

Pengembangan Sistem IoT Untuk Monitoring Kelembapan dengan Fitur Pengembunan Otomatis Pada Budidaya Jamur Tiram

Wiwik Kusrini^a, Herfia Rhomadhona^b, Agustian Noor^c

^{a, b, c} Program Studi Teknologi Informasi, Jurusan Komputer dan Bisnis, Politeknik Negeri Tanah Laut, Kalimantan Selatan, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 Oktober 2025

Received in revised form

3 November 2025

Accepted 25 November 2025

Available online 30 November 2025

Keywords:

Internet of Things (IoT)

Smart Mushroom

ESP32

DHT32

Misting/Fogging

ABSTRACT

The potential for oyster mushroom cultivation in Tanah Laut Regency is highly promising due to the presence of cool climatic conditions in several hilly areas. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring and automatic misting system for oyster mushroom cultivation to improve the efficiency of environmental management within the cultivation chamber. The system is developed to monitor environmental parameters—particularly temperature and humidity—in real-time, and to automatically control the misting process based on predetermined threshold values. The hardware components consist of a DHT22 sensor for measuring temperature and humidity, and an ESP32 microcontroller serving as the main processing unit. The sensor readings are transmitted and synchronized via the Firebase Realtime Database, and subsequently displayed through the Smart Mushroom Android application. The application is designed to present environmental data, system status, and notification history through an interactive, informative, and user-friendly interface. When the humidity level drops below the threshold, the system automatically activates a relay that controls a water pump or mist maker to restore humidity to a stable condition. In addition, the system sends notifications to the user through the application as a form of alert and confirmation of system actions.

1 Pendahuluan

Kabupaten Tanah Laut memiliki potensi besar untuk pengembangan budidaya jamur tiram karena kondisi iklimnya yang sejuk di beberapa wilayah perbukitan serta ketersediaan bahan baku media tanam seperti serbuk gergaji, dedak, dan kapur. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) menjadi salah satu komoditas pertanian alternatif yang bernilai ekonomi tinggi dan memiliki prospek pasar yang terus meningkat, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun industri kuliner. Para pelaku usaha di Tanah Laut mulai memanfaatkan limbah kayu dari industri kecil sebagai media tanam (baglog) jamur, sehingga kegiatan budidaya ini tidak hanya menghasilkan produk pangan bergizi tinggi, tetapi juga berkontribusi terhadap pengelolaan limbah ramah lingkungan. Beberapa sentra budidaya jamur tiram telah berkembang di beberapa desa yang ada di Tanah Laut.

Pemerintah daerah bersama kelompok tani dan lembaga pendidikan vokasi juga mulai memberikan pelatihan budidaya jamur tiram, mencakup teknik pembuatan baglog, pengendalian suhu dan kelembapan kumbung, serta strategi pemasaran produk segar dan olahan seperti kripik jamur. Dengan dukungan teknologi sederhana dan pasar yang luas, budidaya jamur tiram berpotensi menjadi sumber ekonomi baru bagi masyarakat pedesaan di Tanah Laut.

Suhu dan kelembapan udara merupakan faktor lingkungan yang berperan penting dalam proses budidaya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). Pertumbuhan jamur tiram memerlukan kondisi lingkungan yang lembap dan bersuhu optimal agar miselium serta tubuh buah dapat berkembang secara maksimal. Ketidaksesuaian suhu maupun kelembapan, seperti kelembapan yang terlalu rendah, dapat menghambat pertumbuhan jamur dan menurunkan produktivitas panen.

Pada kondisi saat ini, kegiatan pemantauan suhu dan kelembapan di kumbung jamur masih dilakukan secara manual menggunakan alat *thermohygrometer* analog. Alat tersebut berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, namun hanya menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk jarum dan skala analog tanpa sistem pencatatan atau integrasi digital. Keterbatasan ini menyebabkan proses pemantauan masih bergantung pada tenaga manusia secara langsung. Ketika kelembapan menurun, pekerja harus melakukan pengabutan secara manual dengan menyiramkan air ke area lantai di bawah

rak jamur. Prosedur ini memerlukan waktu, tenaga, dan ketelitian yang tinggi, sehingga berpotensi menjadi hambatan dalam menjaga stabilitas lingkungan tumbuh serta efisiensi produksi. Berdasarkan hal tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perancangan sistem monitoring dan pengabutan otomatis berbasis IoT yang dapat memberikan notifikasi kepada petani jika kelembapan udara turun di bawah ambang batas.

