

Perancangan Desain Prototipe Sistem Pemantauan Kelembapan dan Potensi Pertumbuhan Jamur Berbasis Internet of Things (IoT)

Dike Bayu Magfira ^{1*}, Firman Yudianto², Ima Kurniastuti³, Maula Nahdliyah Muchlis⁴,
Mochammad Bakhri Ilmi Kurniawan⁵, Mohammad Qo'is Fathur Rohmani⁶

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ekonomi Bisnis dan Teknologi Digital,
Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: dikebayum@unusa.ac.id¹, firman_yudianto@unusa.ac.id², ima.kurniastuti@unusa.ac.id³,
3130023041@student.unusa.ac.id⁴, 3130023013@student.unusa.ac.id⁵, 3130023045@student.unusa.ac.id⁶

Abstrak

Kelembapan udara yang tinggi pada ruangan tertutup dapat memicu pertumbuhan jamur yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia serta menurunkan kualitas dan keawetan material bangunan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang mampu memonitor kondisi kelembapan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain prototipe sistem pemantauan kelembapan dan potensi pertumbuhan jamur berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode penelitian difokuskan pada tahap perancangan sistem, meliputi desain perangkat keras dan perangkat lunak, tanpa melakukan implementasi langsung di lapangan. Perangkat keras yang dirancang terdiri dari sensor kelembapan DHT22 dan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi untuk transmisi data. Pada sisi perangkat lunak, sistem menggunakan antarmuka berbasis web yang berfungsi menampilkan data kelembapan secara *real-time* dalam bentuk grafik harian. Proses perancangan mencakup integrasi antar komponen, alur kerja sistem, serta logika pemrograman untuk pengiriman dan visualisasi data. Selain itu, prototipe ini juga dilengkapi dengan rancangan sistem notifikasi berbasis ambang batas yang memberikan peringatan ketika nilai kelembapan melebihi batas aman yang berpotensi memicu pertumbuhan jamur. Desain sistem ini direncanakan untuk diterapkan pada area rentan seperti gudang, laboratorium, dan ruang penyimpanan arsip. Hasil penelitian berupa desain prototipe yang siap dikembangkan pada penelitian lanjutan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan berbasis IoT yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Kelembapan; Jamur; *Internet of Things*; Pemantauan Lingkungan; ESP32; DHT22

ABSTRACT

High humidity levels in enclosed indoor environments can promote mold growth, which negatively affects human health and reduces the durability of building materials. Therefore, a continuous monitoring system is required to control environmental conditions effectively. This study aims to design a prototype system for monitoring humidity and potential mold growth based on the Internet of Things (IoT). The research method focuses on the system design stage, including hardware and software architecture, without direct field implementation. The hardware design consists of a DHT22 humidity sensor and an ESP32 microcontroller integrated with Wi-Fi connectivity for data transmission. On the software side, a web-based interface is developed to display real-time

humidity data in the form of daily graphical visualizations. The design process includes component integration, system workflow modeling, and programming logic to illustrate data acquisition, transmission, and visualization mechanisms. In addition, the prototype incorporates a threshold-based notification system that provides alerts when humidity levels exceed predefined safe limits, indicating a potential risk of mold growth. This system is intended for use in humidity-sensitive areas such as warehouses, laboratories, and archival storage rooms. The result of this study is a prototype design that is ready for implementation in further research. This research contributes to the development of an efficient and adaptable IoT-based environmental monitoring system. Future work is expected to enhance the system by integrating machine learning techniques for mold growth prediction and automated humidity control features.

