Pembimbing** : Hanhan Maulana, M.Kom., Ph.D.

A yellow and blue logo

Description automatically generated

|  |  |
| --- | --- |
| 10120061 | Achmad Juliarman |

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA   
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER   
UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA   
2024**

Daftar isi

[BAB 1 PENDAHULUAN 5](#_Toc182467229)

[1.1. Latar Belakang Masalah 5](#_Toc182467230)

[1.2. Identifikasi Masalah 8](#_Toc182467231)

[1.3. Maksud dan Tujuan 8](#_Toc182467232)

[1.4. Batasan Masalah 9](#_Toc182467233)

[1.5. Metodologi Penelitian 10](#_Toc182467234)

[1.5.2. Analisis Perancangan 12](#_Toc182467235)

[1.5.3. Pembangunan Sistem 13](#_Toc182467236)

[1.5.4 Observasi 13](#_Toc182467237)

[1.5.5. Pemeliharaan 13](#_Toc182467238)

[1.6. Sistematika Penulisan 13](#_Toc182467239)

[BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 14](#_Toc182467240)

[2.1. Pogostemon Helferi (Downoi) 15](#_Toc182467241)

[2.1.1. Budidaya Pogostemon Helferi 15](#_Toc182467242)

[2.2. Internet of Things (IoT) 15](#_Toc182467243)

[2.3. Microcontroller 16](#_Toc182467244)

[2.3.1. Wemos ESP32 UNO D1 R32 17](#_Toc182467245)

[2.4. MH-Z19B 18](#_Toc182467246)

[2.5. SHT30-D 19](#_Toc182467247)

[2.6. RTC-DS3231 20](#_Toc182467248)

[2.7. Relay 20](#_Toc182467249)

[2.8. Transistor 2N2222 NPN 21](#_Toc182467250)

[2.9. Transistor TIP41C 22](#_Toc182467251)

[2.10. Resistor 23](#_Toc182467252)

[2.11. Dioda 24](#_Toc182467253)

[2.12. Arduino IDE 24](#_Toc182467254)

[2.13. Website 25](#_Toc182467255)

[2.14. Application Programming Interface (API) 25](#_Toc182467256)

[2.15. Mysql 25](#_Toc182467257)

[2.16. PHP 26](#_Toc182467258)

[2.17. Entity Relationship Diagram (ERD) 26](#_Toc182467259)

[2.18. Wiring Diagram 26](#_Toc182467260)

[BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM 26](#_Toc182467261)

[3.1. Analisis Pembudidayaan 26](#_Toc182467262)

[3.2. Analisis Arsitektur Sistem Yang Diusulkan 28](#_Toc182467263)

[3.3 Analisis Alat Yang digunakan 29](#_Toc182467264)

[3.4. Analisis Kebutuhan non-fungsional 31](#_Toc182467265)

[3.5 Kebutuhan Fungsional 33](#_Toc182467266)

[3.6. Perancangan Sistem 33](#_Toc182467267)

**DAFTAR GAMBAR**

[Gambar 1. 1. Pogostemon Helfer emersed 5](#_Toc182467405)

[Gambar 1. 2. Pogostemon Helferi submersed 6](#_Toc182467406)

[Gambar 1. 3. Metodologi Penelitian 10](#_Toc182467407)

[Gambar 2. 1. Wemos ESP32 UNO D1 R32 17](#_Toc182467418)

[Gambar 2. 2. MH-Z19B 18](#_Toc182467419)

[Gambar 2. 3. SHT30-D 19](#_Toc182467420)

[Gambar 2. 4. RTC-DS3231 20](#_Toc182467421)

[Gambar 2. 5. Relay 20](#_Toc182467422)

[Gambar 2. 6. Transistor 2N2222 21](#_Toc182467423)

[Gambar 2. 7. Transistor TIP4C 22](#_Toc182467424)

[Gambar 2. 8. Resistor 23](#_Toc182467425)

[Gambar 2. 9. Dioda 24](#_Toc182467426)

[Gambar 3. 1. Awal budidaya pogostemon helferi metode hidroponik [4] 27](#_Toc182467475)

[Gambar 3. 2. Hasil Budidaya Downoi sistem hidroponik 27](#_Toc182467476)

[Gambar 3. 3. Arsitektur sistem diusulkan 28](#_Toc182467477)

[Gambar 3. 4. Wiring Diagram 34](#_Toc182467478)

[Gambar 3. 5. Perancangan tampilan Data Periodik 35](#_Toc182467479)

[Gambar 3. 6. Percancangan tampilan data realtime 35](#_Toc182467480)

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 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] (Tarepunda, 2004). Di habitat aslinya Pogostemon helferi dapat tumbuh di dalam air maupun diatas 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 menunjukan tingginya konsentrasi nutrisi di sungai sungai tersebut, Jika kandungan unsur hara dalam air terlalu rendah, tanaman akan bertunas, jarak antar daun berjauhan, dan daun berwarna hijau muda [2].

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 [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].

A close-up of a plant growing on a rock

Description automatically generated

Gambar 1. 1. Pogostemon Helfer emersed

A close-up of a rock

Description automatically generated

Gambar 1. 2. Pogostemon Helferi submerse

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.

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

### Identifikasi Masalah

Budidaya tanaman air Downoi (Position helferi) secara emersed menghadapi beberapa tantangan utama, yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. **Keterbatasan Metode Konvensional**: Metode konvensional dalam budidaya tanaman sering kali mengandalkan pemantauan dan penyesuaian manual, yang tidak hanya memerlukan waktu dan tenaga, tetapi juga kurang efisien dalam menjaga kondisi optimal secara berkelanjutan.
2. **Kurangnya Perbandingan Empiris**: Belum ada penelitian yang secara empiris membandingkan efektivitas budidaya Downoi secara emersed menggunakan teknologi IoT dengan metode konvensional. Hal ini menyebabkan ketidakjelasan tentang sejauh mana teknologi IoT dapat memberikan manfaat tambahan dalam budidaya tanaman ini.