Sebagai upaya peningkatan efektivitas budidaya, penerapan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi inovatif. Melalui sistem pemantauan berbasis IoT, suhu dan kelembapan udara di kumbung dapat dipantau secara *real time* menggunakan perangkat digital seperti *smartphone* atau komputer. Data dari sensor akan tercatat secara otomatis dan tersimpan dalam basis data, sehingga memungkinkan pengawasan jarak jauh tanpa keterlibatan langsung di lapangan. Selain itu, sistem pengabutan otomatis dapat diintegrasikan dengan sensor untuk melakukan penyemprotan hanya ketika tingkat kelembapan berada di bawah ambang batas tertentu. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja, mengoptimalkan hasil panen, serta memperkuat daya saing Usaha Jamur Tiram dalam industri budidaya jamur di masa mendatang. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan sistem monitoring dan pengabutan otomatis berbasis IoT yang dapat memberikan notifikasi kepada petani jika kelembapan udara turun di bawah ambang batas serta sistem pengabutan otomatis yang dapat beroperasi secara mandiri ketika kelembapan udara turun di bawah nilai optimal guna menjaga lingkungan tetap sesuai untuk pertumbuhan jamur tiram. Sistem ini akan menggunakan relay sebagai pengendali *on* dan *off* serta perangkat utama seperti *mist maker* atau pompa air untuk meningkatkan kelembapan udara sesuai kebutuhan

2 Studi Literatur

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas fungsi dan manfaat konektivitas internet yang terhubung secara berkelanjutan. IoT berkembang sebagai bidang keilmuan yang menjanjikan, karena memungkinkan optimalisasi berbagai aspek kehidupan melalui

integrasi sensor cerdas dan perangkat pintar yang saling berinteraksi serta berkomunikasi melalui jaringan *internet* [1].

Bidang *Internet of Things* (IoT) merupakan salah satu area penelitian yang mengalami perkembangan pesat pada era revolusi industri 4.0. Kemajuan teknologi informasi telah mendorong peningkatan kebutuhan dan kemampuan manusia dalam memanfaatkan teknologi, yang pada gilirannya memperkuat daya saing dan inovasi di berbagai sektor kehidupan.

Pemanfaatan teknologi IoT didasarkan pada konsep keterhubungan perangkat melalui jaringan *internet* yang beroperasi secara berkelanjutan. Teknologi ini memungkinkan integrasi berbagai sistem dan perangkat untuk saling berkomunikasi serta bertukar data secara otomatis. Salah satu penerapan nyata IoT adalah pada konsep rumah pintar (*smart home*), di mana berbagai peralatan elektronik dapat dikendalikan dan dipantau melalui aplikasi *smartphone* yang terhubung ke jaringan *internet*, seperti melalui koneksi WiFi [2].

2.2 Sistem Monitoring

Monitoring merupakan salah satu elemen fundamental dalam manajemen pembangunan yang berperan sebagai proses sistematis untuk mengamati, meninjau, dan mengevaluasi pelaksanaan suatu kegiatan atau program secara berkelanjutan. Menurut prinsip manajemen modern, monitoring tidak hanya berfungsi sebagai kegiatan pengawasan semata, tetapi juga sebagai mekanisme umpan balik (*feedback mechanism*) yang digunakan untuk menilai kesesuaian antara pelaksanaan kegiatan dengan rencana yang telah ditetapkan.

Melalui kegiatan monitoring, data dan informasi dikumpulkan secara periodik guna menilai efektivitas, efisiensi, serta relevansi suatu program terhadap tujuan dan sasaran yang ingin dicapai. Hasil dari proses ini menjadi dasar bagi pengambil keputusan untuk melakukan tindakan korektif, penyempurnaan kebijakan, serta pengembangan strategi pelaksanaan di masa mendatang. Dengan demikian, monitoring memiliki peran strategis dalam memastikan keberlanjutan dan peningkatan kualitas program pembangunan melalui pendekatan berbasis data dan evaluasi berkelanjutan [3].

2.3 Firebase

Firebase merupakan sistem basis data *NoSQL* yang dikembangkan oleh Google dan dirancang untuk meminimalkan kompleksitas penulisan kode, sehingga pengembangan dapat berfokus pada pengembangan fungsionalitas aplikasi. Basis data ini menggunakan format penyimpanan *JavaScript Object Notation* (JSON) yang memungkinkan proses manipulasi data seperti penambahan, pembaruan, dan penghapusan dilakukan tanpa memerlukan perintah *query* secara eksplisit. Dengan karakteristik *latency* yang rendah dan kemampuan sinkronisasi data secara *real-time*, Firebase menjadi solusi yang efisien untuk pengembangan aplikasi berbasis seluler maupun web yang menuntut kecepatan dan konsistensi data antar pengguna [4].

2.4 Sensor Kelembapan

Soil Moisture Sensor merupakan sensor kelembapan tanah yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur kadar air yang terkandung di dalam tanah. Sensor ini berperan penting dalam pemantauan kondisi kelembapan lahan, khususnya untuk menjaga kebutuhan air pada tanaman agar tetap optimal. Dengan menggunakan sensor ini, pengguna dapat mengetahui tingkat kelembapan tanah secara langsung sehingga dapat melakukan tindakan penyiraman atau pengairan secara tepat waktu.

