



Smart IoT-Based Hydroponic Rice Farming System in Urban Areas to Enhance Food Security for the Community

Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT pada Lahan Urban/ Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat

Muhammad Akbar Setiawan^{1*}, Sulistiyasni²

^{1,2}Program Studi D3 Teknik Informatika, STMIK Widya Utama

E-Mail: ¹akbar@swu.ac.id, ²sulistiyasnipwt@swu.ac.id

Received Aug 30th 2023; Revised Oct 26th 2023; Accepted Dec 25th 2023
Corresponding Author: Muhammad Akbar Setiawan

Abstract

*Hydroponic rice cultivation can serve as a solution for urban food security. Maintaining hydroponic plants is easier due to the clean cultivation environment, sterile planting media, protection from rain, and minimal pest and disease threats, resulting in healthier plants and higher productivity. Rice, belonging to the *Oryza L* genus, is found in tropical and subtropical regions. Rice growth and productivity depend on soil pH, water levels, air humidity, and light intensity. In hydroponic systems, factors like temperature, humidity, and nutrient provision are crucial indicators of one's success in adopting hydroponic farming practices. Gathering requirements for the optimal plant environment, a Prototyping method is employed in this research. The Smart Hydroponic Rice Farming Device utilizes soil moisture sensors, air humidity sensors, light intensity sensors, a water level sensor, Wemos as the central controller and communicator, and WiFi for data uploads. The device outputs real-time data on soil moisture, air humidity, soil pH, water levels in the hydroponic pipes, and light intensity. The research aims to create a prototype of an IoT-based Smart Hydroponic Rice Farming Device applicable in rice cultivation installations.*

Keyword: Hidroponik, IoT, Paddy, Paddy Farming, Urban Farming.

Abstrak

Budidaya padi secara hidroponik dapat menjadi salah satu solusi ketahanan pangan perkotaan. Pemeliharaan tanaman hidroponik lebih mudah karena tempat budidayanya bersih, media tanam steril, terlindung dari terpaan hujan, serangan hama dan penyakit kecil, serta tanaman lebih sehat dan produktivitas tinggi. Padi termasuk genus *Oryza L*, tersebar di daerah tropis serta daerah subtropis. Padi adalah tanaman yang untuk pertumbuhannya, produktivitas padi ditentukan oleh kondisi PH tanah, ketinggian air, kelembapan udara, intensitas cahaya. Dalam sistem tanam hidroponik faktor suhu, kelembaban dan pemberian nutrisi pada tanaman menjadi tolak ukur keberhasilan seseorang dalam menerapkan pola cocok tanam hidroponik. Kebutuhan akan lingkungan hidup yang optimal untuk tanaman padi akan dikumpulkan untuk kemudian membuat perangkat yang membantu petani menyesuaikan lingkungan yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Prototyping, Perangkat Pertanian Hidroponik Padi Cerdas ini menggunakan sensor kelembapan tanah, kelembapan udara, intensitas cahaya, water level sensor Wemos sebagai Pusat pengendali dan komunikasi serta WiFi untuk mengunggah data ke Internet. Keluaran dari perangkat ini adalah data Waktu Nyata Pembacaan Sensor Kelembaban tanah, udara, PH Tanah, ketinggian air dalam Pipa hidroponik, serta intensitas cahaya. Tujuan Penelitian ini adalah membangun Purwarupa Perangkat Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT yang dapat diterapkan pada Instalasi Hidroponik tanaman padi.

Kata Kunci: Hidroponik, IoT, Padi, Paddy Farming, Urban Farming.

1. PENDAHULUAN

Padi, sebagai salah satu jenis dalam genus *Oryza L.*, memiliki sekitar 25 spesies yang tersebar luas di daerah tropis dan subtropis seperti Asia, Afrika, Amerika, dan Australia [1]. Di Indonesia, padi (*Oryza sativa L.*) menjadi makanan pokok hampir seluruh penduduk [2]. Faktor-faktor seperti perubahan intensitas cahaya, ketinggian air, kelembapan udara, dan kelembapan tanah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman, terutama padi. Kurangnya kewaspadaan dan pemantauan yang rutin dari para petani

terhadap pertumbuhan padi dapat menyebabkan kondisi tumbuhan yang kurang optimal, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kualitas hasil panen [3].

Tanaman Padi saat ini sudah dapat dibudidayakan dengan menggunakan teknik hidroponik tanpa menggunakan tanah dan air yang melimpah. Artinya, hidroponik merupakan teknik bertanam di air yang mengandung campuran nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Sistem hidroponik seringkali melibatkan penggunaan media tumbuh selain tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman [4]. Pemerintah memiliki tujuan untuk mencapai swasembada beras dengan menjaga agar harga beras tetap terjangkau bagi masyarakat. Pertumbuhan jumlah penduduk di perkotaan menyebabkan peningkatan penggunaan lahan untuk keperluan pemukiman penduduk [5]. Salah satu solusi yang diterapkan adalah urban farming. Pertanian perkotaan memanfaatkan lahan terbatas, termasuk lahan yang tidak digunakan atau terbengkalai. Konsep urban farming mendorong kreativitas individu dalam mengoptimalkan hasil panen di lahan yang terbatas, sambil mengurangi biaya yang diperlukan [6]. Pada dasarnya, urban farming mengasah individu untuk kreatif dalam mengoptimalkan hasil panen di lahan terbatas dan meminimalkan biaya [6]. Purwarupa alat merupakan hasil dari percobaan dan perekayasaan di dalam laboratorium, yang akan peneliti terapkan di lingkungan yang terbatas. Hasil perekayasaan akan dikumpulkan data dan kemudai dianalisa guna diketahui lebih jauh mengenai kesesuaian alat dengan kinerja yang diharapkan oleh peneliti.