Keywords: Humidity; Mold; Internet of Things; Environmental Monitoring; ESP32; DHT22

1. PENDAHULUAN

Kelembapan udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme, khususnya jamur, di ruang tertutup (Solikah, 2024). Jamur cenderung berkembang pesat pada kondisi dengan tingkat kelembapan tinggi dan ventilasi yang kurang baik. Fenomena ini sering dijumpai pada gudang, ruang arsip, ruang penyimpanan makanan, maupun ruangan rumah tangga. Pertumbuhan jamur yang tidak terkendali dapat menimbulkan berbagai permasalahan, mulai dari kerusakan estetika dan material bangunan hingga menimbulkan risiko kesehatan serius bagi penghuni. Masalah kesehatan yang ditimbulkan antara lain gangguan pernapasan, alergi, dan bahkan infeksi yang disebabkan oleh spora jamur yang terhirup (Hänninen, 2023). Kondisi ini menjadikan pengendalian kelembapan sebagai upaya preventif yang krusial, terutama pada ruang-ruang yang memerlukan standar kebersihan dan keawetan material tertentu (Santosa et al., 2023). Dalam konteks inilah teknologi *Internet of Things* (IoT) hadir sebagai solusi inovatif. IoT memungkinkan pengumpulan, pemrosesan, dan penyajian data kelembapan secara *real-time* melalui sensor, mikrokontroler, serta jaringan internet, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara berkelanjutan kapan saja dan di mana saja (Awaludin et al., 2021).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan kelembapan berbasis IoT, namun sebagian besar masih terbatas pada pengukuran sederhana tanpa disertai fitur analisis lanjutan (Wakhid et al., 2020). Padahal, potensi pengembangan sistem ini masih terbuka luas, terutama dalam hal integrasi dengan algoritma prediksi, pemberian notifikasi otomatis, dan penyediaan antarmuka yang ramah pengguna (Kurniastuti et al., 2024). Studi komparasi metode machine learning pada domain lain, seperti deteksi suara tangisan bayi, menunjukkan bahwa ekstraksi fitur yang tepat sangat mempengaruhi akurasi sistem cerdas (Riadi et al., 2024), yang menjadi acuan penting bagi rencana pengembangan fitur prediksi pada penelitian ini di masa depan.

Artikel ini berusaha melengkapinya keterbatasan tersebut dengan merancang desain prototipe sistem yang tidak hanya melakukan monitoring kelembapan, tetapi juga memberikan indikasi potensi pertumbuhan jamur. Selain itu, sistem dirancang untuk mendukung notifikasi berbasis aplikasi mobile maupun web agar pengguna dapat segera mengambil tindakan preventif ketika kondisi lingkungan berisiko mendukung pertumbuhan jamur. Inovasi ini diharapkan bermanfaat tidak hanya untuk skala rumah tangga, tetapi juga untuk instansi arsip, fasilitas penyimpanan makanan, hingga industri yang membutuhkan sistem kontrol kelembapan yang lebih presisi dan adaptif (Samsugi et al., 2020). Dengan begitu, hasil rancangan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi risiko kerusakan material, mencegah gangguan kesehatan, serta mendukung lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain prototipe sistem pemantauan kelembapan dan indikasi potensi pertumbuhan jamur berbasis teknologi IoT dengan fokus pada tahap desain perangkat keras. Dari sisi perangkat keras, sistem memanfaatkan sensor kelembapan dan mikrokontroler yang mampu membaca serta mengolah data lingkungan secara otomatis. Dari sisi perangkat lunak, penelitian menitikberatkan pada pemrosesan data, analisis prediktif, serta penyajian hasil monitoring melalui antarmuka berbasis aplikasi. Desain Prototipe ini dirancang agar dapat digunakan pada berbagai skala, baik kecil maupun besar, dengan mempertimbangkan aspek biaya yang terjangkau serta kemudahan operasional. Selain itu, sistem ditargetkan mampu mendeteksi kondisi kelembapan di atas ambang batas kritis ($>60\%$) yang mendukung pertumbuhan jamur, sekaligus memberikan peringatan dini secara otomatis kepada pengguna. Urgensi penelitian ini didasari oleh kenyataan bahwa hingga saat ini masih banyak ruang domestik maupun industri yang belum memiliki sistem pemantauan kelembapan yang andal dan terintegrasi. Oleh karena itu, rancangan ini diharapkan menjadi landasan awal untuk pengembangan sistem monitoring yang lebih canggih, ramah lingkungan, serta berorientasi pada pencegahan penyakit akibat paparan jamur di masa depan. Luaran penelitian ini berupa desain atau rancangan perangkat keras dan alur kerja sistem secara teknis, skema rangkaian elektronik, alur kerja perangkat lunak, serta dokumentasi desain yang dapat dijadikan acuan bagi penelitian lanjutan maupun pengembangan teknologi sejenis.

