

# Rancang Bangun Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT dengan Sensor Suhu, Sensor Kelembapan, dan Kendali Penyiraman

(Design Of IoT-Based Oyster Mushroom Smart Hut with Temperature Sensor, Humidity Sensor, and Watering Control)

Umbara Diki Pratama<sup>[1]</sup>, I Gede Putu Wirarama WW<sup>[1]</sup>, Ariyan Zubaidi<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Dept Informatics Engineering, Mataram University

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: [yanthieka66@gmail.com](mailto:yanthieka66@gmail.com), [wirarama, zubaidi13]@unram.ac.id

**Abstract** The Oyster mushroom, scientifically known as *Pleurotus sp.*, is a type of mushroom that grows in clusters on decaying wood and has a shape resembling that of an oyster shell. As a popular agricultural commodity, the failure rate of oyster mushroom cultivation increases in lowland areas with hot climates. Oyster mushrooms require a cool and humid growing environment to thrive, with good temperature and humidity control where the temperature of the mushroom chamber is between 27°C-29°C and humidity between 70%RH-90%RH. By utilizing advanced technology such as the Internet of Things (IoT), a system and tool have been developed to help farmers remotely control the conditions of the mushroom chamber. The built system can work automatically based on preset rules where the system will turn on the fan when the air temperature inside the mushroom chamber is relatively hot, above 28°C, and turn on the pump when the air humidity inside the mushroom chamber is relatively low, below 70%RH. It can be concluded that the overall system developed is categorized as a good system and is suitable for application.

**Key words:** Oyster Mushroom, Smart Hut, DHT22 Sensor, Air Temperature, Air Humidity

## I. PENDAHULUAN

Jamur tiram yang dalam bahasa ilmiah disebut *Pleurotus sp.* sudah cukup dikenal masyarakat luas. Jamur tiram mengandung nutrisi yang tinggi, terutama kandungan protein, disertai dengan kadar asam amino yang lengkap. Jamur tiram memerlukan lingkungan tumbuh yang dingin dan lembap untuk dapat tumbuh dengan baik [1]. Untuk itu dibutuhkan perawatan dan penyiraman yang lebih sering untuk menjaga suhu dan kelembapan ruangan/kumbung jamur.

Jamur tiram dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi ruangan yang sejuk dan lembap agar tudung jamur yang tumbuh tidak kecil dan kuning. Jamur tiram memerlukan pengontrolan suhu dan kelembapan yang baik di mana suhu ruang kumbung jamur berada di antara 27°C-29°C dan kelembapan antara 70%RH-90%RH [2]. Menurut Bapak Irwan seorang pemilik rumah budidaya jamur tiram Jamur Kenanga, pengaturan suhu dan kelembapan menjadi keluhan utama para petani yang tergabung dalam kelompok taninya yaitu kelompok tani jamur “Jamur

Sejahtera” di mana para petani harus bolak balik menuju kumbung jamur untuk memeriksa kondisi kumbung dan menyiram jamur-jamurnya. Petani harus menyiram jamur sebanyak 3 kali dalam satu hari yang membuat petani kesusahan ketika memiliki kegiatan lain yang menghalangi, petani juga hanya dapat mengukur suhu dan kelembapan secara manual dan menggunakan insting saja untuk menentukan waktunya. Pernyataan tersebut selaras dengan literatur yang menyatakan petani harus sering bolak balik ke tempat budidaya jamur untuk melakukan pengecekan suhu dan kelembapan pada kumbung jamur [3]. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang canggih seperti *Internet of Things* (IoT), dapat dibangun sebuah sistem dan alat untuk membantu petani mengontrol keadaan kumbung jamur dari jarak jauh yang dapat memudahkan para petani untuk memantau dan menjaga kondisi kumbung.

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka penulis membuat penelitian berjudul “Rancang Bangun Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT dengan Sensor Suhu, Sensor Kelembapan, dan Kendali Penyiraman”, di mana kumbung jamur yang dibuat nanti akan memiliki sistem pengukuran suhu dan kelembapan udara, serta sistem dapat bekerja secara otomatis berdasarkan nilai suhu dan kelembapan udara yang diukur oleh sensor DHT22 dan memanfaatkan modul *relay* untuk mengendalikan kipas angin untuk menjaga suhu udara dalam kumbung jamur tetap sejuk dan pompa untuk memompa air untuk menaikkan kelembapan udara dalam kumbung jamur. Penelitian kumbung pintar ini akan dilakukan dengan membuat sebuah kumbung jamur sederhana dari bambu dan paranet serta akan memiliki antarmuka web menggunakan protokol MQTT agar tercipta komunikasi data secara dua arah dengan cepat dengan komputasi yang ringan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang dilakukan Adrian Reza dkk. pada tahun 2018 [4], dibuat sebuah sistem budidaya jamur tiram berbasis IoT menggunakan telegram bot di mana pada penelitian ini sistem menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan kumbung jamur, *sprayer*

untuk menyemprotkan air ke jamur, papan Arduino sebagai kontroler, dan modul Wi-Fi ESP8266 sebagai penghubung alat dengan telegram bot pada perangkat pengguna melalui protokol MQTT. Sistem yang dibuat pada penelitian tim Adrian Reza ini bekerja dengan mengumpulkan data berupa tingkat suhu dan kelembapan kumbung jamur kemudian mengirimkannya ke pengguna untuk dilihat pada telegram bot dan pengguna dapat menentukan perintah yang akan dijalankan selanjutnya. Penelitian ini hanya membuat sistem kontroler saja dan tidak membuat kumbung jamurnya, dan pada penelitian ini pengaturan suhu hanya dilakukan dengan penyemprotan air saja di mana ketika air terlalu sering disemprotkan maka kelembapan ruangan akan meningkat seiring waktu, untuk menghindari keadaan tersebut, penulis berencana menambahkan kipas angin yang akan digunakan sebagai alat untuk mendinginkan suhu ruangan dengan udara sehingga penyemprotan yang terlalu sering dilakukan sehingga kelembapan menjadi terlalu tinggi tidak terjadi.

