

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian perkotaan (*urban farming*) merupakan inovasi yang muncul akibat keterbatasan lahan produktif di wilayah padat penduduk. Masyarakat kota kini semakin aktif memanfaatkan ruang terbatas seperti atap bangunan, balkon, dan pekarangan rumah untuk kegiatan budidaya tanaman atau komoditas bernilai ekonomi tinggi [1]. Seiring perkembangan teknologi digital, konsep pertanian cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi unggul karena memungkinkan pengendalian dan pemantauan otomatis terhadap faktor lingkungan [2]. Menurut laporan *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2024), penggunaan teknologi IoT dalam sektor pertanian meningkat hingga 24% setiap tahun sejak 2020 dan berkontribusi signifikan terhadap efisiensi energi serta produktivitas pertanian skala kecil [3].

Salah satu komoditas unggulan dalam sistem *urban farming* adalah jamur tiram (*Pleurotus Ostreatus*). Komoditas ini memiliki keunggulan berupa kebutuhan lahan kecil, siklus panen cepat (4–8 minggu), dan nilai ekonomi stabil [4]. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2023), permintaan jamur tiram meningkat sekitar 15% per tahun, seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap konsumsi pangan sehat [5]. Di sisi lain, data Badan Pusat Statistik (2023) menunjukkan bahwa usaha kecil menengah (UKM) yang bergerak di sektor ini mampu menghasilkan omzet hingga Rp21 juta per bulan dengan waktu balik modal kurang dari dua bulan [6].

Budidaya jamur tiram sangat dipengaruhi oleh stabilitas iklim mikro kumbung, terutama suhu dan kelembapan udara. Rentang suhu ideal pertumbuhan jamur tiram adalah 22–28°C dengan kelembapan 80–90% [7]. Ketidaksihesuaian kondisi lingkungan dapat menyebabkan pertumbuhan miselium terhambat, meningkatkan risiko kontaminasi patogen, dan menurunkan produktivitas panen [8-9]. Sebagian besar petani masih menggunakan metode manual, seperti penyiraman air dan pemantauan suhu menggunakan termometer analog, yang tidak efisien dan rawan kesalahan manusia (*human error*) [10].

Penerapan sistem kontrol otomatis berbasis IoT menawarkan solusi untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembapan kumbung jamur secara *real-time*. Sistem ini bekerja dengan mengumpulkan data dari sensor, mengirimkannya ke *server cloud*, dan mengaktifkan aktuatur seperti pompa air atau pemanas secara otomatis sesuai parameter yang ditentukan [11]. Dengan sistem seperti ini, pengendalian lingkungan dapat dilakukan dari jarak jauh melalui aplikasi digital seperti *Blynk* atau *Firestore* [12]. Penerapan IoT pada sistem iklim mikro budidaya jamur dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 28% dibanding metode manual [13].

Selain pengendalian suhu dan kelembapan, aspek efisiensi penggunaan air juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan budidaya jamur tiram. Pompa air digunakan untuk menjaga kelembapan kumbung melalui sistem penyemprotan otomatis, namun tanpa pemantauan yang tepat, penggunaan air dapat berlebihan dan menyebabkan pemborosan energi [14]. Oleh karena itu, perlu diterapkan sistem pemantauan berbasis sensor laju air untuk mengukur debit air dan sensor tekanan air untuk memantau tekanan pompa [15]. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan evaluasi efisiensi kinerja pompa air, mendeteksi penyumbatan atau penurunan performa, serta menentukan pola distribusi air yang optimal [16]. Sistem pemantauan berbasis IoT memungkinkan data debit, tekanan, suhu, dan kelembapan dikirimkan secara *real-time* ke *platform cloud* untuk analisis efisiensi dan perawatan prediktif [17].

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem kontrol kelembapan dan suhu berbasis IoT pada budidaya jamur tiram:

1. Gunawati dkk (2024) merancang sistem berbasis NodeMCU ESP8266 dengan sensor DHT11 dan DS18B20 untuk memantau suhu dan kelembapan kumbung. Sistem dilengkapi dengan pompa air otomatis, namun masih menggunakan *Wi-Fi* konvensional tanpa protokol hemat energi, sehingga konsumsi daya mencapai $\geq 1,5$ W [18].
2. Kristiyanti dkk (2022) mengembangkan sistem notifikasi *real-time* berbasis MQTT dan *Telegram Bot* menggunakan mikrokontroler Wemos D1. Sistem ini efektif dalam memberikan peringatan suhu dan kelembapan ekstrem, tetapi belum mengintegrasikan kontrol pompa otomatis berbasis data historis [19].
3. Ntihung dkk (2024) membangun *platform cloud computing* untuk prediksi pertumbuhan jamur tiram menggunakan algoritma pembelajaran mesin, tetapi tidak mencakup sistem aktuator fisik seperti pompa air atau pengendali suhu otomatis [20].