Permasalahan yang dihadapi petani hidroponik adalah sulitnya memonitoring keadaan lingkungan didalam Rumah Tanam, terutama tanaman padi yang membutuhkan lingkungan yang baik dan memadai. Sementara kebutuhan pangan yang terus bertambah dan tidak berkurang setiap tahun nya, mengharuskan pemerintah untuk mengambil kebijakan impor beras setiap tahun nya dengan jumlah yang mencapai 400ribu Ton pada tahun lalu [8]. Maka penelitian ini menjadi memiliki alasan dan urgensi yang kuat mengingat terbatasnya lahan perkotaan yang bisa digunakan untuk menanam padi dan menghasilkan beras.

Penelitian ini berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang juga membahas mengenai Penerapan IoT pada Sistem Hidroponik. Pada tahun 2021, dilakukan penelitian berjudul "Sistem Pengukuran PH, Kelembapan, dan Suhu Berbasis Internet of Things (IoT)" oleh penulis Wahyuni Eka Sari, Eko Junirianto, dan Geofani Fatur Rahman. Penelitian ini menyoroti Petani cabai di Samarinda menghadapi masalah dalam pemantauan kondisi tanaman ketika mereka berada jauh dari kebun atau rumah mereka. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini menggunakan metode yang melibatkan penggunaan beberapa perangkat dan komponen teknologi, seperti Sensor Kelembapan Tanah, Sensor PH Tanah, ANTARES Kit / Wemos, Kabel Jumper, Potensiometer, dan Baterai 9V. Selain itu, perangkat lunak yang terlibat dalam penelitian ini meliputi sistem operasi Windows 10, sistem operasi Android, dan platform web ANTARES. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan solusi dengan membuat alat yang mampu mengukur tingkat pH tanah, kelembapan tanah, serta suhu udara berbasis Arduino/wemos. Hal ini diharapkan dapat membantu petani cabai dalam memantau kondisi tanaman mereka meskipun mereka berada jauh dari lokasi kebun atau rumah mereka sebagai langkah awal dalam membantu petani memantau kondisi tanaman secara jarak jauh. [9]

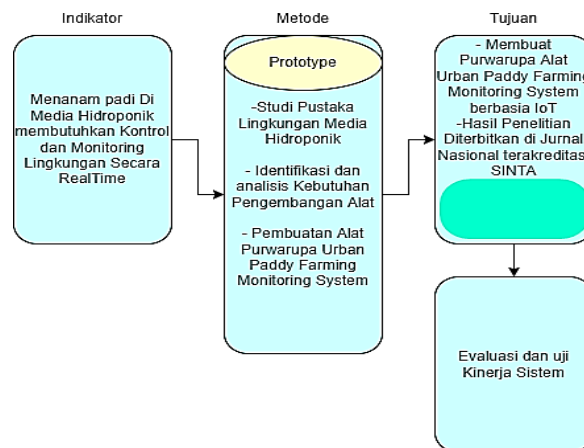
Pada tahun 2020, dilakukan penelitian yang berjudul "Kajian Irigasi Mikro Pada Sistem Hidroponik Padi (*Oriza sativa* L.) Varietas Serayu Dalam Rumah Tanaman" yang ditulis oleh Christian N.G. Moningkal, Daniel P.M. Ludong, dan David P. Rumambi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi isu-isu terkait penggunaan irigasi mikro dalam sistem hidroponik, dengan fokus pada analisis kebutuhan air irigasi pada fase vegetatif serta upaya meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertumbuhan padi varietas Serayu pada praktik pertanian perkotaan yang berkelanjutan. Metode eksperimental yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan menerapkan 3 perlakuan yang berbeda berdasarkan ketebalan aliran air pada sistem hidroponik Deep Flow Technique (DFT), yaitu: 2 cm, 4 cm, dan 6 cm. Data yang diperoleh dari pengamatan dan perhitungan kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel guna mempermudah analisis. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Ketebalan aliran air pada sistem hidroponik Deep Flow Technique (DFT) berperan signifikan dalam mempengaruhi nilai evapotranspirasi, pertumbuhan tanaman padi, serta efisiensi penggunaan air [7].

Pada tahun 2018, dilakukan sebuah penelitian berjudul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembapan Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM 900A DAN ARDUINO UNO" yang ditulis oleh Wulantika Sintia, Dedy Hamdani, dan Eko Risdianto. Penelitian ini menyoroti permasalahan seputar rancangan serta pembuatan alat monitoring kelembapan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Research and Development. Solusi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pembuatan alat monitoring yang mampu mengukur kelembapan tanah dan suhu udara pada tanaman dengan menggunakan teknologi GSM SIM900A dan Arduino Uno sebagai basis utamanya [10].

Berdasarkan latar belakang dan rumusan permasalahan yang dialami oleh petani hidroponik, maka peneliti mengusulkan untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk Membuat Purwarupa Alat yang dapat mengamati lingkungan Hidup Tanaman Padi yang terdapat pada area Greenhouse.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian dijelaskan pada Gambar diatas Terdiri dari 4 tahapan sebagai berikut.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.1. Indikator

Media Hidroponik membutuhkan kontrol dan monitoring Lingkungan Secara Waktu Nyata, ini dikarenakan kandungan Nutrisi dalam media Hidroponik dikondisikan secara manual kandungan nutrisi dan mineral, serta tingkat keasaman serta kelembaban yang berbeda jika menggunakan media tanam berupa tanah sawah.