Penelitian karya Muhammad Yasir pada tahun 2019 [5] merancang sebuah sistem berbasis IoT untuk pemantauan dan pengendalian suhu dan kelembapan pada media tumbuh jamur tiram menggunakan LattePanda board yang terintegrasi dengan Arduino nano sebagai perangkat komputasi untuk mengatur kinerja modul-modul yang digunakan. Penelitian ini menggunakan modul terpisah untuk mengukur suhu dan kelembapan tanah yaitu sensor SHT11 untuk mengukur suhu dan sensor YL-69, hal ini dapat meningkatkan akurasi pengukuran tetapi biaya pembuatan yang dibutuhkan juga meningkat. Berbeda dengan yang dilakukan oleh Muhammad Yasir yang menggunakan SHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan, penulis berencana untuk menggunakan sensor DHT22 yang dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembapan sekaligus. Selain menekan biaya perancangan, sensor DHT22 juga memiliki akurasi pengukuran suhu yang cukup baik untuk digunakan dalam rangkaian alat yang akan dibuat.

Pada tahun 2019 [6], Ade Kurniawan merancang dan membangun sebuah kendali otomatis suhu dan pemantauan kelembapan udara pada ruangan budidaya jamur tiram berbasis IoT. Ade membangun kumbung jamur berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan ruang kumbung jamur dan modul *peltier* serta lampu LED untuk mengatur tingkat suhu di dalam kumbung dengan Wemos D1 sebagai kontroler dengan protokol MQTT untuk melakukan transfer data yang didapat dari sensor menuju server. Pada penelitian yang dilakukan Ade, sistem yang dibangun hanya dapat menurunkan suhu tetapi tidak dapat menaikkan kelembapan dan juga tidak dapat melakukan penyiraman, maka dari itu penulis berencana untuk menambahkan alat penyiraman yang dapat digunakan juga untuk menyiram media tanam sekaligus menaikkan kelembapan dalam kumbung jamur yang pada penelitian sebelumnya tidak dibuat.

Pada penelitian yang dilakukan Romi Nur Asfi Akbar dan kawan-kawan pada tahun 2021 [7], dirancang alat

pengatur suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya menggunakan IoT pada kumbung jamur tiram. Penelitian tersebut menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan kumbung jamur di mana ketika suhu kumbung jamur lebih dari 30°C kipas akan otomatis menyala dan ketika kelembapan kurang dari 80%RH, pompa akan menyala untuk membuat embun air yang dikeluarkan melalui *sprayer*. Dari penelitian ini, penulis bermaksud untuk menggunakan *sprayer* untuk membuat embun air yang akan digunakan untuk menaikkan kelembapan ruangan sekaligus menyiram jamur sama seperti penelitian sebelumnya.

Pada studi yang dilaksanakan oleh Anak Agung Angga Dwipa dan kawan-kawan pada tahun 2020, dilakukan perancangan suatu sistem conditioning udara untuk tanaman selada hidroponik. Dalam penelitian ini, para peneliti menggunakan wemos D1 mini sebagai mikrokontroler, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta sensor suhu air DS18B20 untuk mendeteksi perubahan suhu. Untuk mengontrol pompa sprinkler dan kipas angin, para peneliti menggunakan relay 2 module. Pada sistem yang dirancang, pompa sprinkler dan kipas angin dapat dinyalakan atau dimatikan secara otomatis melalui perintah yang dikendalikan oleh mikrokontroler [8].

Pada penelitian yang dilakukan Febriansyah Eka Prasetyadana pada tahun 2020 [9], mengimplementasikan IoT untuk budidaya jamur tiram menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan kumbung jamur tiram. Penerapan IoT pada penelitian ini dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 melalui internet menuju perangkat *smartphone* untuk mengirim data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah sebuah rangkaian alat yang mengumpulkan data suhu dan kelembapan yang kemudian dikirim menuju sebuah aplikasi pemantauan sebagai pemberi informasi keadaan terkini dalam kumbung jamur tiram kepada petani. Berbeda dengan penelitian ini yang hanya melakukan pemantauan keadaan kumbung dan petanilah yang harus mengontrol keadaan kumbung jamur secara mandiri, penulis berencana untuk menambahkan mekanisme pengontrolan pompa air untuk otomatisasi penyiraman sehingga petani tidak perlu menyiram jamur secara mandiri karena sudah dilakukan oleh mesin.

Penelitian yang disusun oleh Deza Reijabi Soulthan pada tahun 2018, merancang sistem pemantauan pintar untuk budidaya jamur tiram menggunakan Arduino dan LabView di mana Deza menggunakan aplikasi LabView sebagai antarmuka untuk memantau keadaan kumbung jamur dan memanfaatkan SMS *Gateway* dari Clickatell untuk mengirimkan laporan keadaan kumbung jamur menuju *handphone* petani menggunakan protokol SMTP Gmail [10]. Penelitian yang dilakukan Deza memiliki sebuah masalah yang cukup mengganggu yaitu pengiriman pesan SMS yang tidak selalu lancar karena adanya pembatasan jumlah pesan yang dapat dikirim dari penyedia layanan, maka dari itu penulis berencana untuk

menggunakan antarmuka berbasis web dan menggunakan protokol MQTT untuk transfer data di mana protokol MQTT bekerja lebih ringan dan tidak memiliki Batasan jumlah pesan yang dapat dikirimkan.

Berdasarkan uraian tinjauan pustaka di atas, maka akan dibangun sistem kumbung pintar jamur tiram. Dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 *microcontroller*, *relay*, sensor DHT22, dan sistem *monitoring* berbasis web sederhana dengan menerapkan protokol MQTT sebagai protokol komunikasi yang bersifat *client-server*, yang menciptakan komunikasi data secara dua arah antara perangkat dan sistem.