### Maksud dan Tujuan

**Maksud**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam budidaya tanaman Downoi (Pogostemon helferi) secara emersed dengan metode konvensional. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai manfaat dan potensi penggunaan IoT dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas budidaya tanaman air.

**Tujuan:**

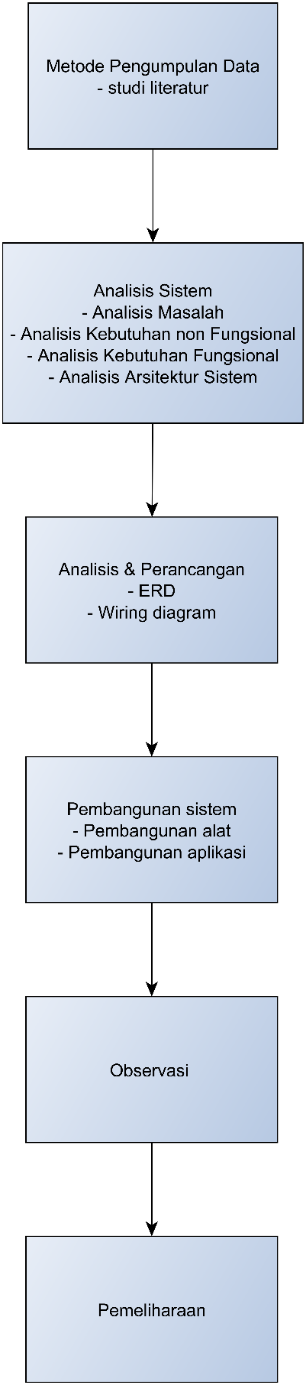
* Membangun alat IoT untuk budidaya Downoi
* Membandingkan pertumbuhan Downoi yang dibudidayakan secara emersed menggunakan teknologi IoT dengan yang dibudidayakan menggunakan metode konvensional.
* Menilai efektivitas teknologi IoT dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk budidaya Downoi meliputi kelembapan tanah dan udara.
* Mengevaluasi efisiensi dan konsistensi penggunaan teknologi IoT dalam budidaya Downoi, khususnya dalam mengurangi kesalahan pembudidaya dan meningkatkan pemantauan secara real-time.
* Memberikan rekomendasi praktis bagi para pembudidaya mengenai penggunaan teknologi IoT dalam budidaya tanaman air.
* Menyusun strategi implementasi teknologi IoT yang efektif dan efisien berdasarkan hasil penelitian.

### Batasan Masalah

* Aplikasi monitoring hanya berbasis WEB
* Subjek Linkungan Penelitian terbagi menjadi dua yaitu linkungan budidaya dengan metode konvensional dan linkungan budidaya menggunakan IOT
* Pengembangan aplikasi monitoring berbasis web menggunakan PHP sebagai bahasa pemrograman dan MySQL sebagai basis data.
* Aplikasi ini akan mengumpulkan, menyimpan.

### 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. 3. Metodologi Penelitian

#### 1.5.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data diperoleh secara langsung dari objek penelitian. Tahapan pengumpulan data yang digunakan yaitu :

1. Studi literatur : dilakukan dengan mempelajari, meneliti, dan menelaah dari berbagai literatur-literatur dari buku-buku, jurnal, dan bacaan-bacaan yang terkait dengan topik downoi dan budidaya tanaman.

#### 1.5.2. Analisis sistem

1. Analisis Masalah : Menganalisis perbandingan empiris antara metode konvensional dengan pengggunaan IoT pada pembudidayaan downoi secara emersed untuk evaluasi potensi adopsi teknologi pada pembudidayaan downoi.

2. Analisis kebutuhan non fungsional : mengidentifikasi kebutuhan alat untuk membangun sistem budidaya downoi dengan penerapan IoT dan kebutuhan alat pada metode konvensional yang akan dijadikan sebagai perbandingnnya.

3. Analisis kebutuhan fungsional : menganilisis kebutuhan fungsi atau fitur apa saja yang akan diterapkan pada budidaya downoi dengan pengimplementasian IoT pada pembudidayaannya.

4. Analisis Arsitektur sistem : memastikan desain arsitektur memenuhi kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem budidaya downoi.

### 1.5.2. Analisis Perancangan

1. ERD (Entity Diagram Relationship) : Merancang struktur basis data sistem yang akan dikembangkan.

2. Wiring Diagram : Merancang diagram pengkabelan yang menunjukkan bagaimana komponen perangkat keras dalam sistem akan terhubung satu sama lain.

### 1.5.3. Pembangunan Sistem

1. Pembangunan Alat : Tahap ini melibatkan perancangan, perakitan, dan pengujian perangkat keras (hardware) yang akan digunakan dalam sistem

2. Pembangaunan Aplikasi : Pembangunan aplikasi mencakup pengembangan perangkat lunak (software) yang akan digunakan untuk menampilkan dan manambahkan data yang dikirimkan alat ke aplikasi melalului perantara API dari aplikasi tersebut.

### 1.5.4 Observasi

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

### 1.5.5. Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan adalah fase akhir dalam siklus pengembangan sistem, yang berfokus pada menjaga sistem agar tetap berfungsi dengan baik pada saat implementasi implementasi.

### 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. Pogostemon Helferi (Downoi)

Pogostemon helferi (sering dikenal dengan nama Downoi) adalah jenis tanaman akuarium yang populer dalam hobi aquascaping. Tanaman ini berasal dari Asia Tenggara, biasanya ditemukan di Thailand dan Myanmar, dan dikenal karena penampilannya yang cantik serta kemampuannya untuk tumbuh dengan baik dalam berbagai kondisi akuarium. Downoi tumbuh dengan baik dalam kondisi pencahayaan sedang hingga tinggi. Tanaman ini cenderung tumbuh cepat dalam kondisi yang ideal dan akan membentuk semak-semak kecil yang bisa memberikan tampilan alami dan penuh.