2.2. Metode

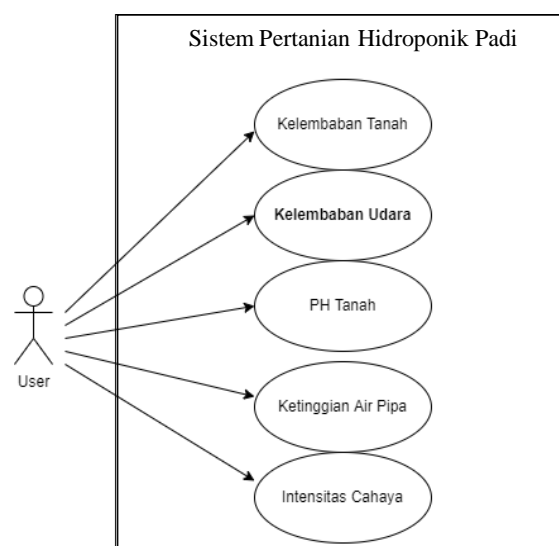
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode prototype yang terdapat tahapan-tahapan sebagai berikut.

1. Identify Basic Requirement dengan Studi Pustaka

Tahap pertama melibatkan pengumpulan data serta identifikasi kebutuhan perangkat keras yang akan dikonstruksi. Peneliti melakukan analisis untuk menentukan kebutuhan sistem yang diperlukan dengan melakukan studi pustaka mengenai lingkungan tumbuh optimal untuk tanaman padi dengan media tanam Hidroponik.

2. Develop initial prototype (Pembuatan Purwarupa)

Langkah selanjutnya adalah merancang cara kerja sistem secara umum dengan menggunakan diagram Use case alat Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT yang ada di gambar.



Gambar 2. Use Case Sistem

User Berinteraksi dengan Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT dengan melihat Website Sebagai Antarmuka yang menghubungkan antara User dengan Perangkat Keras. Website Tersebut

memuat Informasi yang diperlukan adalah pembacaan sensor kelembaban tanah, kelembaban udara, ph tanah, ketinggian air dan intensitas cahaya.

Walaupun menggunakan media hidroponik namun peneliti menggunakan metode yang umum digunakan untuk hidroponik tanaman padi yaitu menggunakan media tanah kompos dan arang sekam, sehingga peneliti menggunakan sensor Kelembaban tanah dan PH tanah sebagai bahan didalam penelitian ini. Perangkat keras dibangun dengan beberapa komponen inti yaitu wemos, sensor kelembaban tanah, sensor kelembaban udara, sensor ph tanah, sensor ketinggian air, dan sensor intensitas cahaya.

Spesifikasi untuk perancangan dan realisasi perangkat keras sistem akan diuraikan sebagai berikut:

1. Sensor kelembaban tanah berperan dalam mendeteksi kadar kelembaban pada tanah agar tidak menjadi lingkungan yang terlalu kering bagi tanaman padi hidroponik
2. Sensor kelembaban udara berfungsi untuk mengetahui kelembaban udara di lingkungan tanaman padi
3. Rentang kelembaban yang bisa terbaca oleh sistem berkisar antara 30 hingga 100%.
4. Fungsi dari sensor pH tanah adalah untuk melakukan pemantauan dan mengatur pemberian air dan nutrisi kepada tanaman padi yang ditanam secara hidroponik.
5. Sensor ultrasonik didesain untuk mengawasi tingkat ketinggian air dan nutrisi saat terjadi sirkulasi air pada akuarium.
6. Sensor intensitas cahaya digunakan untuk mengetahui besaran intensitas cahaya yang ada di lingkungan greenhouse
7. Wemos digunakan sebagai perangkat mikrokontroler yang berfungsi untuk menyimpan program yang digunakan oleh sistem perangkat keras ini. Wemos ini juga digunakan sebagai tempat pemrosesan dari sistem perangkat keras ini.
8. GSM Shield digunakan sebagai alat untuk koneksi ke Internet sebagai sarana yang digunakan untuk mengirim data ke cloud Server
9. Cloud Server yang digunakan merupakan pihak ketiga yang dapat menampung data yang dikirimkan dari wemos.

3. HASIL DAN PEMBAHSAN

3.1. Hasil Pengembangan Sistem

Hasil pengembangan system dengan metode prototype adalah sebuah Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT pada Lahan Urban/Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat, dengan performa sebagai berikut.

1. Alat dapat dioperasikan dengan mudah
2. Alat yang dibangun dapat mendeteksi kelembaban tanah, kelembaban udara, ph tanah, ketinggian air, intensitas cahaya.
3. Mikrokontroler dapat mengeluarkan *output* berupa pembacaan alat sensor di website pengguna, serta mengendalikan alat output berupa pompa air untuk mengalirkan nutrisi dan mengatur ketinggian air.
4. Perangkat yang disusun dapat digunakan tanpa kegagalan.
5. Perangkat lunak dalam mikrokontroler dapat beroperasi sesuai dengan harapan, yakni dapat menginterpretasikan data yang dipancarkan oleh sensor.
6. Alat yang dirakit mampu memenuhi kriteria spesifikasi yang telah ditetapkan, yakni:
 - a) Bisa membaca keluaran dari sensor PH Tanah, Kelembaban Udara, Suhu Udara, Kelembaban Tanah untuk mendeteksi kesesuaian lingkungan tumbuh kembang padi yang optimal.
 - b) Bisa Membaca Ketinggian Air didalam Paralon Hidroponik Guna Menjaga Ketersediaan Air dan Nutrisi bagi tanaman padi.
 - c) Dapat mengelola pompa air untuk menjaga ketinggian air dan nutrisi di dalam paralon hidroponik
 - d) Membaca intensitas Cahaya pada lingkungan greenhouse.