2. METODE

Metodologi dalam penelitian ini disusun secara sistematis dengan tahapan utama yang meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, desain perangkat keras, serta alur kerja system. Karena penelitian ini berfokus pada perancangan desain prototipe dan belum mencakup tahap implementasi penuh, maka pendekatan penelitian bersifat deskriptif dan rekayasa desain.

2.1 Studi Literatur

Tahapan awal dari penelitian ini adalah pengumpulan referensi dari berbagai jurnal ilmiah, buku, serta dokumen teknis yang berkaitan dengan pemantauan kelembapan, pertumbuhan jamur, dan teknologi IoT. Kajian dilakukan pada teknologi sensor kelembapan, mikrokontroler, serta model prediksi pertumbuhan jamur. Studi literatur dilakukan untuk memahami karakteristik sensor kelembapan (seperti DHT11, DHT22, dan SHT31), kemampuan mikrokontroler (seperti ESP8266 atau ESP32), serta platform cloud yang digunakan untuk menampilkan data secara real-time (Samsugi et al., 2020). Pemanfaatan sensor elektronik untuk klasifikasi dan monitoring juga merujuk pada prinsip kerja sistem deteksi yang telah dikembangkan dalam studi sebelumnya (Magfira et al., 2023).

2.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan mencakup penentuan fitur utama yang harus dimiliki oleh sistem. Fitur utama pada sistem dijelaskan pada Tabel 1. Kebutuhan sistem ini kemudian dituangkan dalam bentuk flowchart sistem, dan daftar spesifikasi teknis yang akan digunakan dalam perancangan.

Tabel 1. Fitur Utama pada Sistem

Fitur Utama	Deskripsi Kebutuhan
Deteksi Akurat	Kemampuan deteksi kelembapan secara akurat
Notifikasi Otomatis	Mengirim notifikasi otomatis jika nilai >60% RH
Transmisi Nirkabel	Pengiriman data ke server secara nirkabel
Visualisasi Data	Tampilan data yang mudah dibaca oleh pengguna
Data Historis	Penyimpanan data historis untuk analisis
Sistem Peringatan	Fitur peringatan jika tingkat kelembapan melewati ambang batas tertentu

2.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dimulai dengan pemilihan komponen utama. Tabel 2 menjelaskan spesifikasi komponen utama. Komponen tersebut disusun dalam skema rangkaian elektronik menggunakan perangkat lunak seperti Fritzing atau Proteus. Perancangan memperhatikan efisiensi konsumsi daya dan kestabilan koneksi jaringan.

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Utama

Komponen	Deskripsi
Sensor kelembapan DHT22	Yang mampu mengukur kelembapan relatif (RH) dan temperatur;
Mikrokontroler ESP32	Mengirim data melalui Wi-Fi
Power Supply Modul Pendukung	Berbasis baterai atau adaptor seperti buzzer atau LED untuk peringatan lokal