### Budidaya Pogostemon Helferi

Pembudidayaan downoi dapat dilakukan dengan 2 metode :

* **Submersed**

Submersed merupakan metode budidaya atau penanaman tanaman air yang seluruh bagiannya baik akar, batang, maupun daun terendam dalam air sepanjang waktu. Ini adalah metode umum yang digunakan dalam akuarium dan aquascaping untuk menumbuhkan tanaman air, karena sebagian besar tanaman aquatik memang berkembang lebih baik ketika seluruh bagiannya terendam, tetapi terdapat kelemahan dalam metode ini, downoi membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi sedangkan ketika tanaman yang dibudidayakan didalam air terpapar intensitas Cahaya yang tinggi maka akan tumbuh alga yang dimana alga tersebut dapat menghambat fotosintesis dari tanaman [5].

* **Emersed**

Emersed merupakan metode pembudidayaan tanaman dimana sebagian tanaman terbenam didalam air, sedangkan bagian lainnya berada di atas permukaan air/ terpapar udara secara langsung [6]. Dalam konteks pembudidayaan downoi, akar tanaman yang berada dibawah air/ substrat yang tenggeam di air sedangkan batang dan daunnya terpapar udara secara langsung sehingga tanaman.

### 2.2. 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 “memerintahkan dan mengendalikan” hal-hal yang membuat hidup kita lebih mudah dan aman sehingga menguranginya 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.

### 2.3. 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].

### 2.3.1. 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 mendukungan 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.

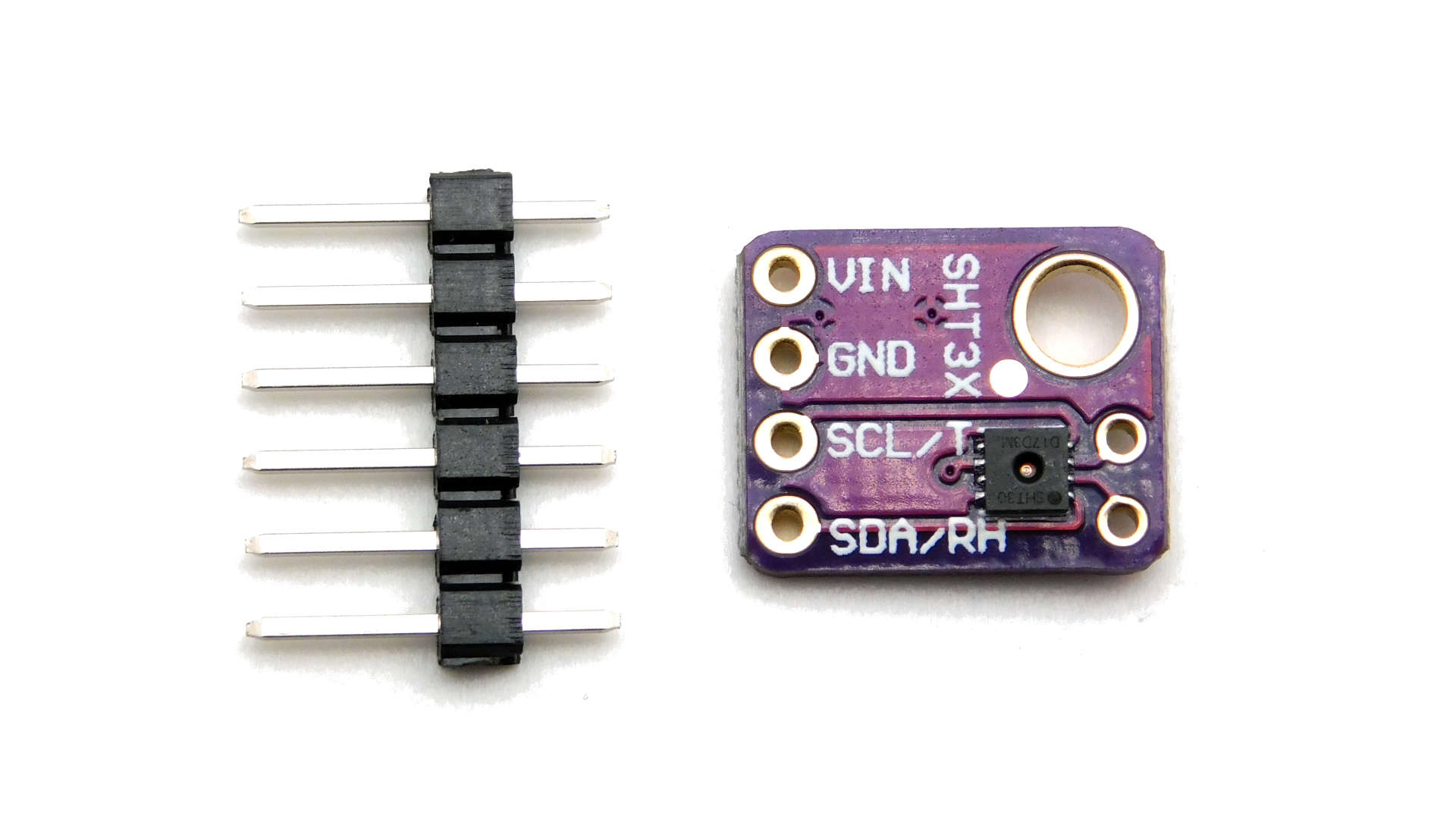
### 2.4. MH-Z19B



Gambar 2. 2. MH-Z19B

MH-Z19B adalah sensor gas CO2 (karbon dioksida) yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti monitoring kualitas udara, sistem ventilasi pintar, dan kontrol lingkungan. Sensor ini dapat mengukur konsentrasi CO2 dalam udara dengan menggunakan teknologi non-dispersive infrared (NDIR), yang merupakan salah satu metode yang paling akurat dan handal untuk mengukur gas-gas tertentu seperti CO2 [11].

