

Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IoT pada Ruang Fermentasi Adonan Roti

Naldes Rembo Simon ¹, Didi Susilo Budi Utomo ², Agusma Wajiansyah ³, Aeltri Jeacfky Gozal Go ⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Negeri Samarinda, Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo, Kampus Gunung Panjang / Gunung Lipan, Kelurahan Sungai Keledang, Kecamatan Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75131

email : naldesrembosimon12@gmail.com, dsbudiutomo10@gmail.com, aeltrigozal@gmail.com

*Penulis Korespondensi: Naldes Rembo Simon

Abstract: *Temperature and humidity control in bread dough fermentation rooms is a critical factor affecting product quality and consistency; however, many small-scale bakeries still rely on manual monitoring, making them vulnerable to environmental fluctuations and delayed responses. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based temperature and humidity monitoring system capable of providing real-time environmental data. The research method includes hardware design using a DHT11 sensor connected to an ESP8266 microcontroller, as well as software development for data transmission to a cloud platform and visualization through a web-based dashboard. Data were collected automatically in the fermentation room and analyzed by comparing sensor readings with a reference measuring device to evaluate system accuracy. The results show that the system is able to monitor temperature in the range of 31–34°C and humidity of 78–83% RH, which are within the ideal fermentation conditions, with an average error of ± 1 – 2°C for temperature and ± 3 – 5% RH for humidity. In addition, the system successfully transmits data in real-time with a delay of 1–3 seconds without data loss under stable network conditions. In conclusion, the developed IoT-based monitoring system improves the effectiveness of environmental monitoring and has the potential to enhance the quality and consistency of bread production.*

Keywords: *IoT; Temperature Monitoring; Humidity Monitoring; Fermentation Room; Bread Dough; DHT11 Sensor*

Abstrak: Pengendalian suhu dan kelembapan pada ruang fermentasi adonan roti merupakan faktor penting yang memengaruhi kualitas dan konsistensi produk, namun banyak industri roti skala kecil masih melakukan pemantauan secara manual sehingga rentan terhadap fluktuasi lingkungan dan keterlambatan respons. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau kondisi lingkungan secara *real-time*. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras menggunakan sensor DHT11 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266, serta pengembangan perangkat lunak untuk pengiriman data ke platform cloud dan visualisasi melalui dashboard berbasis web. Data dikumpulkan secara otomatis di ruang fermentasi dan dianalisis dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur referensi untuk mengetahui tingkat akurasi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau suhu pada kisaran 31–34°C dan kelembapan 78–83% RH yang sesuai dengan kondisi ideal fermentasi, dengan tingkat akurasi selisih rata-rata ± 1 – 2°C untuk suhu dan ± 3 – 5% RH untuk kelembapan, serta mampu mengirimkan data secara *real-time* dengan waktu tunda 1–3 detik tanpa kegagalan pengiriman selama koneksi stabil. Kesimpulannya, sistem monitoring berbasis IoT yang dikembangkan mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi lingkungan fermentasi serta berpotensi meningkatkan kualitas dan konsistensi produksi roti.

Kata kunci: IoT; Pemantauan Suhu; Pemantauan Kelembapan; Ruang Fermentasi; Adonan Roti; Sensor DHT11.

Diterima: 07 April 2026
Direvisi: 13 April 2026
Diterima: 17 April 2026
Diterbitkan: 29 Mei 2026
Versi sekarang: 31 Mei 2026



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) telah mendorong penerapan sistem monitoring berbasis sensor pada berbagai sektor industri, termasuk industri pangan. Teknologi IoT memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara otomatis, kontinu, dan *real-time*, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional serta kualitas produk. Salah satu parameter lingkungan yang penting dalam proses produksi pangan adalah suhu dan kelembapan udara, karena kedua parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap kestabilan proses dan mutu hasil produksi, khususnya pada tahapan fermentasi yang memerlukan kondisi lingkungan terkontrol secara presisi [1].

Dalam industri roti, ruang fermentasi adonan merupakan tahap kritis yang sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu dan kelembapan. Ketidakstabilan kondisi ruang dapat menyebabkan adonan kurang mengembang, over-fermentasi, serta menghasilkan tekstur roti yang tidak konsisten. Namun, banyak pabrik roti skala UMKM masih melakukan pemantauan secara manual sehingga rentan terhadap keterlambatan respons dan kesalahan pengamatan. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring otomatis yang lebih efektif dan terintegrasi. Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT tersebut, proses pengendalian lingkungan fermentasi dapat dilakukan secara lebih efisien sehingga membantu menjaga kestabilan proses produksi dan meningkatkan konsistensi kualitas produk roti yang dihasilkan [2] [3].