Salah satu jenis sensor yang umum digunakan adalah Soil Moisture Sensor FC-28, yang memiliki spesifikasi teknis berupa tegangan masukan sebesar 3.3V hingga 5V, tegangan keluaran berkisar antara 0 hingga 4.2V, serta arus kerja sekitar 35 mA. Sensor ini menghasilkan data dalam bentuk nilai analog yang dikonversi oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) dengan resolusi 10 bit, sehingga memiliki rentang nilai 0 hingga 1023 bit. Keunggulan sensor FC-28 terletak pada sensitivitasnya terhadap kadar air tanah, menjadikannya komponen penting dalam sistem pemantauan otomatis berbasis mikrokontroler maupun *Internet of Things* (IoT) [5].

2.5 Aktuator

Dalam sistem kendali otomatis, aktuator merupakan elemen eksekusi yang berfungsi mengubah sinyal kendali dari *controller* menjadi aksi fisik pada perangkat atau sistem yang dikendalikan.

Aktuator bekerja sebagai penggerak utama yang merealisasikan perintah kontrol dalam bentuk gerakan linier, rotasi, atau perubahan kondisi fisik tertentu. Secara prinsip, aktuator mengonversi berbagai bentuk energi—seperti energi listrik, tekanan udara (*pneumatik*), tekanan fluida (*hidraulik*), maupun energi mekanik—menjadi energi kinetik yang dapat digunakan untuk mengoperasikan komponen sistem.

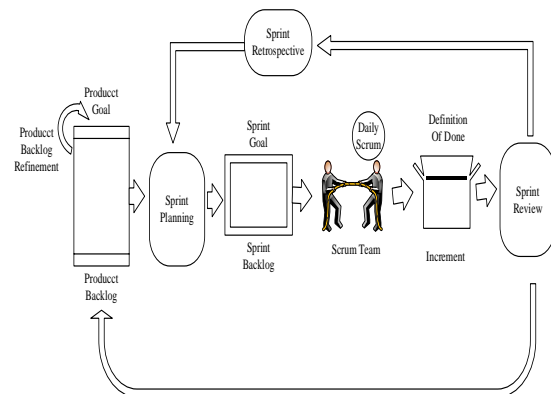
Pemilihan jenis aktuator bergantung pada kebutuhan sistem, karakteristik beban, serta tingkat presisi yang diinginkan. Misalnya, aktuator listrik banyak digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) karena kemudahan integrasi dan pengendaliannya. Sementara itu, aktuator pneumatik dan hidraulik lebih sering diterapkan pada sistem industri yang memerlukan daya gerak besar dan respon cepat. Dengan demikian, aktuator berperan sebagai penghubung antara domain kontrol elektronik dan proses fisik, menjadikannya komponen esensial dalam desain sistem otomasi modern [6].

2.6 Kebaruan/Novelty

Penelitian SmartMushroom menghadirkan kebaruan berupa integrasi sistem pemantauan suhu-kelembapan berbasis IoT dengan mekanisme pengabutan otomatis berbasis ambang batas sensor yang terhubung ke Firebase Realtime Database dan dikendalikan melalui aplikasi mobile. Pendekatan ini memberikan respons cepat, efisiensi operasional, serta fleksibilitas mode manual dan otomatis yang belum ditawarkan secara komprehensif pada penelitian-penelitian sebelumnya.

3 Metodologi

Pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan model *Scrum*. *Scrum* merupakan salah satu kerangka kerja dari metodologi *Agile* yang bersifat iteratif dan fleksibel.



Gambar 1. Model Pengembangan Scrum

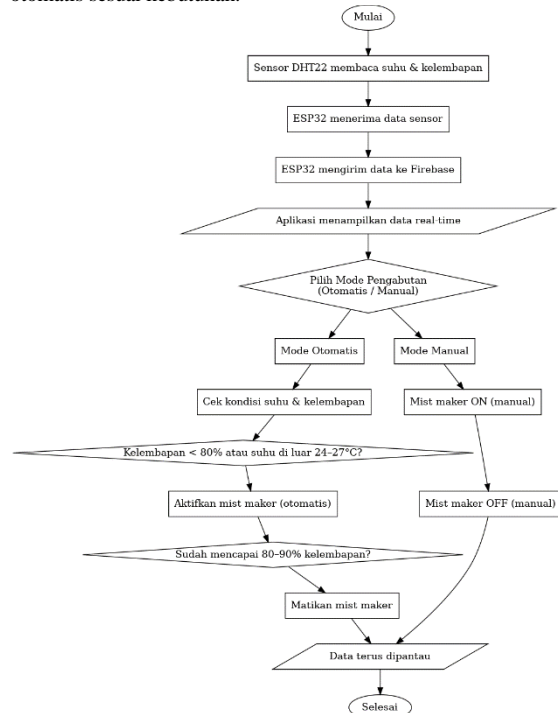
Tahapan pada pengembangan sistem menggunakan model scrum pada Gambar 1 dimulai dengan *product backlog* mencakup integrasi sensor suhu dan kelembapan DHT22 dengan ESP32, sistem kontrol otomatis mist maker, pengiriman data ke *dashboard* monitoring, serta fitur notifikasi ketika kelembapan rendah. *Sprint planning* dilakukan dengan mengintegrasikan sensor dengan ESP32, lalu pada *sprint* berikutnya mengerjakan tampilan *dashboard*. Tahap desain dilakukan dengan merancang integrasi antara sensor suhu dan kelembapan (DHT22), mikrokontroler ESP32, serta antarmuka *dashboard* yang digunakan untuk memantau data secara *real-time*. Untuk pemrograman mikrokontroler ESP32, digunakan bahasa pemrograman Arduino C++. Pengujian juga dilakukan untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan baik [7].