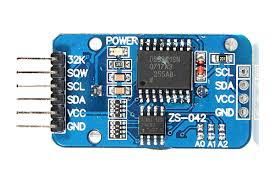
### SHT30-D



Gambar 2. 3. SHT30-D

SHT30-D adalah sensor suhu dan kelembapan digital yang diproduksi oleh Sensirion, yang merupakan perusahaan terkemuka dalam bidang teknologi sensor. Sensor ini sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pengukuran suhu dan kelembapan relatif (RH) yang akurat. Sensor SHT30-D merupakan bagian dari keluarga sensor SHT3x yang lebih luas dan dirancang untuk aplikasi di berbagai industri, termasuk automasi rumah, IoT, monitoring lingkungan, dan perangkat elektronik lainnya [12]. Sensor ini memiliki waktu respon yang cepat, dengan pengukuran suhu dan kelembapan yang biasanya memakan waktu sekitar 500 ms. Dengan demikian, sensor ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan data secara real-time atau sistem kontrol yang memerlukan pengukuran cepat.

### RTC-DS3231



Gambar 2. 4. RTC-DS3231

RTC DS3231 adalah modul Real-Time Clock (RTC) berbasis chip DS3231 yang berfungsi untuk mencatat waktu dengan akurasi tinggi. Modul ini memiliki kemampuan untuk mencatat waktu (jam, menit, detik) dan tanggal (hari, bulan, tahun).

### Relay



Gambar 2. 5. Relay

Relay adalah sebuah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengendalikan suatu sirkuit dengan menggunakan sinyal listrik kecil untuk mengoperasikan saklar yang mengontrol sirkuit yang lebih besar atau perangkat yang memerlukan daya lebih tinggi. Secara sederhana, relay memungkinkan kita untuk menghidupkan atau mematikan suatu perangkat menggunakan sinyal kontrol yang lebih kecil, seperti yang dihasilkan oleh mikrokontroler atau sistem elektronik lain. Akan tetapi relay dirancang untuk bekerja dengan tegangan 5V pada kumparannya.

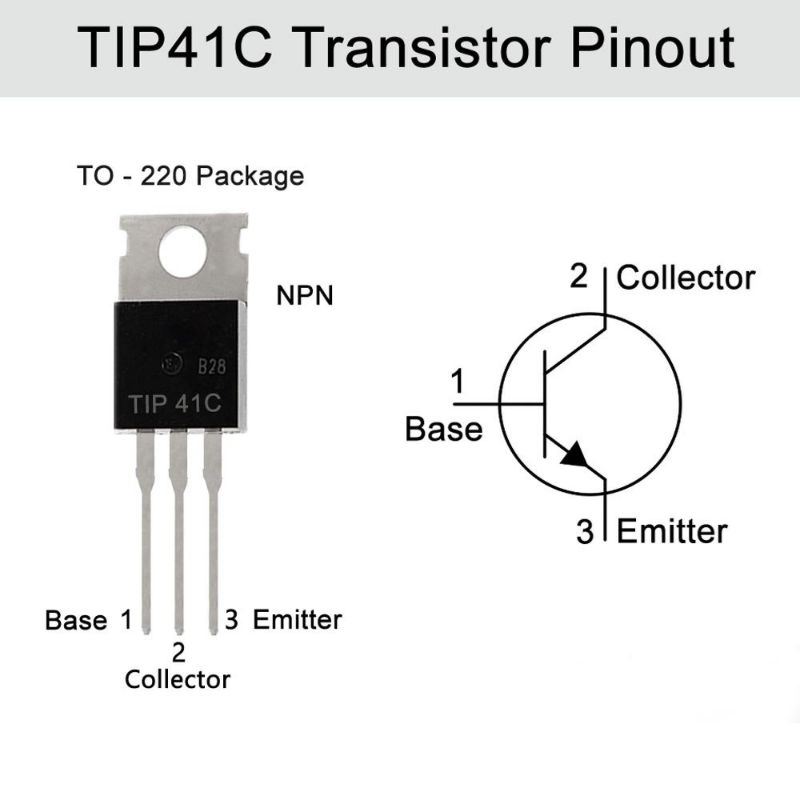
### Transistor 2N2222 NPN



Gambar 2. 6. Transistor 2N2222

2N2222 adalah salah satu jenis transistor bipolar junction (BJT) tipe NPN yang sangat populer di dunia elektronika. Transistor ini digunakan untuk berbagai aplikasi, terutama dalam penguatan sinyal dan saklar elektronik. Dengan transistor ini Wemos esp32 uno d1 r32 yang hanya memberikan output 3.3V dapat mengontrol relay.

### Transistor TIP41C



Gambar 2. 7. Transistor TIP4C

TIP41C adalah jenis transistor NPN yang digunakan dalam aplikasi daya (power transistor). Transistor ini termasuk dalam kategori bipolar junction transistor (BJT), yang berfungsi untuk menguatkan atau memperkuat sinyal listrik, atau sebagai sakelar untuk mengendalikan aliran daya pada rangkaian elektronik. Transistor ini memiliki spesifikasi kolektor-emittor maksimal 60V

### Resistor



Gambar 2. 8. Resistor

Resistor adalah komponen elektronik yang dirancang untuk menghambat aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Fungsi utama resistor adalah untuk mengontrol jumlah arus listrik yang mengalir melalui rangkaian dan menurunkan tegangan sesuai dengan nilai resistansi yang dimilikinya. Resistor merupakan komponen pasif, artinya tidak memerlukan sumber daya eksternal untuk berfungsi, dan mereka tidak mengubah energi dalam bentuk lain, selain mengubah energi listrik menjadi energi panas dalam jumlah yang kecil.