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

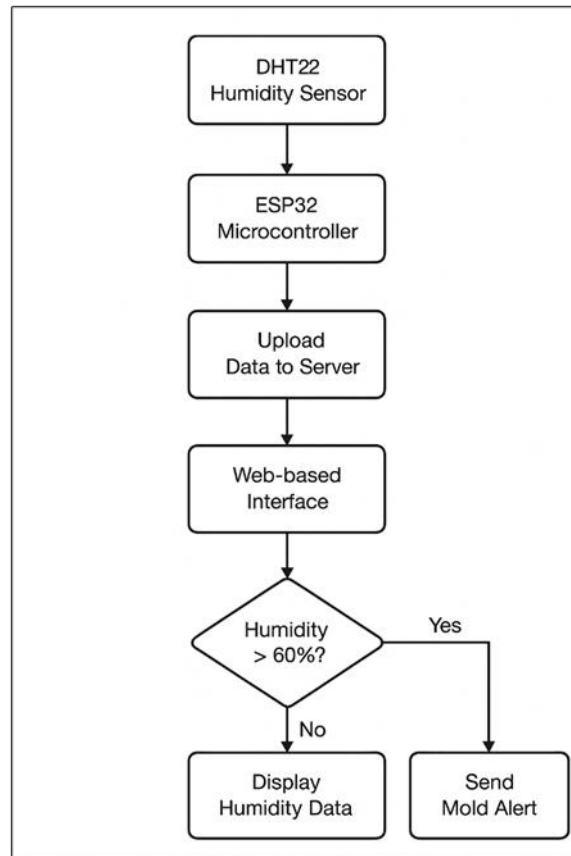
Perangkat lunak pada sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu *firmware* dan aplikasi antarmuka pengguna. *Firmware* ditulis menggunakan Arduino IDE dan diunggah ke dalam mikrokontroler untuk mengelola operasi perangkat keras. Prinsip pengolahan data sensor ini mengadopsi alur konversi data analog ke digital dan transmisi data nirkabel yang krusial untuk analisis lebih lanjut, sebagaimana metode yang digunakan dalam pengembangan sistem IoT sederhana lainnya (Magfira et al., 2024). Secara spesifik, fungsi utama *firmware* meliputi proses pembacaan data dari sensor, pengolahan data kelembapan, serta pengiriman data ke platform cloud seperti ThingSpeak atau Blynk. Selain itu, *firmware* juga dirancang untuk menjalankan algoritma prediksi sederhana guna mendeteksi potensi risiko pertumbuhan jamur. Apabila nilai kelembapan yang terukur melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan secara otomatis memicu notifikasi sebagai peringatan dini bagi pengguna.

Di sisi lain, aplikasi antarmuka pengguna dikembangkan dalam bentuk *dashboard* berbasis web atau aplikasi *mobile* yang mengacu pada prinsip kemudahan akses (Kurniastuti et al., 2024). Desain antarmuka ini berfokus pada penyajian informasi waktu nyata (*real-time*) melalui grafik kelembapan dan status alarm. Selain itu, aplikasi *mobile* memungkinkan pengguna untuk memantau riwayat data dan menerima notifikasi peringatan secara langsung.

2.5 Rancangan Alur Kerja Sistem

Meskipun belum tahap implementasi fisik penuh, gambaran sistem ini dapat di jelaskan melalui alur kerja sistem pada Gambar 1. Tahapan dimulai dengan inialisasi sensor DHT22 yang membaca parameter kelembapan dan suhu ruangan. Data analog yang ditangkap sensor kemudian dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses menjadi data digital. Mikrokontroler selanjutnya mengunggah data tersebut ke server cloud melalui koneksi Wi-Fi agar dapat diakses pengguna melalui *dashboard* web secara *real-time*. Secara paralel, sistem melakukan evaluasi logika terhadap nilai kelembapan yang terukur. Jika nilai kelembapan

berada dalam batas normal, sistem akan terus melakukan pemantauan (looping). Namun, apabila nilai tersebut melebihi ambang batas kritis (60%), sistem secara otomatis akan mengaktifkan buzzer dan LED sebagai peringatan lokal, serta mengirimkan notifikasi digital ke perangkat pengguna. Mekanisme ini memastikan tindakan pencegahan dapat dilakukan segera setelah risiko terdeteksi.