4 Pembahasan

4.1. Rancangan

Sistem yang dikembangkan merupakan sistem pemantauan lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk membantu pengelola budidaya jamur tiram dalam melakukan pemantauan serta pengendalian kondisi lingkungan secara *real-time* dan otomatis. Sistem ini diberi nama SmartMushroom, dan dapat diakses melalui aplikasi berbasis

mobile. Melalui sistem tersebut, pengguna dapat memantau parameter suhu dan kelembapan di dalam kumbung jamur serta mengendalikan proses pengabutan baik secara manual maupun otomatis sesuai kebutuhan.

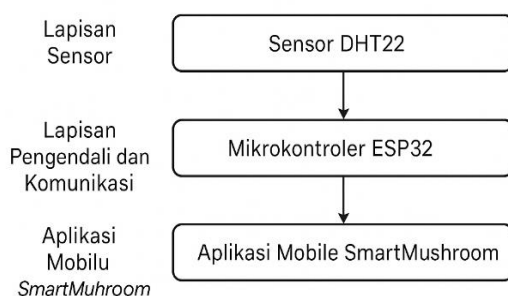


Gambar 2 Diagram Alir Sistem

Gambar 2 merupakan diagram alir sistem dimana arsitektur SmartMushroom terdiri atas rangkaian perangkat IoT yang meliputi sensor suhu dan kelembapan DHT22, mikrokontroler ESP32, modul relay, power supply, pompa air mini IoT, serta mist maker sebagai penghasil kabut. Sensor DHT22 berfungsi mendeteksi kondisi suhu dan kelembapan lingkungan, kemudian data hasil pembacaan dikirim ke *Firestore Realtime Database* melalui koneksi Wi-Fi menggunakan ESP32. Data yang tersimpan pada basis data tersebut ditampilkan secara langsung melalui antarmuka aplikasi *SmartMushroom*, sehingga petani dapat melakukan pemantauan kondisi kumbung kapan pun dan di mana pun.

Selain fungsi pemantauan, sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme pengembunan otomatis. Pada mode otomatis, mikrokontroler ESP32 mengaktifkan *mist maker* berdasarkan nilai ambang batas suhu dan kelembapan yang telah ditetapkan, yaitu pada rentang kelembapan 80–90% dan suhu 24–27°C. Sementara itu, pada mode manual, pengelola budidaya dapat mengendalikan *mist maker* secara langsung melalui tombol ON/OFF yang tersedia pada aplikasi. Dengan rancangan ini, SmartMushroom diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, menjaga stabilitas lingkungan tumbuh jamur, dan mendukung peningkatan produktivitas budidaya secara berkelanjutan.

Desain Sistem SmartMushroom



Gambar 3. Desain Sistem SmartMushroom

Desain sistem SmartMushroom pada Gambar 3 dirancang dengan pendekatan modular agar setiap komponen perangkat

keras dan perangkat lunak dapat saling terintegrasi secara efisien. Sistem ini terdiri atas tiga lapisan utama, yaitu lapisan sensor (*input layer*), lapisan pengendali dan komunikasi (*processing layer*), serta lapisan aplikasi pengguna (*output layer*).

1. Lapisan Sensor (*Input Layer*)

Lapisan ini berfungsi untuk menangkap data lingkungan berupa suhu dan kelembapan di dalam kumbung jamur. Sensor DHT22 digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mampu mendeteksi perubahan kelembapan hingga 0,1% serta suhu hingga 0,5°C. Data yang diperoleh dari sensor dikirim secara digital menuju mikrokontroler ESP32 untuk diproses lebih lanjut.