Jamur tiram putih adalah jamur yang tumbuh berderet pada batang kayu yang lapuk dan memiliki bentuk seperti kulit tiram. Tudung jamur menyerupai cangkang tiram berukuran antara 5-15 cm yang bergelombang. Bagian bawah tudung jamur berbentuk seperti insang yang rapat dan lunak serta tangkai jamur berada agak ke pinggir dari tudung jamur, tidak berada tepat di tengah-tengahnya [11].

Penelitian ini mengusung konsep *Internet of Things* (IoT) dalam bentuk komunikasi antar-mesin (*machine-to-machine*) tanpa adanya interferensi dari manusia yang sesuai dengan definisi dari IoT, yaitu sebuah konsep di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer [12]. Contoh yang dapat merepresentasikan konsep ini seperti gerbang pintar yang dapat membuka sendiri ketika mendeteksi adanya orang yang mendekat, sehingga sistem tersebut disebut dengan sistem cerdas seperti penelitian yang akan dilakukan kali ini.

Sensor DHT22 adalah bagian dari jenis famili sensor DHT yang dapat mengukur suhu dan kelembapan pada satu waktu. DHT22 merupakan pengembangan dari sensor DHT11 yang berasal dari jenis famili yang sama [13]. Sensor DHT22 dipilih karena memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembapan yang lebih luas dibanding pendahulunya yaitu sensor DHT11, dan DHT22 dapat mengirimkan sinyal *output* melalui kabel hingga 20 meter, sehingga dapat ditempatkan di mana saja [14].

MQTT adalah protokol komunikasi data antar-mesin (*machine-to-machine*) dengan sistem *publish/subscribe*. Protokol ini dipilih karena sifatnya yang ringan di mana setiap jenis pesan yang dikirimkan hanya sebesar 2 *bytes* saja sehingga dapat berjalan dengan sumber daya minim. Data yang dikirimkan menggunakan protokol MQTT juga tetap terkirim walaupun koneksi internet terputus sementara, sehingga komunikasi data dalam sistem lebih terjamin.

### III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat tahapan-tahapan yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Tahapan penelitian dari “Rancang Bangun Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT dengan Sensor Suhu, Sensor Kelembapan, dan Kendali Penyiraman” ini terdiri dari analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan perangkat lunak, perancangan perangkat

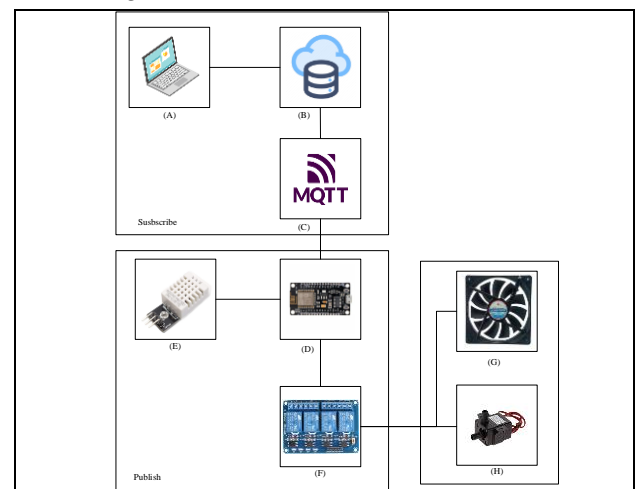
keras, pengujian dan evaluasi, serta dokumentasi dan laporan.

#### A. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem sebagai persyaratan pengembangan yang akan dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan. Adapun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Laptop sebagai media pembangun sistem dan alat pengujian sistem.
2. Sistem operasi yang digunakan adalah Windows 10.
3. Pembuatan *website* sederhana menggunakan Visual Studio Code sebagai aplikasi pendukung.
4. Arduino IDE untuk menuliskan program ke dalam mikrokontroler.
5. 1 buah NodeMCU sebagai mikrokontroler.
6. 1 buah sensor suhu dan kelembapan DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan pada kumbung jamur.
7. 2 buah Modul *Relay* sebagai *switch module* untuk menghidupkan pompa air dan kipas angin.
8. 1 buah Pompa Air DC 5V untuk memompa air ke *nozzle sprayer*.
9. 1 buah *nozzle sprayer* untuk menyemprotkan air.
10. 2 buah kipas DC 5V untuk mengatur sirkulasi udara kumbung jamur.

#### B. Rancangan Arsitektur Sistem



Gambar 1. Rancangan arsitektur

Arsitektur Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT dengan Sensor Suhu, Sensor Kelembapan, dan Kendali Penyiraman terdiri dari perangkat keras (NodeMCU, sensor suhu dan kelembapan DHT22, pompa air mini, kipas angin, dan *laptop*), kemudian internet sebagai *gateway* untuk menghubungkan perangkat keras ke *website*, dan MQTT yang berfungsi sebagai protokol pertukaran data yang dapat dengan mudah diakses oleh *user* selaku *subscriber*.

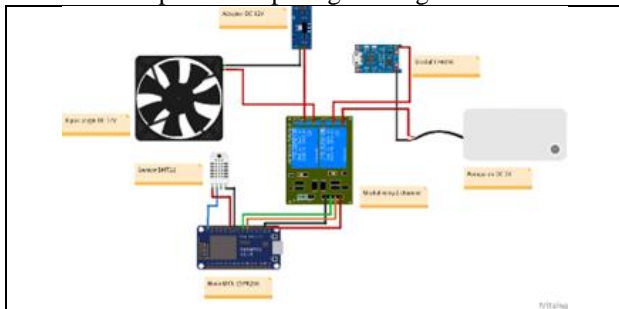
1. Laptop (A) sebagai perangkat elektronik yang digunakan oleh pengguna untuk melihat halaman *website* yang berisi data perubahan suhu air, suhu udara,

dan berapa kali pompa bekerja memompa air serta untuk menentukan target suhu air.