3.2. Pembahasan Pengembangan Sistem

3.2.1 Identify Basic Requirement

Tahap awal melibatkan identifikasi kebutuhan perangkat keras yang akan dikembangkan. Perancang melakukan analisis kebutuhan sistem bersama pengguna, di mana petani mengalami kesulitan untuk secara konsisten mengawasi suhu dan kelembaban dalam Rumah Padi saat diperlukan. Bagian inti dari alat pengendali suhu, kelembaban, dan cahaya di Rumah Padi ini adalah wemos, sensor kelembaban tanah, sensor kelembaban udara, sensor ph tanah, sensor ketinggian air, sensor intensitas cahaya.

Tabel 4. Hasil Analisis *Identify Basic Requirement*

No.	Masalah yang dihadapi	Identifikasi penyebab masalah
1.	Kesulitan dalam mengetahui Lingkungan yang ideal didalam lingkungan tanam padi hidroponik	Harus menggunakan alat ukur untuk masing – masing kondisi lingkungan, alat tersebut hanya bisa diamati didalam lingkungan tanam

No.	Masalah yang dihadapi	Identifikasi penyebab masalah
2.	Lingkungan tanam yang ideal tidak bisa terpantau jika petani tidak di lokasi akibat alat ukur pengamatan hanya terdapat pada lingkungan tanam padi hidroponik	Alat ukur Kelembaban tanah, PH tanah Suhu dan kelembaban udara, kondisi air dalam paralon, dan kondisi Cahaya terdapat di sekitar Rumah Tanam saja.

Tabel 5. Alternatif Pemecahan Masalah

No.	Identifikasi penyebab masalah	Alternatif pemecahan masalah
1.	Harus menggunakan alat ukur untuk masing – masing kondisi lingkungan, alat tersebut hanya bisa diamati didalam lingkungan tanam	Membangun Alat yang menggunakan sensor yang lengkap secara terintegrasi dan praktis untuk bisa diamati dengan mudah oleh petani
2.	Alat ukur Kelembaban tanah, PH tanah Suhu dan kelembaban udara, kondisi air dalam paralon, dan kondisi Cahaya terdapat di sekitar Rumah Tanam saja.	Membangun Alat yang menggunakan sensor yang lengkap secara terintegrasi dan praktis untuk bisa diamati dengan mudah oleh petani, serta membuat antarmuka berbasis internet sehingga petani dapat mengamati keadaan lingkungan Rumah tanam dimanapun dan kapanpun secara <i>Real Time</i>

3.2.2 Develop initial prototype

Tahapan ini menghasilkan skema atau gambaran dari susunan alat pengendali di Rumah Padi. Setelah pembuatan skema rangkaian, langkah berikutnya adalah menyusunnya pada papan sirkuit (PCB), dan selanjutnya menghasilkan antarmuka pengguna (user interface) sebagai berikut:

1. User interface sistim minimum Wemos

Sistem minimum ini merupakan fondasi yang mendukung operasi mikrokontroler, khususnya Mikrokontroler Wemos. Tanpa sistem minimum ini, mikrokontroler tidak akan dapat beroperasi sesuai kebutuhan yang diinginkan. Rancangan ini telah dimodifikasi agar dapat mendukung kebutuhan input dan output yang dibutuhkan oleh alat pengendali Lingkungan di Rumah Padi.



Gambar 3. Wemos

Wemos adalah sebuah modul elektronik yang dapat digunakan bersama Arduino dan berbasis pada platform ESP8266, sehingga sering digunakan untuk membuat proyek IoT. Keunikan Wemos dibandingkan dengan modul Wi-Fi lainnya adalah adanya mikrokontroler terintegrasi yang dapat diprogram melalui port serial. Fitur unik ini memungkinkan Wemos diprogram tanpa memerlukan modul tambahan untuk melengkapi fungsinya [11].

2. User interface Sensor Ph tanah



Gambar 4. Sensor PH Tanah

Sensor pH memiliki bentuk batang elektroda yang akan terhubung ke Arduino. Sensor ini serupa dengan sensor pH yang digunakan pada pH meter tanah yang sudah umum dijual di pasaran. Rentang pengukuran pada sensor pH ini berkisar antara 2,5 hingga 9 pada skala pH. Cara penggunaannya adalah dengan menyisipkan batang sensor ke dalam tanah hingga kedalaman sekitar 15cm atau 20cm [12].

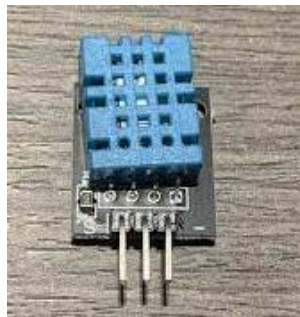
3. *User interface* Sensor kelembaban tanah



Gambar 5. Sensor kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah merupakan sebuah modul yang dirancang untuk mendeteksi tingkat kelembaban pada tanah, dan dapat diakses menggunakan mikrokontroler seperti Arduino. Sensor ini berguna dalam berbagai sistem pertanian, perkebunan, dan juga dalam sistem hidroponik yang menggunakan hidrotan. Soil Moisture Sensor digunakan dalam sistem penyiraman otomatis atau untuk memonitor kelembaban tanah tanaman secara langsung atau daring (online). Sensor ini umumnya dijual dalam paket yang terdiri dari dua modul, yakni sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kelembaban dan modul elektronik yang bertugas sebagai penguat sinyal [13].

4. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT 11



Gambar 6. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara

DHT11 merupakan sensor digital yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini dapat digunakan dengan mudah bersama dengan Arduino. Sensor ini terbilang stabil dan memiliki tingkat akurasi kalibrasi yang tinggi. Koefisien kalibrasi disimpan di dalam memori program OTP, yang mengakibatkan modul ini diikutsertakan dalam perhitungan ketika sensor mendeteksi suatu informasi [14].

5. Sensor Intensitas Cahaya Lux BH1750

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang menghasilkan sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang kompleks. Dibandingkan dengan sensor lainnya seperti fotodiode dan LDR yang menghasilkan sinyal analog dan memerlukan perhitungan tambahan untuk memperoleh data intensitas cahaya, sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan [15].



Gambar 7. Sensor Intensitas Cahaya

6. Sensor Ultrasonik untuk Mengukur Ketinggian Air



Gambar 8. Sensor Ultrasonik

HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang siap digunakan, yang berperan sebagai pemancar, penerima, dan pengendali gelombang ultrasonik. Sensor ini mengeluarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40.000 Hz yang merambat melalui udara. Apabila ada benda atau halangan dalam jarak pancaran gelombang, gelombang ultrasonik tersebut akan dipantulkan kembali ke modul [16].

7. Pembangunan Program dengan menggunakan Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak open-source yang dirancang khusus untuk memprogram mikrokontroler Arduino. Aplikasi ini dapat diakses pada sistem operasi Windows, Mac OS, dan Linux, dan tersedia untuk diunduh secara gratis dari situs resmi Arduino. Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk membuat program untuk mikrokontroler Arduino menggunakan bahasa pemrograman C atau C++. Dikenal dengan antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna, bahkan bagi mereka yang baru memulai dalam pemrograman, aplikasi ini menjadi alat yang mudah digunakan untuk membangun proyek dengan mikrokontroler Arduino [17]. Pada Proses ini, peneliti membuat Program yang akan di unggah ke dalam mikrokontroler pada Wemos. Program ini Akan Mampu lingkungan melalui sensor sensor yang melekat pada nya. Berikut adalah potongan Program yang peneliti buat untuk membaca keadaan lingkungan yaitu, Suhu dan Kelembaban Udara, Kelembaban Tanah, PH Tanah, Intensitas Cahaya dan Ketinggian Air

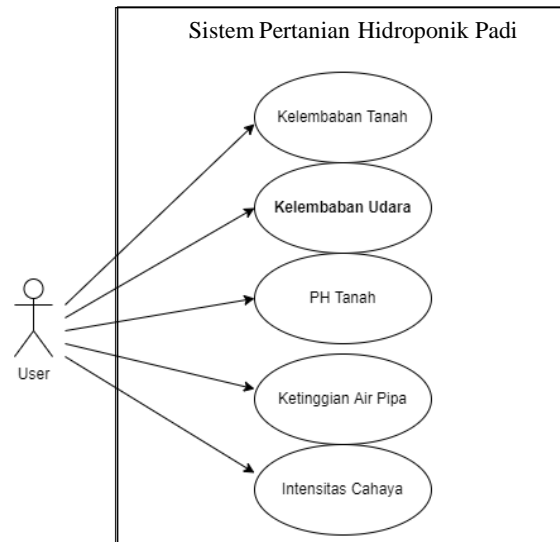
3.2.3 User Review

Dalam tahap ini, peneliti mengevaluasi hasil keluaran Prototype, apakah sudah sesuai dengan Harapan yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian. Peneliti juga membuat Sebuah user interface dengan website dengan menggunakan cloud server blynk. Blynk merupakan sebuah platform aplikasi yang tersedia secara gratis untuk sistem operasi iOS dan Android. Platform ini berperan dalam mengontrol perangkat-perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, dan sejenisnya melalui koneksi internet. Blynk didesain khusus untuk aplikasi Internet of Things (IoT) dengan fokus pada kemampuan pengendalian perangkat keras dari jarak jauh, tampilan visualisasi data dari sensor, penyimpanan data, visualisasi data, serta memiliki kemampuan lain yang canggih[18].

3.2.4 Revise and Enhance the Prototype

Setelah pengguna melakukan evaluasi, langkah selanjutnya adalah mengemas alat pengendali suhu, kelembaban, dan cahaya ini. Pengemasan dilakukan menggunakan kotak yang sudah dimodifikasi agar lebih praktis dan mudah dipasang. Ketika ditemukan kekurangan pada alat, perbaikan dilakukan dengan segera.

Langkah berikutnya adalah merancang cara kerja sistem secara keseluruhan dengan menggunakan Diagram Use case alat Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT yang ada di gambar.



Gambar 9. Use Case Sistem

User Berinteraksi dengan Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT dengan melihat Website Sebagai Antarmuka yang menghubungkan antara User dengan Perangkat Keras. Website Tersebut memuat Informasi yang diperlukan adalah pembacaan sensor kelembaban tanah, kelembaban udara, ph tanah, ketinggian air dan intensitas cahaya.