### 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.

### Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan meng-upload program ke papan mikrokontroler Arduino. Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk menulis kode dalam bahasa pemrograman Arduino (C/C++), kemudian meng-upload kode tersebut ke papan Arduino seperti Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, atau papan berbasis ESP32 dan ESP8266.

### 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.

### 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.

### 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.

### 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.

### Entity Relationship Diagram (ERD)

sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan **hubungan antar entitas** dalam suatu sistem basis data. ERD digunakan untuk merancang atau menggambarkan struktur basis data secara visual, termasuk bagaimana data berhubungan satu sama lain di dalam sistem.

### Wiring Diagram

Wiring Diagram adalah gambar atau diagram yang menunjukkan hubungan dan pengkabelan antara berbagai komponen dalam suatu sistem listrik atau elektronik. Wiring diagram digunakan untuk memperlihatkan bagaimana kabel atau kawat dipasang, serta hubungan antar komponen listrik dalam rangkaian tersebut, seperti sakelar, resistor, motor, panel kontrol, dan sumber daya Listrik. Wiring diagram digunakan untuk mempermudah proses instalasi dan pemasangan sistem listrik atau perangkat elektronik.

## BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

### 3.1. Analisis Pembudidayaan

Pada penelitian sebelumnya sudah pernah dilakukan pembudidayaan menggunakan tissue dengan metode hidroponik dimana dilakukan pembudidayaan secara emersed dengan 4 level *humidity* atau kelembapan 90%, 80%, 70%, 60% yang menghasilkan kesimpulan bahwa semakin tinggi kelembapan semakin padat dan lebar diameter pertumbuhan tunas/daunnya, dari study tersebut mengidentifikasi dalam 3 minggu kondisi optimal untuk budidaya Pogostemon helferi di sistem hidroponik pada kelembaban 80%. Data ini juga dapat digunakan untuk mendukung produksi komersial Downoi untuk ekspor dan menurunkan praktik pemanenan tanaman Downoi langsung dari habitatnya dengan demikian berkontribusi terhadap pengelolaan sumber daya yang efektif dan penggunaan lahan yang ramah lingkungan [4].

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Gambar 3. 1. Awal budidaya pogostemon helferi metode hidroponik [4]

A screenshot of a computer

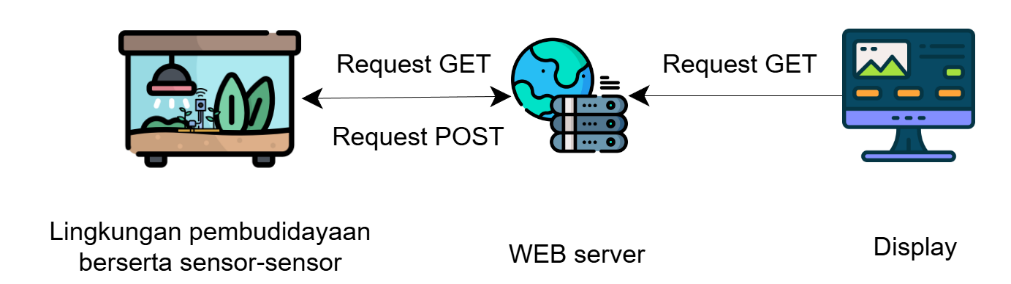
Description automatically generated

Gambar 3. 2. Hasil Budidaya Downoi sistem hidroponik

Tetapi dalam budidaya tersebut beberapa parameter seperti kelembapan dan unsur haranya, belum pernah ada penelitian pembudidayaan downoi secara emersed dengan memperhatikan kadar CO2 di lingkungan pembudidayaan, berdasarkan hal tersebut peneliti berniat melakukan penelitian pembudidayaan pogostemon helferi dengan mengatur kadar CO2 di lingkungan pembudidayaannya dengan mengadopsi teknologi Internet of Things (IoT).

### 3.2. Analisis Arsitektur Sistem Yang Diusulkan

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



Gambar 3. 3. Arsitektur sistem diusulkan

Berikut penjelasan dari gambaran sistem :

* 1. Sensor-sensor pada lingkungan pembudidayaan POST data ke web server kemudian WEB server mengelola data lalu diinputkan ke dalam database, mikrokontroller request GET data yang baru saja dikirimkan ke WEB server untuk mengetahui apakah POST data berhasil atau tidaknya.
  2. Sensor terdiri dari :

- MHZ-19B = sensor CO2

- SHT30 = sensor kelembapan udara

- BH1750 = sensor lux cahaya

* 1. Alat yang digunakan untuk mengontrol parameter lingkungan terdiri dari :

- Mist Maker = alat pengontrol kelembapan udara

- Solenoid = alat pengontrol CO2

- Lampu = sumber cahaya lingkungan pembudidayaan

- RTC-DS3231 = nilai dari modul ini digunakan untuk penentuan waktu awal lampu hidup juga sebagai data yang dikirimkan ke WEB server

* 1. Ketika sensor MHZ-19B mendeteksi CO2 kurang dari 1000 PPM, solenoid hidup untuk mengontrol CO2
  2. Ketika sensor SHT30 mendeteksi humidity <= 80% mist maker hidup untuk mengontrol kelembapan udara
  3. Ketika RTC-DS3231 menunjukan jam 7:00 lampu hidup, sensor BH1750 mengambil data lux dari lampu untuk menentukan berapa lama waktu hidup lampu pada hari tersebut.
  4. Display adalah perangkat peneliti untuk menampilkan aplikasi monitoring data sensor yang disajikan dalam bentuk grafik

### 3.3 Analisis Alat Yang digunakan

Analisis alat yang digunakan merupakan penjabaran bagaimana cara pemanfaatan teknologi yang digunakan pada penelitian ini untuk melakukan monitoring dan kontrol Lingkungan pembudidayaan.