Hasil ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem IoT memiliki potensi besar dalam budidaya jamur tiram, namun masih terdapat keterbatasan seperti efisiensi energi yang rendah, belum adanya sistem pemantauan kinerja pompa, dan tidak adanya integrasi penuh antara kontrol suhu, kelembapan, serta efisiensi air.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan “Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kumbung Jamur Tiram Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi Pico W”. Sistem ini dirancang untuk mengatur suhu dan kelembapan otomatis menggunakan sensor DHT11, serta melakukan pemantauan efisiensi pompa air melalui *flow meter sensor* dan *water pressure sensor*. Raspberry Pi Pico W dipilih karena memiliki prosesor ARM Cortex-M0+ *dual-core*, konsumsi daya rendah (0,2 W), serta konektivitas *Wi-Fi* terintegrasi (IEEE 802.11n). Sistem ini akan mengaktifkan pompa air ketika kelembapan $< 85\%$ atau suhu $> 28^{\circ}\text{C}$, dan mengaktifkan pemanas ketika kelembapan $> 90\%$

atau suhu $<22^{\circ}\text{C}$. Semua data dikirim secara *real-time* ke *Blynk Cloud* untuk pemantauan jarak jauh. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang efisien secara energi dan air, serta mendukung penerapan pertanian cerdas berbasis IoT di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, rumusan masalah yang didapatkan adalah :

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* berbasis IoT yang hemat energi dan terjangkau?
2. Bagaimana mengembangkan algoritma kontrol otomatis presisi yang dapat menjaga stabilitas parameter secara *real-time*?
3. Bagaimana mengintegrasikan mekanisme umpan balik aktuator dengan analisis data historis berbasis *cloud*?
4. Bagaimana efisiensi dari pompa air dalam kontrol kumbung jamur tiram?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang sistem monitoring berbasis IoT yang hemat energi dan terjangkau.
2. Mengembangkan algoritma kontrol otomatis presisi yang dapat menjaga stabilitas parameter secara *real-time*.
3. Mengintegrasikan mekanisme umpan balik aktuator dengan analisis data historis berbasis *cloud*.
4. Mengetahui efisiensi dari pompa air dalam kontrol kumbung jamur tiram.
5. Membandingkan dengan penelitian sebelumnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dan penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat berupa :

1. Memberikan informasi tentang perancangan sistem monitoring IoT hemat energi menggunakan Raspberry Pi Pico W dan analisis kinerja mikrokontroler rendah daya dalam menjaga stabilitas lingkungan kumbung jamur tiram.
2. Mengungkap pengaruh implementasi kontrol otomatis terhadap presisi parameter iklim serta dampaknya pada penurunan angka kegagalan panen di sentra produksi Padang.
3. Menyediakan basis data empiris dan model algoritma prediktif berbasis *cloud* yang mengintegrasikan *monitoring real-time* dengan analisis data historis sebagai referensi pengembangan sistem IoT terjangkau bagi petani skala kecil.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya memberikan data berupa suhu dan kelembapan udara di dalam kumbung jamur tiram.
2. Peletakkan alat berada ditengah kumbung yang diasumsikan dapat menunjukkan suhu dan kelembapan ruangan yang sama.
3. Aktuator yang diintegrasikan hanya pompa air DC dan *heater* untuk penyesuaian kelembapan dan suhu.
4. Sistem mengandalkan konektivitas *Wi-Fi* (IEEE 802.11n) untuk transmisi data ke *cloud*.
5. Sensor laju air dan sensor tekanan air memberikan data debit air dan tekanan pompa air untuk *monitoring* pompa air berupa efisiensi pompa air.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada laporan tugas akhir ini, disusun dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari masalah dalam penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang akan didapatkan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori pendukung yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab yang memberikan informasi mengenai bagaimana langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini membahas mengenai hasil dan analisis dari penelitian tugas akhir ini.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan dan saran berdasarkan data dari penelitian yang dilakukan.