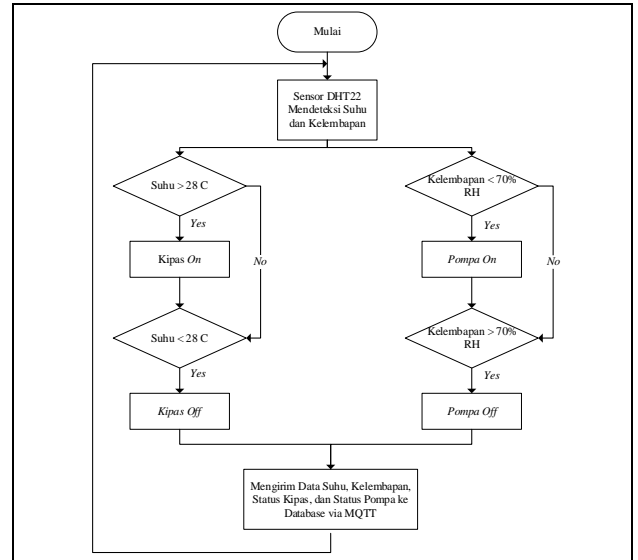
2. *Database* (B) digunakan untuk menyimpan data mengenai perubahan suhu udara, kelembapan udara, dan status pompa serta kipas bekerja.
3. *Server Broker* (C) yang akan dituju oleh client dalam penyampaian data yang pengirimannya menggunakan protokol komunikasi data MQTT.
4. *NodeMCU* (D) digunakan untuk mengambil data berupa informasi perubahan suhu dan kelembapan udara. *NodeMCU* mengendalikan pompa dan kipas untuk menjaga suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur.
5. *Sensor Suhu dan Kelembapan Udara DHT22* (E) digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur.
6. *Modul Relay* (F) digunakan sebagai *switch on/off* pada pompa air dan kipas untuk mengatur kapan pompa dan kipas bekerja.
7. *Kipas Angin 12V* (G) digunakan untuk mengalirkan udara ke dalam kumbung jamur ketika sensor mendeteksi suhu udara dalam kumbung terlalu panas. Kipas bekerja berdasarkan perintah dari mikrokontroler *NodeMCU* dan *Modul Relay* menjadi *switch on/off*.
8. *Pompa Air 5V* (H) digunakan untuk memompa air dari penampungan air ke kumbung jamur untuk menaikkan tingkat kelembapan di dalam kumbung jamur. Pompa air ini bekerja berdasarkan perintah dari mikrokontroler *NodeMCU* dan *Modul Relay* menjadi *switch on/off*.

### C. Rancangan Perangkat Keras

tahap rancangan perangkat keras di mana akan dilakukan penyusunan mikrokontroler dengan modul – modul elektronika. Rangkaian terdiri dari 5 modul elektronika yaitu, mikrokontroler *NodeMCU*, sensor *DHT22* sebagai sensor suhu dan kelembapan udara, *Modul Relay* sebagai *switch on/off*, *Pompa Air* untuk menyemprotkan air untuk menaikkan kelembapan udara, kipas angin untuk menurunkan suhu udara. Rangkaian yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



Gambar 2. Rancangan perangkat keras



Gambar 3. Diagram alir cara kerja sistem



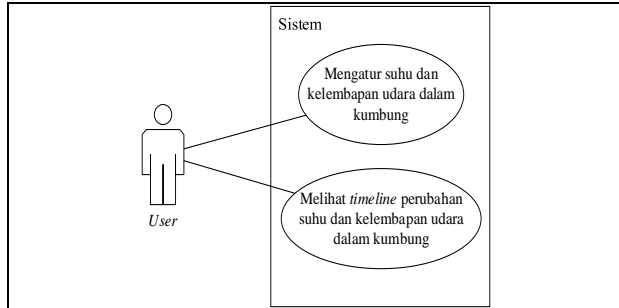
Gambar 4. Ilustrasi alat

Gambar 3 menunjukkan bentuk fisik dan bagian-bagian dari rancang bangun kumbung jamur, terdapat sensor *DHT-22* dibagian dalam kumbung berfungsi membaca suhu dan kelembapan udara kumbung jamur. Kipas-kipas juga terpasang pada dinding kumbung untuk mengatur sirkulasi udara pada kumbung jamur, kemudian terdapat pipa penyiraman dengan *nozzle* yang terpasang untuk menyiram air ke baglog jamur.

#### D. Rancangan perangkat lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak dilakukan perancangan sistem untuk merancang *website* serta perancangan komunikasi MQTT.

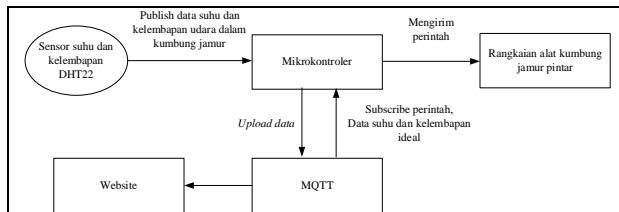
##### D.1 Use Case Diagram



Gambar 5. Use case diagram

Gambar 4 merupakan rancangan *use case diagram* dari sistem yang akan dibuat di mana terdapat dua aktivitas dan satu aktor yaitu *user*. *User* dapat mengatur suhu dan kelembapan udara yang ideal dalam kumbung jamur sehingga sistem akan bekerja secara otomatis untuk menjaga suhu dan kelembapan agar tetap berada pada kondisi yang ideal. Selain itu, *user* dapat melihat *timeline* perubahan suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur. Informasi dari *timeline* perubahan suhu dan kelembapan pada kumbung jamur meliputi waktu, tanggal, perubahan suhu dan kelembapan udara dalam kumbung.