#### 3.3.1. Analisis Penggunaan SHT30-D

Sensor **SHT30-D** dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam memonitor dan mengontrol lingkungan pembudidayaan Downoi (Pogostemon helferi) secara emersed, khususnya untuk parameter kelembaban dan suhu. Berikut adalah beberapa aspek utama penggunaan SHT30-D dalam sistem ini:

- **Daya Tahan dan Stabilitas untuk Pemantauan Jangka Panjang**   
SHT30-D dikenal dengan ketahanan dan stabilitasnya dalam kondisi beragam, yang sangat berguna untuk pemantauan lingkungan pembudidayaan dalam jangka panjang. Sensor ini dirancang untuk penggunaan terus-menerus tanpa memerlukan kalibrasi berulang, sehingga lebih praktis dalam sistem otomatis.

**- Monitoring Kondisi Lingkungan secara Real-Time**  
Sensor ini memungkinkan pembacaan data secara real-time, sehingga perubahan   
lingkungan dapat dipantau terus menerus. Dengan data ini, sistem bisa diatur untuk   
merespon perubahan yang terlalu drastis, misalnya menyalakan mist maker jika   
kelembaban turun

#### 3.3.2. Analisis Penggunaan MH-Z19B

Sensor **MH-Z19B** adalah sensor CO₂ inframerah non-dispersif (NDIR) yang cocok untuk memantau konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di udara. Dalam pembudidayaan Downoi secara emersed, berikut adalah beberapa manfaat dan alasan penggunaan sensor MH-Z19B:

- **Pengukuran Jangka Panjang dengan Stabilitas Tinggi**MH-Z19B dirancang untuk pemantauan CO₂ jangka panjang dan memiliki daya tahan tinggi. Ini meminimalisir kebutuhan perawatan dan kalibrasi yang sering, yang penting dalam lingkungan budidaya otomatis.

**-Pemantauan Kadar CO₂ secara Akurat**  
MH-Z19B memiliki kemampuan untuk mengukur konsentrasi CO₂ dengan rentang yang lebar, dari 0 hingga 5000 ppm. Akurasi yang tinggi ini membantu memastikan bahwa kadar CO₂ di lingkungan budidaya terjaga pada tingkat yang optimal. Downoi dapat mengambil manfaat dari kadar CO₂ yang cukup dalam mendukung fotosintesis dan pertumbuhan daun yang lebat.

**- Mendeteksi Perubahan Kualitas Udara di Lingkungan Budidaya**  
MH-Z19B mampu mendeteksi fluktuasi kadar CO₂ yang bisa disebabkan oleh perubahan sirkulasi udara atau aktivitas biologi, seperti respirasi tanaman atau pembusukan bahan organik. Jika kadar CO₂ meningkat atau menurun secara drastis, sistem bisa mengambil langkah otomatis, misalnya menyalakan solenoid yang tehubung dengan citrun dan soda.

**- Mengoptimalkan Pertumbuhan Tanaman**  
Konsentrasi CO₂ yang memadai dapat meningkatkan laju fotosintesis, yang langsung berdampak pada pertumbuhan tanaman. Dengan data dari MH-Z19B, sistem kontrol dapat mengatur suplai CO₂ (jika ada alat injeksi CO₂) untuk menjaga tingkat yang diinginkan. Pengaturan ini akan membuat Downoi tumbuh lebih cepat dan sehat dalam kondisi emersed.

#### 3.3.3. Analisis Penggunaan RTC-DS3231

RTC (Real-Time Clock) **DS3231** adalah modul pencatat waktu dengan presisi tinggi yang memiliki berbagai keunggulan untuk digunakan dalam sistem kontrol otomatis. Berikut adalah analisis kegunaan RTC DS3231 dalam pembudidayaan tanaman Downoi secara emersed:

**- Memastikan Ketepatan Waktu untuk Aktivitas Otomatis**  
DS3231 memberikan data waktu yang sangat akurat, yang penting untuk mengatur jadwal aktivitas otomatis, seperti menyalakan dan mematikan growlight, mist maker, dan solenoid. Seperti growlight dapat diatur untuk menyala pada waktu tertentu setiap hari untuk mensimulasikan siklus siang-malam alami yang konsisten bagi Downoi, mengatur solenoid hidup hanya pada saat siklus siang saja.

- **Mengurangi Beban Mikrokontroler dalam Menyimpan Data Waktu**  
RTC DS3231 menyimpan data waktu meskipun sistem mengalami power loss sementara, karena memiliki baterai cadangan. Ini memastikan bahwa semua jadwal tetap berjalan akurat tanpa tergantung pada daya utama. Data ini akan tetap tersedia bahkan setelah sistem restart, mengurangi ketergantungan pada mikrokontroler untuk menjaga waktu.

#### 3.3.4. Analisis Penggungaan Wemos ESP32 UNO D1 R3

WEMOS ESP32 UNO D1 R3 adalah papan mikrokontroler berbasis **ESP32** yang dirancang agar kompatibel dengan form factor Arduino UNO. Ini memudahkan penggunaan dengan banyak perangkat keras Arduino yang ada dan menambahkan kemampuan konektivitas ESP32, seperti WiFi dan Bluetooth, untuk sistem IoT. Berikut adalah analisis manfaat dan penggunaan WEMOS ESP32 UNO D1 R3 dalam sistem monitoring dan kontrol lingkungan untuk pembudidayaan tanaman Downoi:

**- Konektivitas WiFi dan Bluetooth**  
Fitur WiFi pada ESP32 memungkinkan integrasi dengan platform IoT atau server hosting sehingga data lingkungan (seperti suhu, kelembaban, dan kadar CO₂) dapat dipantau dari jarak jauh melalui aplikasi WEB.