Walaupun menggunakan media hidroponik namun peneliti menggunakan metode yang umum digunakan untuk hidroponik tanaman padi yaitu menggunakan media tanah kompos dan arang sekam, sehingga peneliti menggunakan sensor Kelembaban tanah dan PH tanah sebagai bahan didalam penelitian ini. Perangkat keras dibangun dengan beberapa komponen inti yaitu wemos, sensor kelembaban tanah, sensor kelembaban udara, sensor ph tanah, sensor ketinggian air, dan sensor intensitas cahaya.

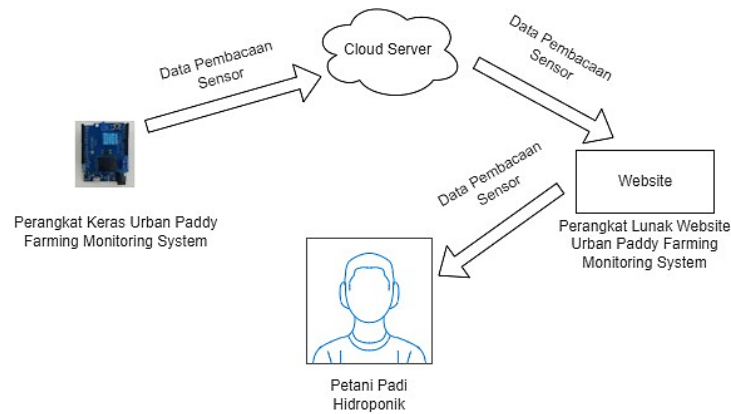
Spesifikasi untuk perancangan dan realisasi perangkat keras sistem akan diuraikan sebagai berikut:

1. Sensor kelembaban tanah berperan dalam mendeteksi kadar kelembaban pada tanah agar tidak menjadi lingkungan yang terlalu kering bagi tanaman padi hidroponik
2. Sensor kelembaban udara berfungsi untuk mengetahui kelembaban udara di lingkungan tanaman padi
3. Rentang kelembaban yang bisa terbaca oleh sistem berkisar antara 30 hingga 100%.
4. Fungsi dari sensor pH tanah adalah untuk melakukan pemantauan dan mengatur pemberian air dan nutrisi kepada tanaman padi yang ditanam secara hidroponik.
5. Sensor ultrasonik didesain untuk mengawasi tingkat ketinggian air dan nutrisi saat terjadi sirkulasi air pada akuarium.
6. Sensor intensitas cahaya digunakan untuk mengetahui besaran intensitas cahaya yang ada di lingkungan greenhouse
7. Wemos digunakan sebagai perangkat mikrokontroler yang berfungsi untuk menyimpan program yang digunakan oleh sistem perangkat keras ini. Wemos ini juga digunakan sebagai tempat pemrosesan dari sistem perangkat keras ini.
8. Cloud Server yang digunakan merupakan pihak ketiga yang dapat menampung data yang dikirimkan dari wemos.



Gambar 10. Sensor Sensor

Sensor adalah adalah elemen yang mengubah sinyal fisik/kimia menjadi sinyal elektronik. Umumnya sensor dibentuk dari transduser yang telah mengubah besaran fisik atau kimia tersebut menjadi bentuk lain terlebih dahulu [19]. Pembacaan Sensor Tersebut dilakukan secara waktu nyata dan dapat diakses darimana saja karena data pembacaan sensor akan diunggah ke cloud Server. Data yang diunggah ke cloud server ini memungkinkan pembacaan data dapat diakses darimana saja dan kapan saja. Bagan cara kerja alat dan website sebagai sistem lengkap bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 11. Bagan Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis IoT System

Tahap selanjutnya dalam perancangan adalah pembuatan Interface Website sebagai implementasi teknologi IoT. Website ini akan menampilkan data yang dibaca oleh sensor-sensor yang terhubung. Tahapan dalam perancangan interface website tersebut dilakukan oleh ketua dan anggota peneliti.

1. Pengendali dan pemantau kendaraan menggunakan perangkat lunak yang telah diuji menggunakan metode pengujian black box. Pengujian black box fokus pada fungsionalitas perangkat lunak dan bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan fungsi, antarmuka, struktur data, performa, inisialisasi, dan terminasi [20]. Metode ini menitikberatkan pada aspek dasar dari sistem tanpa memerhatikan struktur logika internal perangkat lunak. Pendekatan ini digunakan untuk memeriksa apakah perangkat lunak berfungsi dengan benar. Dalam pengujian black box, serangkaian kondisi input digunakan untuk menguji semua persyaratan fungsional dari program aplikasi. Validitas perangkat lunak dilihat dari keluaran yang dihasilkan dari kondisi input tersebut, tanpa memperhatikan bagaimana proses mendapatkan hasil keluaran aplikasi tersebut.
2. Pengujian dan Analisis Perangkat Keras
Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian pengukuran antara lingkungan ideal yang dibutuhkan untuk penelitian. Lingkungan di dalam purwarupa kumbung jamur direkayasa agar mendapat lingkungan yang tidak ideal bagi tumbuh kembang jamur tiram. Hal ini dilakukan untuk pengujian sensor apakah mampu membaca rangsangan suhu, kelembaban dan cahaya yang tidak sesuai pada purwarupa kumbung jamur. Berikut adalah item pengujian yang dilakukan pada perangkat keras:

Tabel 6. Item Pengujian Perangkat Keras

Alat Yang Diuji	Butir Pengujian	Jumlah Uji
Modul Wemos	Pengiriman Data Ke Perangkat Client Blynk	10 Kali
Sensor Suhu dan Kelembaban Udara	Pengujian Pembacaan Suhu	10 Kali
DHT 11	Pengujian Pembacaan kelembaban	10 Kali
Sensor Cahaya BH175	Pengujian Pembacaan Intensitas Cahaya	10 Kali
Sensor Kelembaban Tanah	Mengeluarkan sinyal output dari perangkat arduino ke perangkat output	10 Kali
Sensor PH Tanah	Mengeluarkan Sinyal Output Analog untuk Mengetahui PH Tanah	10 Kali
Sensor Ketinggian Air Ultrasonik	Mengukur Ketinggian Air	10 Kali

Tabel 7. Hasil Pengujian Modul Modul Wemos

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Jumlah Pengujian Berhasil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mengirimkan Data Pembacaan Sensor ke Server Blynk	Dapat Mengirim data Secara Real Time	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Tabel 8. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT 11

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Jumlah Pengujian Berhasil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengujian Pembacaan Suhu	Dapat Membaca Input Suhu udara	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Jumlah Pengujian Berhasil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengujian Pembacaan kelembaban	Dapat Membaca Input kelembaban udara	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Tabel 9. Hasil Pengujian Sensor Cahaya BH175

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Jumlah Pengujian Berhasil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengujian Pembacaan Intensitas Cahaya Cahaya	Dapat Membaca Intensitas Cahaya yang dibutuhkan	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Masing masing pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan perangkat keras berjalan dengan baik.

3. Pengujian dan analisis perangkat Lunak Blynk

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian hasil pengukuran perangkat keras dengan data yang ditampilkan pada perangkat lunak. Perangkat lunak dibangun menggunakan apps Blynk, dimana data dari perangkat keras setelah dibaca akan dikirimkan ke server Blynk dan dapat dibaca oleh perangkat lunak. Setelah mendapatkan pembacaan data, maka perangkat lunak diharapkan dapat memberikan perintah lanjutan kepada perangkat keras untuk melakukan pengendalian lingkungan dalam hal ini pengendalian suhu, kelembaban dan intensitas cahaya di dalam purwarupa kumbung jamur. Jika pembacaan perangkat keras menemukan situasi yang tidak ideal bagi perkembangan Jamur Tiram, maka perangkat lunak akan memberikan notifikasi serta akan mengaktifkan tombol output berupa menyalakan kipas untuk pengendalian suhu, menyalakan semprotan kabut untuk pengendalian kelembaban serta Lampu LED untuk pengendalian intensitas cahaya. Berikut adalah item pengujian yang dilakukan pada perangkat lunak:

Tabel 10. Aplikasi Perangkat Lunak Blynk

Alat Yang Diuji	Butir Pengujian	Jumlah Uji
Koneksi Alat dan Server Blynk	Pengiriman Data Ke Perangkat Client Blynk	10 Kali
Label Value Suhu	Dapat Menampilkan pembacaan suhu secara waktu nyata	10 Kali
Label Value Kelembaban	Dapat Menampilkan pembacaan kelembaban secara waktu nyata	10 Kali
Label Value Cahaya	Dapat Menampilkan pembacaan intensitas cahaya secara waktu nyata	10 Kali

Masing masing pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan perangkat lunak berjalan dengan baik.

Tabel 11. Hasil Pengujian Koneksi Alat dan Server Blynk

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Jumlah Pengujian Berhasil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Koneksi alat Perangkat Keras dengan Server Blynk	Dapat Terkoneksi antara Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Tabel 12. Hasil Pengujian Label Value Suhu Udara

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Hasil Perbandingan Dengan Termometer Udara		
		Termometer	Label Suhu	Beda Suhu
Label Value Suhu	Dapat Menampilkan Pembacaan Sensor Suhu Secara Waktu Nyata	26	26	0
		23	23	0
		19	19	0
		27	27	0
		25	25	0
		21	21	0
		20	20	0

Tabel 13. Hasil Pengujian Label Value Kelembaban Udara

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Hasil Perbandingan Dengan Higrometer		
		Higrometer	Label Kelembaban	Beda Kelembaban
		46	46	0
Label Value Kelembaban	Dapat Menampilkan	57	54	3
	Pembacaan Sensor	61	60	1
	Kelembaban Secara	77	76	1
	Waktu Nyata	38	37	1
		44	43	1
		89	89	0

Tabel 14. Hasil Pengujian Label Value Kelembaban Tanah

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Kondisi Tanah Dan Hasil Pembacaan	
		Kondisi Tanah	Label Kelembaban
Label Value Kelembaban	Dapat Menampilkan Situasi Tanah Lembab/Kering	Basah	Tanah basah
		Basah	Tanah basah
		Basah	Tanah basah
		Basah	Tanah basah
		Kering	Tanah kering
		Kering	Tanah kering
		Kering	Tanah kering

Tabel 15. Hasil Pengujian Label Value Cahaya

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Hasil Perbandingan dengan Pengukur Intensitas cahaya	
		Hasil Pengukuran	Label Intensitas Cahaya
Label Value Cahaya	Dapat Menampilkan Pembacaan Sensor Cahaya dan besaran intensitasnya Secara Waktu Nyata	74 lx	74 lx
		345 lx	345 lx
		90 lx	90 lx
		440 lx	440 lx
		85 lx	85 lx
		390 lx	390 lx
		94 lx	94 lx