##### D.2 Rancangan komunikasi MQTT



Gambar 6. Komunikasi MQTT

Gambar 5 merupakan rancangan komunikasi MQTT dari sistem yang akan dibuat. Sensor Suhu dan kelembapan DHT22 akan memberikan informasi mengenai nilai suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur. Informasi tersebut akan diproses pada mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian akan mengirimkan perintah ke rangkaian alat kumbung jamur pintar, dan rangkaian tersebut akan mengeksekusi perintah berdasarkan informasi dari sensor suhu dan kelembapan DHT22 dan mengikuti suhu dan kelembapan target yang diatur pada *website*. Selanjutnya, informasi *time line* perubahan suhu dan kelembapan udara dalam kumbung akan ditampilkan melalui halaman *website*.

#### E. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Tahap pengujian dan evaluasi sistem akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dengan metode *black box testing*. *Black box testing* diperuntukkan pada pengujian sistem kumbung pintar jamur tiram berbasis IoT dengan sensor suhu, sensor kelembapan, dan

kendali penyiraman untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dibangun.

##### E.1 Pengujian Black Box

Pengujian *black box* dilakukan pada sistem kumbung pintar jamur tiram berbasis IoT dengan sensor suhu, sensor kelembapan, dan kendali penyiraman untuk menganalisis fungsionalitas dari fitur dan kinerja setiap alat yang digunakan pada sistem yang dirancang. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan harapan atau tidak dan apakah sistem mampu untuk menstabilkan suhu dan kelembapan kumbung dengan toleransi yang seminimal mungkin.

Pengujian dilakukan terhadap perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Pengujian perangkat keras akan menguji perangkat-perangkat elektronik yaitu, mikrokontroler NodeMCU agar dapat menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan udara di *serial monitor* Arduino IDE, sensor DHT22 apakah dapat mengukur suhu dan kelembapan udara di dalam kumbung jamur, kemudian pengujian juga dilakukan pada *relay* yang tersambung ke pompa air dan kipas untuk melihat apakah air dapat terpompa dan kipas dapat menyala sesuai kondisi dan perintah yang diberikan mikrokontroler.

Pengujian pada perangkat lunak akan menguji fungsi protokol dan antarmuka sistem yang sudah dibuat. Protokol MQTT diuji untuk melihat apakah pertukaran data berhasil dilakukan antara *broker* dan *client*. Antarmuka yang diuji berupa *website monitoring* untuk menampilkan data pengukuran suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur dan kinerja *database* untuk menyimpan data hasil pengukuran suhu dan kelembapan secara *online* dan dapat diakses secara *real time*.

##### E.2 Pengujian Kelayakan Sistem

Pengujian pada kumbung jamur tiram secara langsung dilakukan untuk menunjukkan bahwa rangkaian sistem yang dibuat telah berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan setelah uji kinerja alat.

Pengujian dilakukan menggunakan dua skenario yang merepresentasikan kondisi yang dapat terjadi pada budidaya jamur tiram. Kondisi pertama yaitu ketika suhu udara dalam kumbung jamur terlalu panas, skenario yang dilakukan adalah menaikkan suhu udara dalam kumbung jamur dengan membatasi sirkulasi udara dalam kumbung dengan cara menutup kumbung dengan kain tebal. Kondisi kedua yaitu ketika kelembapan di dalam kumbung jamur terlalu kering, skenario yang dilakukan adalah dengan menurunkan kelembapan udara dalam kumbung jamur dengan membebaskan sirkulasi udara dalam kumbung dengan membuka jalur sirkulasi udara kumbung.

Indikator capaian yang diinginkan berupa: data suhu dalam satuan derajat celsius (°C), data kelembapan dalam satuan (%RH) dan pompa serta kipas yang menyala ketika sensor mendeteksi suhu dan kelembapan dalam kumbung tidak ideal di mana suhu udara dalam kumbung lebih tinggi dari 28 °C dan kelembapan kurang dari 70% RH kemudian menampilkan kondisi kumbung melalui *website* dan

menyimpan rekaman data *monitoring* ke *server database* secara *wireless*.

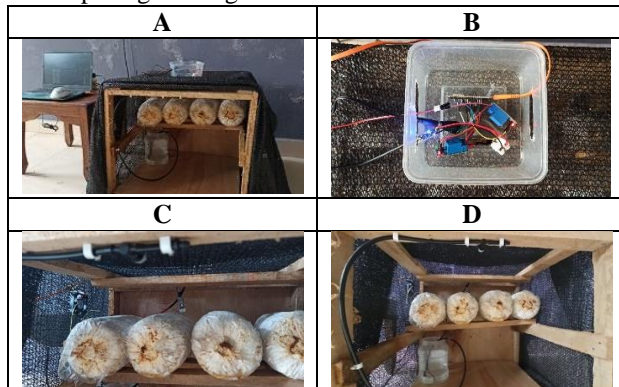
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Realisasi Sistem

Pada sub bab ini merupakan realisasi dari sistem yang dirancang di mana akan membahas hasil dari penelitian yang dilakukan tentang “Rancang Bangun Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT dengan Sensor Suhu, Sensor Kelembapan, dan Kendali Penyiraman”.

##### A.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

Tahap realisasi penyusunan perangkat keras dari Rancang Bangun Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT dengan mengimplementasikan mikrokontroler NodeMCU, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur, kipas dan pompa untuk menjaga suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur, serta *relay* sebagai *switch on/off*. Implementasi perangkat keras yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar-gambar berikut:



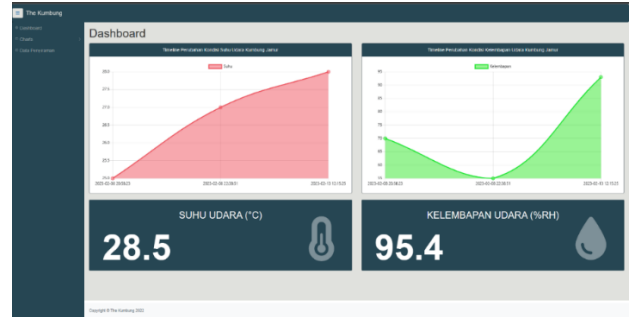
Gambar 7. Realisasi penyusunan perangkat keras

Gambar 7 di atas menunjukkan realisasi penyusunan perangkat keras dengan keterangan sebagai berikut

- Gambar 7.a merupakan tampilan keseluruhan rangkaian sistem kumbung pintar jamur tiram.
- Gambar 7.b merupakan rangkaian elektronik sistem di mana terdapat mikrokontroler yang terhubung ke *relay* kipas dan *relay* pompa.
- Gambar 7.c memperlihatkan penempatan sensor DHT22 dan kipas angin di dalam kumbung jamur.
- Gambar 7.d memperlihatkan penempatan pompa air dan *nozzle sprayer* dalam kumbung jamur.