**- Kompatibilitas dengan Sensor dan Aktuator 5V**  
Banyak sensor dan aktuator, seperti relay, pompa kecil, dan sensor CO₂, bekerja pada tegangan 5V. Dengan memiliki pin **VCC 5V**, WEMOS ESP32 UNO D1 R3 dapat langsung memasok daya ke perangkat ini tanpa memerlukan konverter tegangan tambahan, sehingga menyederhanakan desain rangkaian. Hal ini bermanfaat dalam sistem pembudidayaan yang melibatkan komponen 5V, memungkinkan integrasi perangkat yang lebih luas dengan ESP32.

### 3.4. Analisis Kebutuhan non-fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional adalah jenis analisis yang dibutuhkan untuk menentukan spesifikasi kebutuhan sistem. Analisis ini menentukan spesifikasi masukan yang dibutuhkan sistem, proses yang dibutuhkan untuk mengolah masukan untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan, dan spesifikasi keluaran yang dihasilkan sistem. Analisis kebutuhan non fungsional ini menjelaskan analisis kebutuhan perangkat lunak, analisis kebutuhna perangkat keras dan pengguna.

#### 3.4.1. Daftar 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-fungsinoal dari aplikasi yang akan di bangun dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1. kebutuhan non fungsional

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Kode Kebutuhan | Parameter | Deskripsi Kebutuhan |
| 1 | SKPL-NF-1 | Respone Time | Waktu untuk mengirimkan data setiap 3 jam |
| 2 | SKPL-NF-2 | Memory | Penyimpanan data Menggunakan database MySql |
| 3 | SKPL-NF-3 | Server Hosting | Storage minimal 5GB |

#### 3.4.2. Analisis kebututhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak minimal yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi Monitoring pembudidayaan emersed dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2. kebutuhan perangkat lunak

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Perangkat Lunak | Spesifikasi |
| 1 | Sistem Operasi | Windows 10 |
| 2 | Code Editor | Sublime text 3, Arduino IDE 2.3.2 |
| 3 | Browser | Google Chrome 130.0.6723.117 |
| 4 | Bahasa pemrograman | PHP, javascript, C++ (arduino) |
| 5 | Database | Mysql |

#### 3.4.3. 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 3.3 berikut:

Tabel 3. 3. kebutuhan perangkat keras

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Perangkat Lunak | Spesifikasi |
| 1 | Sistem Operasi | Windows 10 |
| 2 | Code Editor | Sublime text 3, Arduino IDE 2.3.2 |
| 3 | Browser | Google Chrome 130.0.6723.117 |
| 4 | Bahasa pemrograman | PHP, javascript, C++ (arduino) |
| 5 | Database | Mysql |

### 3.5 Kebutuhan Fungsional

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

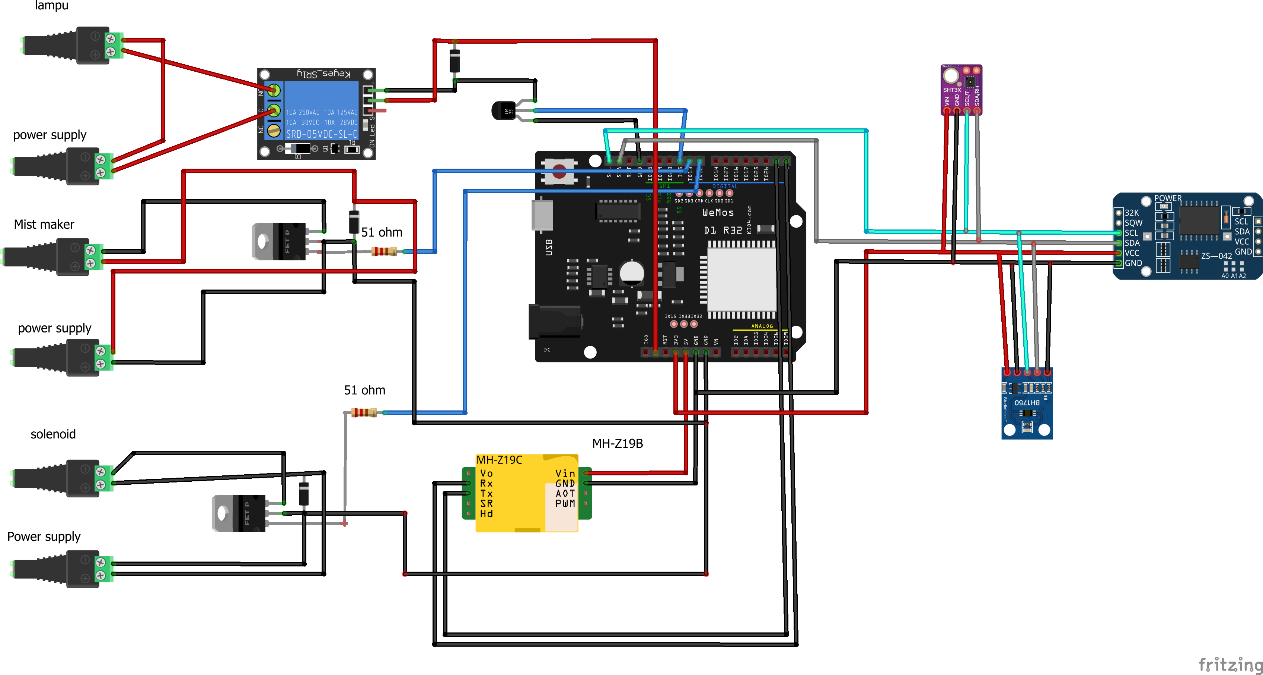
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Kode Kebutuhan | Deskripsi Kebutuhan |
| 1 | SKPL-F-1 | Sistem dapat mendeteksi kelembapan udara lingkungan pembudidayaan |
| 2 | SKPL-F-2 | Sistem dapat mendeteksi kada co2 di udara lingkungan pembudidayaan |
| 3 | SKPL-F-3 | Sistem dapat menghasilkan nilai LUX 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 |

### 3.6. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses yang digunakan untuk merencanakan hasil dari analisis sistem, yang kemudian menjelaskan bagaimana sistem tersebut dibuat.