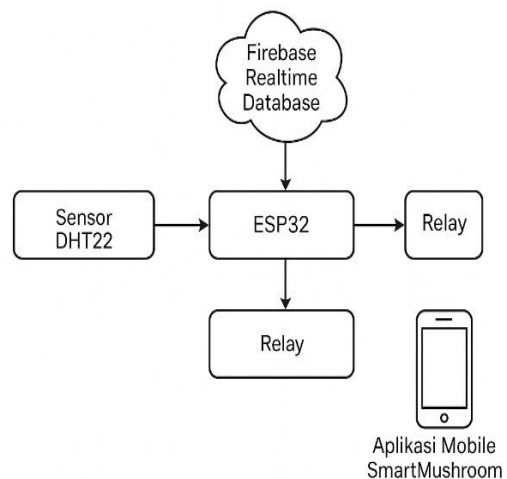
2. Lapisan Pengendali dan Komunikasi (*Processing Layer*)

Lapisan ini merupakan inti sistem yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Komponen ini memiliki kemampuan pemrosesan cepat dan dukungan konektivitas Wi-Fi yang memungkinkannya berkomunikasi langsung dengan *Firestore Realtime Database*. Mikrokontroler memproses data sensor, membandingkannya dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan, kemudian mengirimkan hasilnya ke basis data. Selain itu, ESP32 juga mengatur pengoperasian *mist maker* melalui modul relay untuk proses pengabutan otomatis sesuai kondisi lingkungan aktual.

3. Lapisan Aplikasi Pengguna (*Output Layer*)

Lapisan ini menampilkan data hasil pemantauan kepada pengguna melalui aplikasi mobile *SmartMushroom*. Aplikasi menampilkan informasi suhu dan kelembapan secara *real-time* serta menyediakan fitur kontrol manual bagi pengguna. Antarmuka aplikasi dirancang dengan tampilan yang sederhana dan intuitif agar mudah digunakan oleh petani jamur tiram tanpa latar belakang teknis yang mendalam.

Blok Diagram Sistem



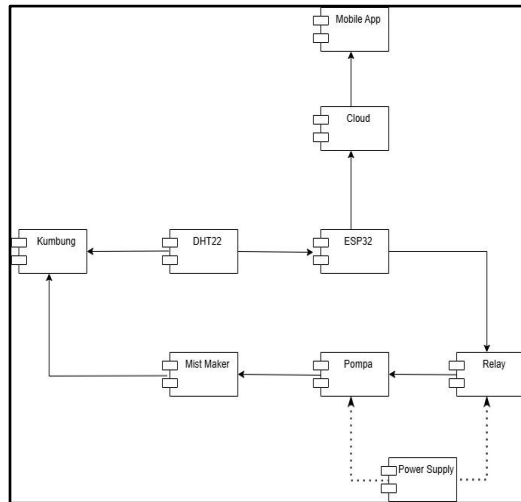
Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Secara konseptual, sistem SmartMushroom dapat dijelaskan melalui blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4 yang terdiri dari beberapa komponen utama:

1. Sensor DHT22 berfungsi sebagai input data suhu dan kelembapan.
2. ESP32 bertindak sebagai pusat pengendali dan pengirim data ke server.
3. *Firestore Realtime Database* berfungsi sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data berbasis *cloud*.
4. Relay dan *Mist Maker* berperan sebagai aktuator yang mengatur pengabutan secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan.
5. Aplikasi Mobile *SmartMushroom* bertindak sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data monitoring dan memberikan perintah kontrol.

Alur kerja sistem dimulai dari sensor DHT22 yang membaca kondisi suhu dan kelembapan di kumbung. Data hasil pembacaan dikirim ke ESP32, kemudian diteruskan ke *Firestore* untuk disimpan dan ditampilkan pada aplikasi mobile. Jika sistem berada pada mode otomatis, ESP32 akan mengaktifkan atau

menonaktifkan mist maker sesuai nilai ambang batas. Sebaliknya, dalam mode manual, pengguna dapat mengendalikan mist maker secara langsung melalui tombol kontrol pada aplikasi.

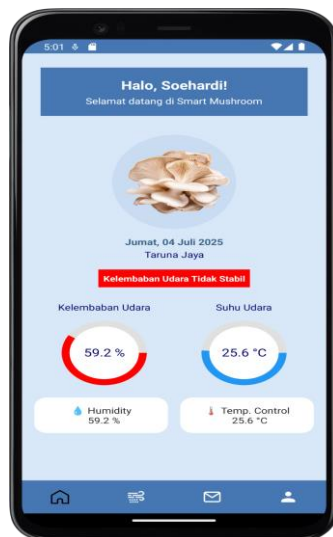


Gambar 5. Diagram Komponen

Gambar 5 memperlihatkan diagram komponen dari sistem pengembunan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang diimplementasikan pada kumbung budidaya jamur tiram. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi parameter suhu dan kelembapan udara di dalam ruang kumbung. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 untuk dilakukan proses analisis dan pengambilan keputusan. Selanjutnya, hasil analisis tersebut diteruskan ke *cloud server*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara *real-time* melalui aplikasi *mobile*.