##### A.2 Realisasi Antarmuka Sistem

Tahap ini merupakan tahap pembuatan *website* Sistem Kumbung Pintar Jamur Tiram Berbasis IoT menggunakan bahasa pemrograman PHP. Berikut adalah contoh realisasi dari antarmuka sistem untuk halaman *dashboard* yang menampilkan pengukuran suhu dan kelembapan udara secara *real time*. Selain itu halaman ini *dashboard* juga menampilkan grafik perubahan suhu dan kelembapan udara secara berkala.



Gambar 8. Realisasi antarmuka sistem

##### A.3 Realisasi Pembangunan Program pada Mikokontroler

Pada sub bab ini merupakan tahap pembangunan program pada mikrokontroler menggunakan aplikasi Arduino IDE. Pada pembangunan program mikrokontroler ini ada beberapa bagian program untuk sensor membaca nilai dari setiap objek seperti suhu udara, kelembapan udara, modul *relay*, serta dapat membangun koneksi ke internet dan MQTT untuk mengirim dan menerima pesan dari MQTT *broker*.

```
#define FAN_RELAY_PIN D6
#define PUMP_RELAY_PIN D7

#define TEMPERATURE_THRESHOLD 28.0
#define HUMIDITY_THRESHOLD 70.0

if (!isnan(temperature) &&
    !isnan(humidity)){
    if (temperature >
        TEMPERATURE_THRESHOLD){
        digitalWrite(FAN_RELAY_PIN, LOW);
        Serial.println("Panas, Menyalakan
        kipas.");
        fanStat = "on";
    }
    else{
        digitalWrite(FAN_RELAY_PIN, HIGH);
        Serial.println("Sejuk, Kipas mati.");
        fanStat = "off";
    }
    if (humidity < HUMIDITY_THRESHOLD){
        digitalWrite(PUMP_RELAY_PIN, LOW);
        Serial.println("Kering, Menyalakan
        pompa.");
        pumpStat = "on";
    }
    else{
        digitalWrite(PUMP_RELAY_PIN, HIGH);
        Serial.println("Lembab, Pompa
        mati.");
        pumpStat = "off";
    }

    String dataPack = String(temperature) +
    "," + String(humidity) + "," +
    String(fanStat) + "," + String(pumpStat);
    client.publish("datasensor", (char
    *)dataPack.c_str());

    currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis >=
    interval){
        previousMillis = currentMillis;
```

```

client.publish("datasensorjam", (char
*)dataPack.c_str());
}
}
delay(5000);
}

```

Pada *source code* di atas berfungsi untuk menentukan keputusan dalam mengaktifkan atau mematikan modul relay. Jika nilai suhu udara lebih besar dari 28.0 maka dijalankan “digitalWrite(FAN\_RELAY\_PIN, LOW)” yang artinya relay kipas aktif. Jika nilai suhu udara lebih kecil dari 28.0 “digitalWrite(FAN\_RELAY\_PIN, HIGH)” yang artinya relay kipas mati. Kemudian jika nilai kelembapan udara kurang dari 70.0 maka dijalankan “digitalWrite(PUMP\_RELAY\_PIN, LOW)” yang artinya relay pompa aktif begitu juga sebaliknya. Selain itu, terjadi juga proses pengiriman data atau *publish* data dari sensor dan status relay dalam bentuk data *String* sesuai dengan topik yang telah ditentukan ke *broker* MQTT.

### B. Pengujian Sistem

Pada sub bab ini merupakan pengujian sistem yang dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun meliputi perangkat keras dan perangkat lunak dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

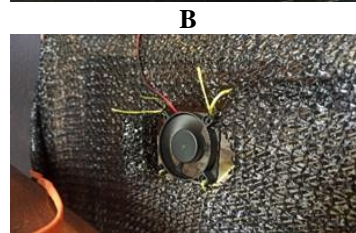
#### B.1 Pengujian Black Box

Pada sub bab ini merupakan tahap pengujian *black box* yang dilakukan untuk menganalisa fungsionalitas dari fitur dan kinerja perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada sistem yang dirancang.

TABEL I. PENGUJIAN PERANGKAT KERAS

No	Fungsi	Hasil yang diharapkan	Ya	Tidak
1	NodeMCU	Dapat menampilkan hasil pengukuran suhu pada <i>serial monitor</i> Arduino IDE	Ya	
2	Sensor DHT22	Dapat mengukur suhu udara dan kelembapan dalam kumbung	Ya	
3	Pompa air	Air terpompa oleh pompa dari wadah melalui selang untuk menyiram ketika kelembapan dalam	Ya	

No	Fungsi	Hasil yang diharapkan	Ya	Tidak
		kumbung jamur kurang dari 70% RH		
4	Kipas angin	Kipas menyala dan berputar saat suhu dalam kumbung tidak berada pada tingkat ideal yaitu di atas 28 °C	Ya	



Gambar 9. Pengujian perangkat keras

Gambar 9 menunjukkan keadaan perangkat keras dalam pengujian, keadaan perangkat keras saat pengujian antara lain,

- Gambar 9.a menunjukkan serial monitor menampilkan hasil pembacaan suhu dan kelembapan serta status kipas dan pompa. Pengujian ini membuktikan mikrokontroler dan sensor dapat bekerja dengan baik untuk menampilkan hasil bacaan sensor *serial monitor*.
- Gambar 9.b dan 9.c menunjukkan kipas dan pompa yang menyala ketika pembacaan suhu dan kelembapan oleh sensor memenuhi kondisi yang diberikan. Kipas angin menyala ketika suhu udara lebih tinggi dari 28°C Pompa air menyala ketika kelembapan udara yang terbaca kurang dari 70% RH.