#### 3.6.1. 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.



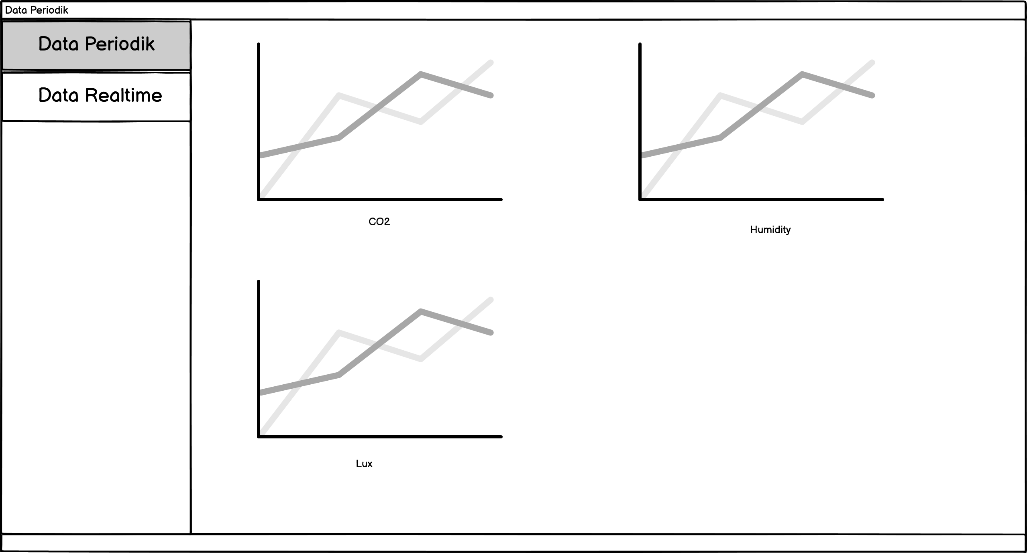
Gambar 3. 4. Wiring Diagram

#### 3.6.2. Perancangan Antar muka

Perancangan antarmuka merupakan suatu tahapan atau proses merancang suatu tampilan secara visual dan memberikan gambaran tentang aplikasi yang akan dibuat.

#### 3.6.2.1 Halaman Data Periodik

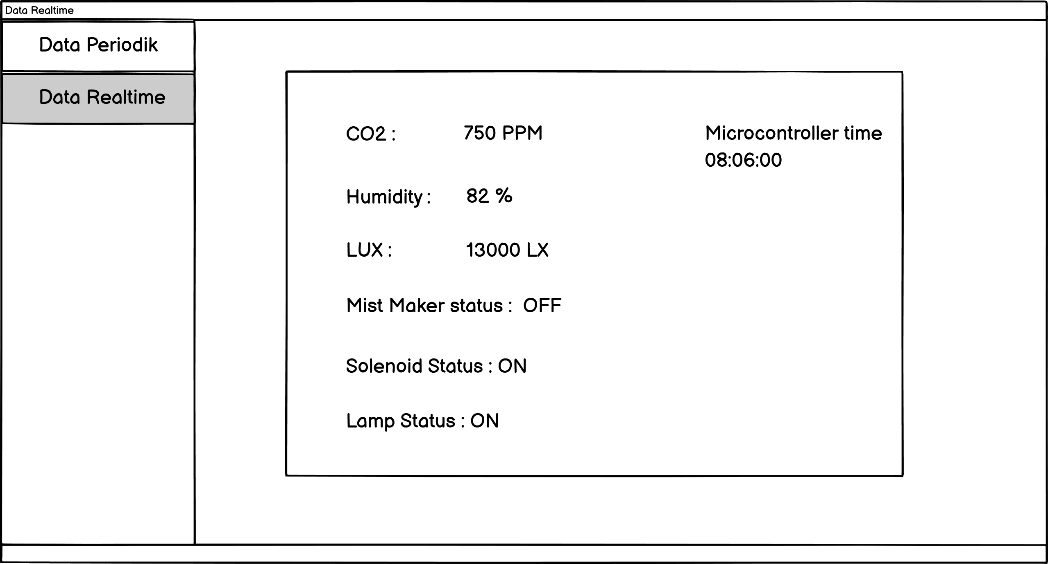
Halaman ini menampilkan data dari sensor secara periodik dalam kurun 3 jam sekali



Gambar 3. 5. Perancangan tampilan Data Periodik

#### 3.6.2.2. Halaman Data Realtime

Halaman ini menampilkan data dari sensor secara realtime setiap kurang lebih 8 detik.

****

Gambar 3. 6. Percancangan tampilan data realtime

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Tarepunda, N. 2004. Little Star, Aqua Star-the Magnificent One, Pogostemon helferi. http://www.aquarticles.com/articles/plants/Nid\_Little\_Star.html

[2] A. Der Suche and O. Pedersen, “Auf der Suche nach Pogostemon helferi (Hook. f.) Press,” no. January 2008, 2014.

[3] 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, and D. Rahmawati, “FUNDAMENTAL INTERNET OF THINGS (IOT) TEORI DAN APLIKASI PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA.”

[10] Handson Technology, “WeMOS D1 R32 ESP32 Wi-Fi and Bluetooth Board,” pp. 1–10, [Online]. Available: [https://handsontec.com/dataspecs/module/ESP/WeMos D1 R32.pdf](https://handsontec.com/dataspecs/module/ESP/WeMos%20D1%20R32.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](http://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.