Tabel 16. Hasil Pengujian Label ketinggian Air

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Ketinggian Air	
		Tinggi Dalam Cm	Label Ketinggian Air
Label Value Ketinggian Air	Dapat Menampilkan Pembacaan Sensor Ketinggian air Secara Waktu Nyata	5 cm	5 cm
		6 cm	6 cm
		7 cm	7 cm
		8 cm	8 cm
		9 cm	9 cm
		10 cm	10 cm
		11 cm	11 cm

Tabel 17. Hasil Pengujian Label PH Tanah

Data Masukkan	Hasil Yang diharapkan	Kondisi Tanah Dan Hasil Pembacaan	
		Kondisi PH Tanah	Label PH Tanah
Label Value PH Tanah	Dapat Menampilkan Pembacaan Sensor Ph tanah Secara Waktu Nyata	4.65	4.65
		5.35	5.35
		3.85	3.85
		6.85	6.85
		7.05	7.05
		6.35	6.35
		6.55	6.55

Pengujian Perangkat Lunak dan hasilnya bergantung pada kemampuan sinyal internet. Dalam hal ini peneliti melakukan pengujian pada suhu ruang yang terkontrol.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan, peneliti berhasil membangun purwarupa sistem alat system pertanian hidroponik padi cerdas berbasis IoT yang dapat mengamati keadaan lingkungan secara terpadu dan realtime sehingga memudahkan petani dalam mengendalikan lingkungan didalam Greenhouse. Purwarupa telah berhasil dibangun dan dapat mengamati keadaan lingkungan sekitar alat dengan baik, berdasarkan beberapa kali percobaan pembacaan data yang sesuai dengan keadaan lingkungan sebenarnya, terdapat beberapa perbedaan pembacaan alat dan sensor, namun tidak memiliki pengaruh yang signifikan dalam pembacaan lingkungan.

REFERENSI

- [1] G. Regulation, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001," Jakarta Peratur. Heriswanto. Manfaat Urban Farming. BPTP Jakarta. <http://jakarta.litbang.pertanian.go.id>. 2015. Diakses 2 maret 2023
- [2] Hartus, T. Berkebun Hidroponik Secara Murah. Edisi IX. Penerbit Penebar Swadaya. 2008.
- [3] Ina, H. 2007. Berocok Tanam Padi. Jakarta: Azka Mulia Media.
- [4] Buhaira. 2013. The Effect Of Weeding Time Toward The Growth of Paddy at System Of Rice Intensification 2(2): pp. 92.
- [5] Flores, K. O., Butaslac, I. M., Gonzales, J. E. M., Dumlao, S. M. G., Reyes, R. S. J. 2016. Precision Agriculture Monitoring System using Wireless Sensor Network and Raspberry Pi Local Server: IEEE Region 10 Conference (TENCON) – Proceedingss of the International Conference: pp. 3018-3021.
- [6] Ida S.R. 2014. "Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik". 1, (2), 43- 49.
- [7] Moningga dkk, " Kajian Irigasi Mikro Pada Sistem Hidroponik Padi (Oriza sativa L.) Varietas Serayu Dalam Rumah Tanaman", Jurnal Teknologi Pertanian Volume 11 Nomor 1 Juni 2020.
- [8] <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/1043/impor-beras-menurut-negara-asal-utama-2000-2022.html>. diakses 10 Oktober 2020
- [9] Wahyuni, dkk, " Sistem Pengukuran PH, Kelembapan, dan Suhu Berbasis Internet of Things", Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro, Volume 3, No.1 April 2021.
- [10] Sintia Wulantika, dkk, " Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembapan Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A DAN ARDUINO UNO" Jurnal Kumparan Fisika Volume 1 Nomor 2
- [11] Ciptadi Prahenusu Wahyu, dkk, " Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android " Jurnal Dinamika Informatika Volume 7, No 2, September 2018
- [12] Nandika Reza dkk, " Sistem Hidroponik Berbasis Internet Of Things (Iot)" Sigma Teknika, Vol. 4, No.1 : 1-8 Juni 2021
- [13] <https://www.algorista.com/2020/01/sensor-soil-moisture.html>. diakses 10 Oktober 2023
- [14] <https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/mengenal-sensor-suhu-dan-kelembapan-dht11> diakses 15 Oktober 2023
- [15] Kasrani mayda, dkk, " PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN KECERAHAN LAMPU UTAMA PADA MOBIL BERBASIS ARDUINO UNO". Jurnal JTE UNIBA Volume 5, No. 1 Oktober 2020
- [16] Yudha Putra, dkk, "IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO", Jurnal einstein November 2017
- [17] <https://sis.binus.ac.id/2023/05/04/programming-iot-dengan-arduio-ide/> diakses 18 Oktober 2023
- [18] Supegina Fina, dkk "RANCANG BANGUN IOT TEMPERATURE CONTROLLER UNTUK ENCLOSURE BTS BERBASIS MICROCONTROLLER WEMOS DAN ANDROID", Jurnal Teknologi elektro Universitas Mercu Buana Vol. 8 No. 2 Mei 2017
- [19] <https://id.wikipedia.org/wiki/Sensor> diakses 19 Oktober 2023. Wijaya Yahya, dkk " PENGUJIAN BLACKBOX SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN PT INKA (PERSERO) BERBASIS EQUIVALENCE PARTITIONS", Jurnal Digital Teknologi Informasi Volume 4 Nomor 1 2021