TABEL II. PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK

No	Fungsi	Hasil yang diharapkan	Ya	Tidak
1	MQTT	Broker (Wemos) dan client (laptop/smartphone) terhubung untuk bertukar data	Ya	
2	Web Server Database	Data hasil pengukuran suhu dan kelembapan dalam kumbung jamur tersimpan secara online dan dapat diakses real time	Ya	
3	Website	Data pengukuran suhu dan kelembapan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik time line	Ya	
		Keadaan suhu dan kelembapan kumbung terkini dapat ditampilkan	Ya	
		Tingkat suhu dan kelembapan ideal dapat diatur secara wireless dan real time	Ya	

```

.....
WiFi connected
IP address:
192.168.1.5
Attempting MQTT connection...connected
Kelembapan: 71.10% Suhu: 30.00°C
Panas, Menyalakan kipas.
Lembab, Pompa mati.
Kelembapan: 71.60% Suhu: 30.30°C
Panas, Menyalakan kipas.
Lembab, Pompa mati.
Kelembapan: 71.50% Suhu: 30.30°C
Panas, Menyalakan kipas.
Lembab, Pompa mati.
    
```

A

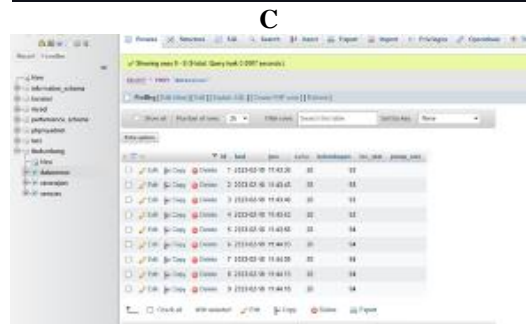
```

# subscribe to the 2 topics
client.subscribe("datasensor")
client.subscribe("datasensorjam")

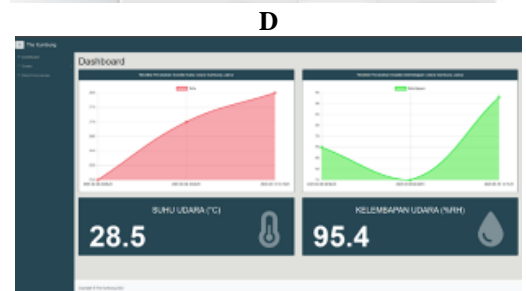
# start the loop to receive messages
client.loop_forever()

10:56
Message for datasensor inserted into sensors table
Message for datasensor inserted into sensors table
Message for datasensor inserted into sensors table
    
```

B



C



D

Gambar 10. Pengujian perangkat lunak

Gambar 10 menunjukkan keadaan perangkat keras dalam pengujian, keadaan perangkat keras saat pengujian antara lain,

- Gambar 10.a dan 10.b adalah tampilan pada serial monitor ketika mikrokontroler berhasil terhubung ke broker MQTT, dapat dilihat terdapat percobaan penghubungan. Gambar di bawahnya adalah ketika client berhasil subscribe topik yang berisi data sensor dan langsung dimasukkan ke database.
- Gambar 10.c menampilkan hasil perekaman data kondisi kumbung jamur yang dikirim dari mikrokontroler dan dimasukkan oleh laptop sebagai client. Data yang direkam berisi tanggal, jam, suhu udara, kelembapan udara, status kipas, dan status pompa. Proses perekaman ini terus memperbaharui secara mandiri setiap 5 detik, sehingga data yang didapat hampir mendekati waktu nyata.
- Gambar 10.d adalah tampilan halaman website antarmuka yang menampilkan nilai suhu dan kelembapan terkini di dalam kumbung jamur. Halaman ini juga menampilkan grafik perubahan kondisi kumbung jamur pada rentang waktu 30 menit setiap hari.

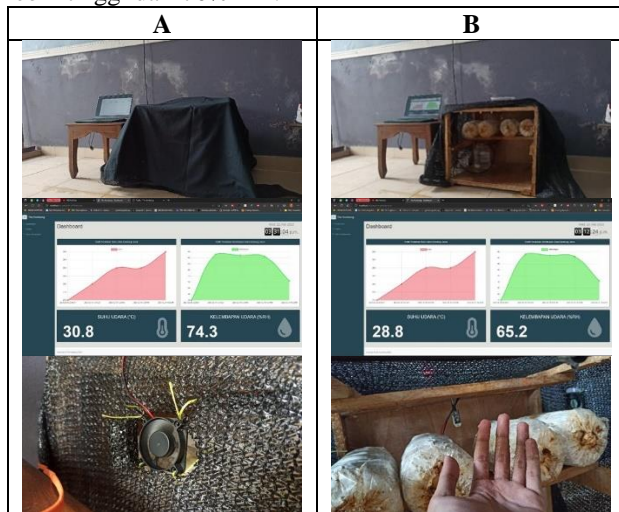
### B.2 Pengujian Kelayakan Sistem

Pengujian kelayakan sistem dilakukan untuk menunjukkan bahwa rangkaian sistem yang dibuat berfungsi dengan baik dan berjalan sebagaimana mestinya. Pada sub bab ini, dipaparkan hasil pengujian kelayakan sistem berdasarkan skenario pengujian kelayakan sistem.