Gambar 1. Alur Kerja Sistem

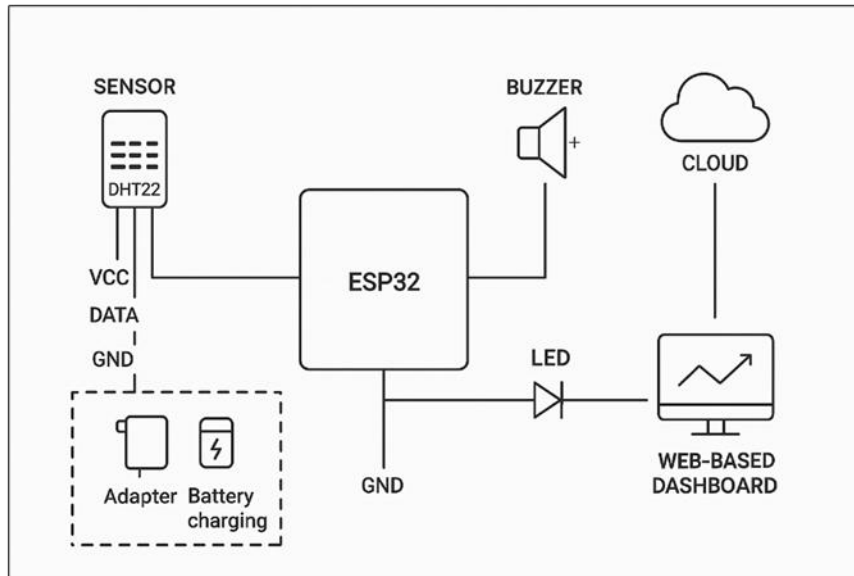
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain prototipe yang dikembangkan tidak hanya mendeskripsikan spesifikasi teknis, tetapi juga menguraikan alur kerja sistem, skema rangkaian, serta potensi pengembangan di masa mendatang. Fokus penelitian ini terletak desain pada integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang mampu memantau kelembapan udara secara *real-time*, memberikan notifikasi dini, dan mempermudah pengguna dalam mengelola risiko pertumbuhan jamur. Desain rangkaian perangkat keras elektronik prototipe menggunakan sensor DHT22 yang dihubungkan ke mikrokontroler ESP32. Sensor ini membaca data kelembapan relatif (%RH) dan suhu ruangan pada interval lima detik, kemudian mengirimkan hasil pengukuran ke

ESP32 untuk diproses. Mikrokontroler dirancang untuk memvalidasi data yang diterima sebelum diteruskan ke server melalui koneksi Wi-Fi. Penggunaan ESP32 dinilai efisien karena modul Wi-Fi yang sudah terintegrasi, mengurangi kompleksitas rangkaian dibandingkan mikrokontroler konvensional (Samsugi et al., 2020). Sistem ini juga dilengkapi dengan buzzer dan LED sebagai alarm lokal yang akan aktif apabila nilai kelembapan melebihi ambang batas 60%. Rangkaian ini dirancang sederhana namun efektif. Rancangan ini dipilih karena karakteristik komponen yang mendukung pengiriman data secara stabil dan hemat energi, menjadikannya ideal untuk pemantauan kelembapan dalam jangka panjang, sejalan dengan prinsip desain sistem monitoring yang efisien.

Selain perangkat keras, sistem ini dilengkapi dengan *dashboard* berbasis web yang nantinya akan dikembangkan menggunakan platform seperti ThingSpeak atau Blynk. *Dashboard* dirancang untuk menampilkan grafik kelembapan dan suhu secara real-time, status sistem apakah dalam kondisi normal atau berisiko, serta riwayat data yang dapat membantu pengguna menganalisis tren kelembapan. Fitur notifikasi ke aplikasi mobile juga ditambahkan sehingga pengguna dapat segera menerima peringatan ketika kelembapan melebihi ambang batas, memungkinkan tindakan pencegahan dilakukan dengan cepat dan tepat. Analisis biaya dan kelayakan menunjukkan bahwa komponen yang digunakan dalam prototipe relatif ekonomis dan tersedia luas di pasaran. DHT22 dan ESP32 dipilih karena akurat, terjangkau, serta mudah diintegrasikan dalam sistem IoT. Konsumsi daya ESP32 yang rendah memungkinkan penggunaan baterai isi ulang atau integrasi dengan sumber energi ramah lingkungan seperti panel surya. Dengan biaya yang efisien dan desain yang sederhana, sistem ini dapat diimplementasikan baik pada skala rumah tangga, ruang arsip, maupun industri yang membutuhkan pemantauan kelembapan secara terus-menerus.