Selain berfungsi sebagai pengirim data, mikrokontroler ESP32 juga mengatur kinerja modul *relay* yang bertugas mengendalikan pompa air berdasarkan data sensor. Pompa air tersebut mengalirkan air menuju *mist maker*, yang kemudian menghasilkan embun atau kabut halus di dalam kumbung. Proses ini berfungsi untuk mempertahankan tingkat kelembapan udara pada kondisi ideal bagi pertumbuhan jamur tiram.

4.2. Implementasi



Gambar 6. Tampilan Pada Saat Kelembapan Tidak Stabil

Gambar 6 menunjukkan tampilan halaman beranda aplikasi *SmartMushroom* yang berfungsi sebagai pusat informasi utama

sistem pemantauan budidaya jamur secara *real-time*. Antarmuka pada bagian atas menampilkan elemen personalisasi berupa sapaan kepada pengguna dengan nama “Soehardi”, disertai identifikasi lokasi budidaya “Taruna Jaya” serta informasi waktu operasi, yakni Jumat, 4 Juli 2025. Bagian tengah layar menampilkan ilustrasi jamur sebagai elemen visual representatif yang memperkuat konteks aplikasi. Pada area yang sama, sistem menampilkan pesan peringatan dalam kotak berwarna merah bertuliskan “Kelembaban Udara Tidak Stabil” sebagai indikasi kondisi lingkungan yang memerlukan perhatian pengguna.

Dua parameter lingkungan utama, yaitu kelembapan udara dan suhu, divisualisasikan dalam bentuk grafik lingkaran (*circular gauge*) yang masing-masing menunjukkan nilai kelembapan sebesar 59,2% dan suhu udara sebesar 25,6°C. Penyajian visual tersebut dilengkapi dengan label deskriptif di bagian bawah grafik untuk memperjelas makna data. Selanjutnya, pada bagian bawah antarmuka disediakan menu navigasi yang terdiri atas ikon *beranda*, *pengabutan*, *notifikasi*, dan *profil*, yang berfungsi mempermudah akses pengguna terhadap fitur-fitur utama aplikasi.

Secara keseluruhan, desain antarmuka *SmartMushroom* menerapkan dominasi warna biru muda yang memberikan kesan bersih dan modern, serta mengedepankan prinsip *user-centered design* melalui tata letak yang sederhana, terstruktur, dan mudah dipahami. Pendekatan desain ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pengguna (*user experience*) dalam memantau kondisi lingkungan budidaya secara efisien dan responsif.

Sistem monitoring yang dibangun selain dapat menampilkan kondisi kelembapan, juga dapat melakukan pengabutan atau pengembunan secara otomatis pada saat kondisi kelembapan pada lokasi kumbung budidaya jamur tidak stabil.

Gambar 7 menampilkan antarmuka Pengabutan atau Pengembunan Jamur Tiram pada mode otomatis saat proses pengabutan telah selesai atau berhenti. Pada bagian atas layar, tercantum informasi lokasi budidaya “Taruna Jaya” beserta parameter lingkungan yang terpantau, yaitu suhu 25,1°C dan kelembapan 85,0%, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan telah mencapai nilai ambang optimal yang ditetapkan sistem. Saklar “Auto” berada pada posisi *on*, menandakan bahwa sistem otomatis masih aktif dan siap melakukan pengabutan kembali apabila terjadi perubahan nilai kelembapan di bawah batas minimal.



Gambar 7. Tampilan Halaman Pengabutan atau Pengembunan Otomatis

Pesan status bertuliskan “Kelembapan Stabil, Pengabutan OFF” muncul sebagai indikator bahwa proses pengabutan telah dihentikan karena nilai kelembapan berada dalam kondisi ideal untuk pertumbuhan jamur tiram. Tombol manual “ON” berubah

menjadi warna abu-abu, menandakan tidak adanya intervensi manual yang sedang berlangsung. Dua panel informasi tambahan menampilkan status kontrol kelembaban dan suhu yang sama-sama dalam keadaan *off*, dengan nilai pengendalian kelembaban 85,0% dan suhu 25,1°C.

Di bagian bawah tampilan, terdapat *navigation bar* yang terdiri atas ikon beranda, pengabutan (aktif), notifikasi, dan profil, yang memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses fitur lain di dalam aplikasi. Secara keseluruhan, antarmuka pada Gambar 5.10 menunjukkan kondisi sistem pengabutan yang telah mencapai stabilitas optimal, sekaligus menggambarkan mekanisme kerja sistem otomatis yang adaptif terhadap perubahan parameter lingkungan. Desain visual yang sederhana dan konsisten memperkuat karakter aplikasi *SmartMushroom* sebagai sistem monitoring budidaya jamur yang efisien, informatif, dan mudah digunakan.