Perancangan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *Internet of Things* umumnya memanfaatkan sensor lingkungan yang terhubung dengan mikrokontroler untuk melakukan pengukuran kondisi ruangan secara otomatis. Sensor seperti DHT11 digunakan untuk membaca nilai suhu dan kelembapan, kemudian data tersebut diproses oleh mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 dan dikirimkan melalui jaringan internet ke server atau platform berbasis web. Implementasi sistem monitoring ini terbukti mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil serta memudahkan pengguna dalam melakukan pengawasan kondisi lingkungan tanpa harus berada secara langsung di lokasi pengamatan [4].

2. Tinjauan Literatur

Perkembangan IoT memungkinkan sistem monitoring suhu dan kelembapan dilakukan secara otomatis dan *real-time* melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan internet, sehingga lebih efisien dibandingkan metode manual. Penggunaan sensor DHT11 serta mikrokontroler seperti ESP8266 terbukti mampu memberikan data yang cukup akurat dan dapat diakses melalui perangkat digital. Meskipun telah banyak diterapkan di berbagai bidang, penelitian khusus pada ruang fermentasi adonan roti masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT untuk menjaga kestabilan kondisi fermentasi dan meningkatkan kualitas produksi [5] [6].

2.1. Perkembangan *Internet of Things* (IoT) dalam Sistem Monitoring

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan secara otomatis dan *real-time*. IoT memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet sehingga data kondisi lingkungan dapat dikumpulkan, dikirim, dan dianalisis secara berkelanjutan. Dengan adanya teknologi ini, proses monitoring yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat digantikan dengan sistem otomatis yang lebih efisien dan akurat [7].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT dalam sistem monitoring suhu dan kelembapan mampu meningkatkan efisiensi pengawasan lingkungan. Pengguna dapat mengakses data secara langsung melalui perangkat digital seperti komputer maupun smartphone, serta memperoleh informasi secara *real-time* tanpa harus berada di lokasi pengukuran. Selain itu, sistem IoT memungkinkan pencatatan data secara kontinu yang sangat membantu dalam proses analisis perubahan kondisi lingkungan [8].

2.2 Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT11)

Dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT, sensor merupakan komponen utama yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi lingkungan. Sensor DHT11 merupakan jenis sensor yang umum digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara [9].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dengan biaya yang relatif murah, sehingga cocok digunakan pada sistem monitoring skala kecil hingga menengah. Sensor ini mampu memberikan pembacaan suhu dan kelembapan yang stabil dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. Selain itu, penggunaan sensor DHT22 menawarkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan DHT11, namun dengan biaya yang lebih besar [10].

2.3 Mikrokontroler dalam Sistem IoT (ESP8266)

Mikrokontroler seperti ESP8266 banyak digunakan dalam sistem IoT karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi yang memungkinkan perangkat terhubung langsung ke jaringan internet. Integrasi antara sensor dan mikrokontroler ini memungkinkan proses pengambilan dan pengiriman data dilakukan secara otomatis ke server atau platform cloud [11].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan ESP8266 dalam sistem monitoring mampu mengirimkan data secara *real-time* dengan konsumsi daya yang relatif rendah. Selain itu, ESP32 menawarkan performa yang lebih tinggi dengan fitur tambahan seperti Bluetooth dan jumlah pin yang lebih banyak, sehingga lebih fleksibel untuk pengembangan sistem yang lebih kompleks [12].

2.4 Implementasi IoT dalam Monitoring Lingkungan

Berbagai penelitian telah mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT pada berbagai bidang, seperti ruang data center, ruang server, laboratorium, serta sektor pertanian dan peternakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara *real-time* dan meningkatkan efektivitas proses monitoring [13].

Selain itu, sistem yang terintegrasi dengan dashboard atau aplikasi mobile memungkinkan pengguna menerima notifikasi atau peringatan ketika kondisi lingkungan berada di luar batas yang telah ditentukan. Hal ini memungkinkan tindakan korektif dilakukan dengan cepat sehingga dapat meminimalkan risiko kerusakan atau kegagalan proses [14].