Alur kerja sistem yang ditunjukkan pada Gambar 1 memperlihatkan proses yang jelas dan mudah dipahami. Tahapan dimulai dengan sensor DHT22 yang membaca kelembapan dan suhu ruangan, kemudian data dikirim ke ESP32 untuk diproses. Mikrokontroler mengunggah data tersebut ke server atau cloud melalui koneksi Wi-Fi. Data yang diterima selanjutnya divisualisasikan pada *dashboard* web secara *real-time*. Sistem kemudian mengevaluasi apakah nilai kelembapan melebihi 60%. Jika tidak, data ditampilkan sebagai kondisi normal. Namun, apabila nilai tersebut melebihi ambang batas, buzzer dan LED akan diaktifkan, dan notifikasi otomatis dikirimkan ke perangkat pengguna. Alur ini memastikan pemantauan berlangsung secara otomatis dengan pengambilan keputusan berbasis ambang batas.



Gambar 2. Skema Rangkaian

Keterkaitan antara alur sistem dengan skema rangkaian prototipe pada Gambar 2 juga tampak jelas. Sensor DHT22 berperan sebagai input utama yang menyediakan data, sementara ESP32 menjadi pusat pemrosesan dan penghubung ke jaringan internet. Buzzer dan LED bertindak sebagai indikator lokal, sedangkan server cloud dan *dashboard* web berfungsi sebagai media penyimpanan dan visualisasi informasi. Rangkaian teknis yang mendukung sistem ini memiliki spesifikasi seperti tegangan operasional sebesar 3.3V untuk ESP32 dan DHT22, komunikasi data digital untuk pengiriman informasi dari sensor ke mikrokontroler, serta koneksi Wi-Fi dari ESP32 ke server cloud. Indikator audio dan visual memungkinkan pengguna mengenali risiko kelembapan secara cepat, sedangkan konsumsi daya sekitar 250 mA pada mode aktif menunjukkan efisiensi energi yang baik.

Potensi pengembangan lanjutan dari rancangan ini cukup luas. Sistem dapat ditingkatkan dengan integrasi algoritma *machine learning* untuk memprediksi risiko pertumbuhan jamur berdasarkan data historis kelembapan dan suhu. Selain itu, penambahan aktuator seperti kipas atau *dehumidifier* dapat memungkinkan sistem mengontrol kelembapan secara otomatis. Integrasi dengan sumber daya alternatif seperti panel surya juga dapat mendukung keberlanjutan energi, sehingga sistem lebih ramah lingkungan dan mampu beroperasi dalam jangka panjang tanpa ketergantungan penuh pada listrik konvensional.

Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada tahap desain dan simulasi. Belum dilakukan pengujian lapangan dalam kondisi nyata dengan variasi kelembapan, suhu, serta potensi interferensi jaringan. Validasi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan keandalan sistem di berbagai skenario lingkungan. Secara keseluruhan, hasil penelitian dan

pembahasan menunjukkan bahwa prototipe yang dirancang telah memenuhi kebutuhan pemantauan kelembapan secara *real-time*. Dengan dukungan alarm lokal, notifikasi mobile, dan rancangan perangkat keras yang sederhana, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan sebagai solusi praktis dalam mencegah pertumbuhan jamur di berbagai ruang yang rentan terhadap kelembapan tinggi.

4. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Penelitian ini merancang desain prototipe sistem pemantauan kelembapan udara berbasis teknologi IoT yang bertujuan untuk mendeteksi potensi pertumbuhan jamur di ruangan tertutup. Desain mencakup pemilihan komponen sensor DHT22, mikrokontroler ESP32, dan *dashboard monitoring* ThingSpeak yang mampu menyajikan data secara *real-time* kepada pengguna. Sistem juga dilengkapi dengan mekanisme peringatan lokal berupa buzzer dan LED. Melalui pendekatan desain sistematis yang mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, prototipe ini telah memenuhi kebutuhan dasar untuk monitoring kelembapan. Komponen yang digunakan bersifat ekonomis, mudah diperoleh, serta kompatibel untuk pengembangan lebih lanjut. Desain ini menjadi dasar kuat untuk implementasi fisik dan pengujian lebih lanjut. Penelitian lanjutan disarankan untuk fokus pada implementasi fisik dan pengujian prototipe dalam berbagai lingkungan nyata seperti gudang, kamar mandi, atau ruang arsip. Selain itu, integrasi sistem dengan teknologi prediktif seperti machine learning dapat meningkatkan keandalan sistem dalam mendeteksi potensi jamur sebelum muncul. Untuk pengembangan skala industri, sistem ini dapat ditambah dengan sensor tambahan seperti sensor gas (untuk mendeteksi senyawa organik dari jamur), kamera termal, atau sensor partikel udara. Selain itu, pengembangan aplikasi mobile yang lebih *user-friendly* juga menjadi aspek penting dalam peningkatan pengalaman pengguna. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi awal dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT yang praktis, hemat biaya, dan dapat membantu masyarakat dalam menjaga kesehatan lingkungan dari bahaya pertumbuhan jamur akibat kelembapan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Awaludin, M., Rangan, A. Y., & Yusnita, A. (2021). Internet of Things (Iot) Based Temperature and Humidity Monitoring System in the Chemical Laboratory of the Samarinda Industry Standardization and Research Center. *Tepian*, 2(3), 85–93.

<https://doi.org/10.51967/tepian.v2i3.344>

- Hänninen, O. O. (2023). WHO guidelines for indoor air quality: Dampness and mold. *Fundamentals of Mold Growth in Indoor Environments and Strategies for Healthy Living*, 277–302. https://doi.org/10.3920/9789086867226_011
- Kurniastuti, I., Magfira, D. B., & Anggriani, K. (2024). Early Detection of Covid-19 Diagnosis Based on Website Applications. In *2024 4th International Conference on Electronic and Electrical Engineering*.
- Magfira, D. B., Sarno, R., Susanto, F. A., Herlambang, T., Oktafianto, K., Hartawan, W., & Farid, I. W. (2023). Electronic Nose for Classifying Civet Coffee and Non-Civet Coffee. *Nonlinear Dynamics and Systems Theory*, 23(3), 323–337.
- Magfira, D. B., Yudianto, F., Wulan, T. D., Herlambang, T., Budiarti, R. P. N., & Siswanti, A. T. R. (2024). Perancangan IoT Sederhana Untuk Sistem Pendeteksi Kemurnian Kopi Bubuk. *Jurnal Tecnosienza*, 9(1), 86–96. <https://doi.org/10.51158/cykvay82>
- Riadi, P. A., Faisal, M. R., Kartini, D., Nugroho, R. A., Nugrahadi, D. T., & Magfira, D. B. (2024). A Comparative Study of Machine Learning Methods for Baby Cry Detection Using MFCC Features. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 6(1), 73–83. <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v6i1.350>
- Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17-22. *UNO. Jtst*, 01(01), 17–22.
- Santosa, R., Sari, P. A., & Sasongko, A. T. (2023). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis IoT (Internet of Thing) pada Gudang Penyimpanan PT Sakafarma Laboratories. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(4), 391–400. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i4.943>
- Solikhah, M. P. (2024). *Identifikasi keberadaan jamur udara dan klasifikasi suhu, kelembapan, pencahayaan, ruangan puskesmas panjatan II. Vol. 5 No.(12)*, 5297–5313.
- Wakhid, S., Sarno, R., Sabilla, S. I., & Maghfira, D. B. (2020). Detection and classification of indonesian civet and non-civet coffee based on statistical analysis comparison using E-Nose. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(4), 56–65. <https://doi.org/10.22266/IJIES2020.0831.06>