Gambar 8 Tampilan Halaman Notifikasi

Gambar 8 menampilkan halaman *Histori Notifikasi* pada aplikasi *SmartMushroom*, yang berfungsi untuk merekam dan menampilkan riwayat pesan sistem terkait kondisi lingkungan ruang budidaya jamur tiram. Pada bagian atas antarmuka, terdapat judul halaman yang menunjukkan konteks fungsi tampilan tersebut. Setiap notifikasi ditampilkan dalam bentuk kotak berwarna putih dengan tata letak terstruktur, berisi informasi waktu kejadian, deskripsi peringatan, serta parameter lingkungan yang terdeteksi pada saat itu. Contoh notifikasi yang muncul, seperti pesan “Kelembaban terlalu tinggi”, ditulis dengan huruf tebal berwarna hitam untuk menonjolkan tingkat urgensinya. Notifikasi tersebut disertai data pendukung berupa nilai suhu dan kelembaban aktual, sehingga pengguna dapat memahami konteks kondisi lingkungan yang memicu peringatan. Pada bagian bawah halaman, terdapat *navigation bar* yang berisi empat ikon utama: beranda, pengabutan, notifikasi (dalam keadaan aktif), dan profil. Elemen navigasi ini dirancang untuk memudahkan perpindahan antarhalaman serta memastikan konsistensi pengalaman pengguna di seluruh antarmuka aplikasi. Secara keseluruhan, tampilan halaman *Histori Notifikasi* berperan penting dalam membantu pengguna melakukan pemantauan retrospektif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Fitur ini memungkinkan analisis perilaku sistem pengabutan secara temporal, sehingga pengguna dapat melakukan evaluasi dan penyesuaian yang lebih tepat terhadap proses budidaya jamur tiram.

Fitur *Histori Notifikasi* memiliki peran strategis dalam mendukung proses pengambilan keputusan pengguna terkait pengelolaan lingkungan budidaya jamur. Melalui pencatatan otomatis setiap peringatan yang terjadi, pengguna dapat meninjau kembali pola perubahan kelembaban dan suhu dari waktu ke waktu. Informasi historis ini memungkinkan identifikasi tren atau anomali yang mungkin mempengaruhi produktivitas jamur tiram.

Selain berfungsi sebagai alat pemantau retrospektif, fitur ini juga berkontribusi terhadap peningkatan akurasi sistem

pengendalian otomatis. Dengan mengetahui frekuensi dan waktu terjadinya peringatan, pengguna atau pengelola sistem dapat melakukan evaluasi terhadap batas ambang (*threshold*) pengabutan yang telah ditetapkan. Jika peringatan tertentu muncul terlalu sering, hal ini dapat menjadi indikasi bahwa parameter kendali perlu disesuaikan untuk mencapai kestabilan iklim mikro yang lebih optimal. Dari perspektif rekayasa sistem, *Histori Notifikasi* juga berfungsi sebagai media audit sistem yang mencatat seluruh aktivitas respons otomatis aplikasi terhadap perubahan lingkungan. Dengan demikian, fitur ini dapat digunakan untuk menilai keandalan algoritma pengendali otomatis serta mendukung proses *debugging* dan peningkatan versi perangkat lunak di masa mendatang.

Secara fungsional, keberadaan fitur ini meningkatkan transparansi dan keterlacakan sistem (*system traceability*), sekaligus membantu pengguna dalam memahami hubungan sebab-akibat antara kondisi lingkungan, aksi sistem, dan hasil yang diperoleh pada proses budidaya. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi *SmartMushroom* tidak hanya bersifat reaktif terhadap perubahan lingkungan, tetapi juga menyediakan sarana analitis sederhana yang mendorong pengelolaan budidaya jamur secara data-driven dan berkelanjutan.

4.3. Pengujian

Tabel 1 Kelembapan

Waktu (menit)	Kelembapan (%)	Status Mist Maker
0	75,4	OFF
5	74,8	OFF
10	75	OFF
15	74,6	OFF
20	75,2	ON (trigger)
25	78,1	ON
30	81,8	ON
35	85,4	ON
40	88	ON
45	90	ON → OFF
50	90	OFF
60	90	OFF

Tabel 1 merupakan pengujian dengan melakukan percobaan pengujian kelembapan pada kumbung dimana pada saat kelembapan sesuai dengan ambang batas, maka status mist maker off, dan bata saat kelembapan melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka secara otomatis mist maker akan on untuk menjaga kelembapan kumbung.