Pengujian dilakukan di rumah peneliti selama 12 jam setiap hari selama 7 hari. Di dalam kumbung jamur ditempatkan 4 baglog jamur tiram siap kembang dan



menetapkan kondisi ideal kumbung jamur di mana suhu udara harus berada di bawah 28 °C dan kelembapan udara lebih tinggi dari 70% RH.



Gambar 11. Uji kelayakan sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem di atas, rangkaian dapat bekerja dan merespon dengan baik perubahan kondisi lingkungan yang terjadi. Respon yang diberikan sistem yaitu menyalakan kipas ketika sensor membaca suhu udara di dalam kumbung jamur lebih tinggi dari 28 °C dan menyalakan pompa air ketika kelembapan udara di dalam kumbung jamur kurang dari 70% RH. Batasan suhu ini dijadikan acuan sebagaimana dibahas dalam penelitian yang menyatakan suhu ruang kumbung jamur yang baik berada di antara 27°C-29°C dan kelembapan antara 70%RH-90%RH [2].

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian sistem kumbung jamur pintar berbasis IoT dengan kendali sensor suhu, kelembapan, dan penyiraman berhasil dibuat. Kendali sensor bekerja dengan baik dan sesuai harapan di mana seluruh rangkaian sangat peka terhadap perubahan kondisi di dalam kumbung jamur.
2. Protokol MQTT bekerja dengan baik untuk menghubungkan perangkat pengguna dengan kumbung jamur sehingga pengguna yang terdiri dari petani dan peneliti dapat mengetahui kondisi terkini di dalam kumbung jamur.
3. Sistem dapat memperoleh rekaman pembacaan suhu dan kelembapan udara dalam kumbung jamur secara *real time* dan mengirimkan data-datanya ke *database* untuk disajikan kepada petani secara *real time* juga.
4. Sistem yang sudah dibangun saat ini dapat bekerja secara efektif di mana sistem dapat merespon kondisi kumbung jamur dengan tepat yang kemudian menjalankan perintah yang sesuai dengan kondisi yang terjadi, namun sistem belum dapat bekerja dengan efisien pada penurunan suhu yang membutuhkan waktu lebih lama.

### B. Saran

Sebagai upaya untuk mengembangkan hasil yang didapatkan dalam penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Jika rancang bangun hasil penelitian ini diaplikasikan ke ruangan budidaya yang lebih luas, maka perangkat sensor, kipas, dan pompa harus disesuaikan dengan ukuran ruangan.
2. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan fitur notifikasi terkait kondisi pada kumbung jamur.
3. Untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian ini sebaiknya menggunakan komunikasi 2 arah sehingga aplikasi pengguna tidak hanya bisa memantau kondisi kumbung jamur melainkan dapat juga melakukan pengontrolan pada sistem pendingin dan penyiraman apabila sewaktu-waktu terjadi *machine error*.

## REFERENCES

- [1] A. Sofwan, Y. Wafdulloh, M. R. Akbar, and B. Setiyono, "Sistem Pengaturan dan Pemantauan Suhu dan Kelembapan pada Ruang Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT (*Internet of Things*)," *Transmisi*, vol. 22, no. 1, pp. 1–5, Mar. 2020, doi: 10.14710/transmisi.22.1.1-5.
- [2] P. D. Rebiyanto and A. Rofii, "Rancang Bangun Sistem kontrol dan Monitoring Kelembaban dan Temperatur ruangan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis *Internet of Things*," *Jurnal Kajian Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta*, vol. 2, no. Februari, pp. 71–140, 2018.
- [3] I. Aminudin, "Pengembangan Kontrol Suhu dan Kelembapan Otomatis Dalam Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino Uno," 2020.
- [4] A. Reza *et al.*, "Sistem Budidaya Jamur Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Telegram Bot," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 5, no. 1, pp. 28–33, Sep. 2018.
- [5] M. Yasir, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Pengendalian Suhu dan Kelembapan pada Media Tumbuh Jamur Berbasis IoT," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [6] A. Kurniawan, "Rancang Bangun Kendali Otomatis Suhu dan *Monitoring* Kelembaban Udara pada Ruang Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT," Universitas Semarang, Semarang, 2019.
- [7] R. Nur *et al.*, "Pengatur Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya pada Kumbung Jamur Tiram Menggunakan IoT," *JOURNAL OF ACADEMIC & MULTIDISCIPLINE RESEARCH*, vol. 1, no. 1, pp. 15–23, Sep. 2021.
- [8] A. Agung Angga Dwipa, I. W. Gede Putu Wirarama Wedashwara, and A. Zubaidi, "Design and Development of Air Conditioning System Based on IoT in Case Study Hydroponic Lettuce Plant." [Online]. Available: <http://jcosine.if.unram.ac.id/>

- [9] F. E. Prasetyadana, "Implementasi *Internet of Things* (IoT) pada Budidaya Jamur Tiram," Universitas Jember, 2020.
- [10] D. Soulthan Rijabi, "Perancangan *Smart Monitoring System* pada Pembudidayaan Jamur Tiram Berbasis Pemrograman Arduino dan Labview," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [11] Ansoruddin, "Pengaruh Berbagai Media pada Baglog Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*)," in *Sinergi Hasil Penelitian Dalam Menghasilkan Inovasi Di Era Revolusi 4.0*, Sep. 2020, pp. 998–1007.
- [12] J. Alvin and M. Ilham, "Perancangan *Prototype Sistem Monitoring* dan Kendali pada Kandang Ayam Broiler Berbasis *Internet of Things* (IoT)," Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputerpalcomtech, 2020. Accessed: Dec. 06, 2021. [Online]. Available: <http://repo.palcomtech.ac.id/id/eprint/130>
- [13] S. Arief Hendra, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEGA AVR dan Arduino," *Jurnal Infotel*, vol. 6, no. 2, 2014.
- [14] A. Nafil Akhdan, "Alat Kontrol Suhu dan Kelembaban Otomatis pada Ruang Budidaya Jamur Tiram Berbasis ATmega32," 2018. [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/DHT22.pdf>