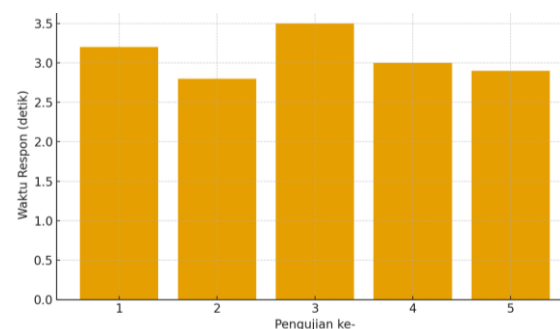
Tabel 2 Suhu

Waktu (menit)	Suhu (°C)	Status Mist Maker
0	28,1	OFF
5	28,3	OFF
10	28	OFF
15	28,2	OFF
20	28,1	ON
25	27,4	ON
30	26,8	ON
35	26,1	ON
40	25,5	ON
45	24,9	ON → OFF
50	24,7	OFF
60	24,5	OFF

Tabel 2 merupakan pengujian dengan melakukan percobaan pengujian suhu pada kumbung dimana pada saat suhu sesuai dengan ambang batas, maka status mist maker off, dan bata saat kondisi suhu meningkat melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka secara otomatis mist maker akan on untuk menjaga agar kondisi suhu pada kumbung selalu stabil.

Tabel 3 Waktu Respon

Pengujian ke-	Waktu Respon (detik)	Keterangan
1	3,2	Normal
2	2,8	Cepat
3	3,5	Normal
4	3	Normal
5	2,9	Cepat



Gambar 9 Waktu Respon Sistem SmartMushroom

Gambar 9 merupakan grafik pengujian dengan hasil data pengamatan dengan memperhatikan waktu respon sistem. Rata-rata waktu respon sistem dari kondisi kelembapan < 80% hingga mist maker aktif adalah sekitar 3 detik, yang masih tergolong cepat untuk menjaga kestabilan lingkungan kumbung.

5 Kesimpulan

Sistem monitoring dan pengabutan otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* pada budidaya jamur tiram *Ridho* telah berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan fungsionalnya. Sistem ini memanfaatkan sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan *Firestore Realtime Database* untuk melakukan pemantauan suhu dan kelembaban secara real-time. Ketika nilai kelembaban udara menurun di bawah ambang batas yang telah ditetapkan, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke aplikasi *SmartMushroom*, sehingga pengguna dapat segera melakukan tindakan korektif yang diperlukan.

Selain fungsi pemantauan, sistem juga mampu mengendalikan proses pengabutan secara otomatis melalui pengaktifan *relay* yang mengontrol pompa air atau *mist maker*, sehingga kondisi iklim di ruang budidaya tetap berada dalam rentang ideal untuk pertumbuhan jamur tiram. Dari sisi keamanan dan keandalan, sistem telah dilengkapi dengan protokol komunikasi HTTPS dan TLS/SSL.

Secara keseluruhan, penerapan sistem IoT ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan ketepatan pengelolaan lingkungan budidaya jamur tiram. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung praktik pertanian modern yang berbasis data dan otomatisasi.

1. Kontribusi Penulis

Penulis dalam penelitian ini terdiri dari tiga orang yaitu Wiwik Kusri, Herfia Rhomadana dan Agustia Noor. Ketiga penulis ini secara bersama-sama bertanggung jawab atas penelitian ini mulai

dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengkodean hingga pengujian terhadap sistem dan perangkat IoT dilakukan.

2. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada coordinator Program Studi Teknologi Informasi yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

3. Referensi

- [1] A. Junaidi, "Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya : Review," Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, vol. 1, no. 3, pp. 62-66, 2015.
- [2] D. Hidayat dan I. Sari, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT)," Jurnal Penelitian Teknik Informatika, pp. 525-530, 2021.
- [3] W. Kusri dan A. Wardana, "Pengembangan Aplikasi Monitoring Kegiatan," Jurnal Elsains: Jurnal Elektro, vol. 4, no. 1, pp. 45-50, 2022.
- [4] K. N. M. Ngafidin, A. Arista dan R. N. S. Amriza, "Implementasi Firebase Realtime Database Pada Aplikasi FeedbackMe Sebagai Penghubung Guru dan Orang Tua," JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), vol. 5, no. 2, pp. 327-334, 2021.
- [5] E. Emilyana, A. Supriyanto, W. Kusri dan F. Fathurrahmani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Lahan Pertanian Berbasis Mikrokontroler Arduino dan Mobile Web," Jurnal EL Sains, vol. 2, no. 1, pp. 1-4, 2020.
- [6] A. Mukhtar, R. Hermana, A. Burhanudin dan Y. Setyoadi, Sistem dan Aktuator Konsep Dasar dan Aplikasi, Bandung: Widina Media Utama, 2023.
- [7] S. Santoso, R. Hartayu, and L. A. Swarga, "Rancang Bangun Pemilahan Sampah Organik, Anorganik dan Metal Secara Otomatis Berbasis IoT," Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK), vol. 5, no. 1, pp. 645-652, Jun. 2025.