2.5 Kesenjangan Penelitian (Research Gap) dan Kebaruan

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT, sebagian besar penelitian masih berfokus pada monitoring lingkungan secara umum dan belum secara spesifik diterapkan pada ruang fermentasi adonan roti. Padahal, proses fermentasi sangat bergantung pada kestabilan suhu dan kelembapan untuk menghasilkan kualitas adonan yang optimal [15].

Selain itu, masih terbatas penelitian yang mengintegrasikan sistem monitoring IoT dengan kebutuhan spesifik industri roti, khususnya pada skala usaha kecil dan menengah yang memerlukan solusi dengan biaya terjangkau namun tetap efektif [16].

Oleh karena itu, penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT yang dirancang khusus untuk ruang fermentasi

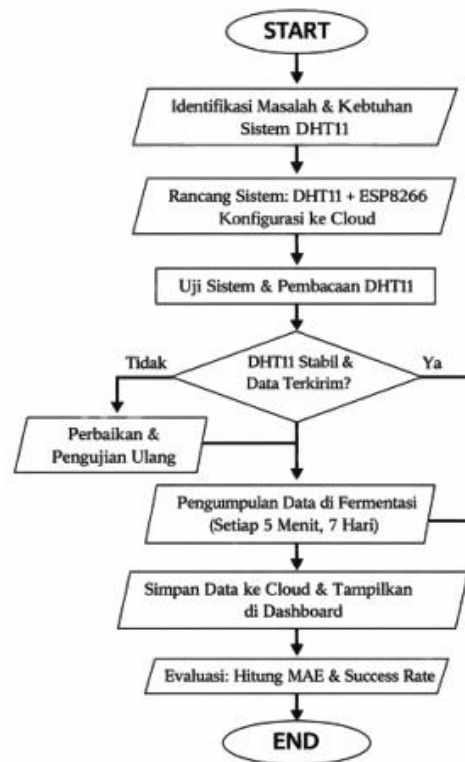
adonan roti menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler ESP8266. Sistem ini diharapkan mampu memberikan pemantauan kondisi secara *real-time*, menjaga kestabilan lingkungan fermentasi, serta meningkatkan konsistensi kualitas produksi [17].

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem monitoring berbasis IoT yang dirancang secara spesifik untuk ruang fermentasi adonan roti pada skala UMKM dengan pendekatan *real-time* monitoring, analisis akurasi berbasis *Mean Absolute Error* (MAE), serta evaluasi performa komunikasi data. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada monitoring umum, penelitian ini menitikberatkan pada kondisi fermentasi sebagai proses kritis dalam industri roti serta memberikan evaluasi kuantitatif terhadap kinerja sistem.

3. Metode

3.1 Alur Penelitian

Bagian ini menjelaskan alur langkah-langkah penelitian yang disusun mengikuti logika flowchart, dimulai dari tahap Mulai (*START*) hingga Selesai (*END*) dengan menempatkan sensor DHT11 sebagai komponen utama dalam sistem.



Gambar 1. Bagian State Diagram

Penelitian diawali dengan tahap Mulai (*START*) melalui identifikasi masalah pada ruang fermentasi adonan roti serta penentuan kebutuhan sistem monitoring berbasis IoT dengan sensor DHT11 sebagai komponen utama, dilanjutkan dengan perancangan sistem yang meliputi perakitan rangkaian DHT11 dengan mikrokontroler ESP8266, pemrograman pembacaan sensor, konfigurasi pengiriman data ke cloud, dan pembuatan dashboard monitoring; kemudian dilakukan uji coba awal untuk memastikan DHT11 membaca data secara stabil dan berhasil mengirimkannya ke cloud, dimana jika belum sesuai dilakukan perbaikan posisi sensor atau kode program, dan jika sudah sesuai dilanjutkan dengan pengumpulan data primer di ruang fermentasi setiap 5 menit selama 7 hari; data yang

terkumpul disimpan di cloud dan divisualisasikan pada dashboard, dan penelitian diakhiri pada tahap Selesai (*END*) dengan penarikan kesimpulan. Proses pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, berfungsi dengan baik sehingga sistem monitoring dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan secara jarak jauh dan *real-time* [18].

3.2 Rancangan Sistem

Rancangan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT pada ruang fermentasi adonan roti dibangun dengan arsitektur yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, dan platform cloud. Sensor DHT11 ditempatkan di titik representatif dalam ruang fermentasi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara langsung sebagai data primer lingkungan.

Tabel 1. Komponen serta Spesifikasi yang digunakan

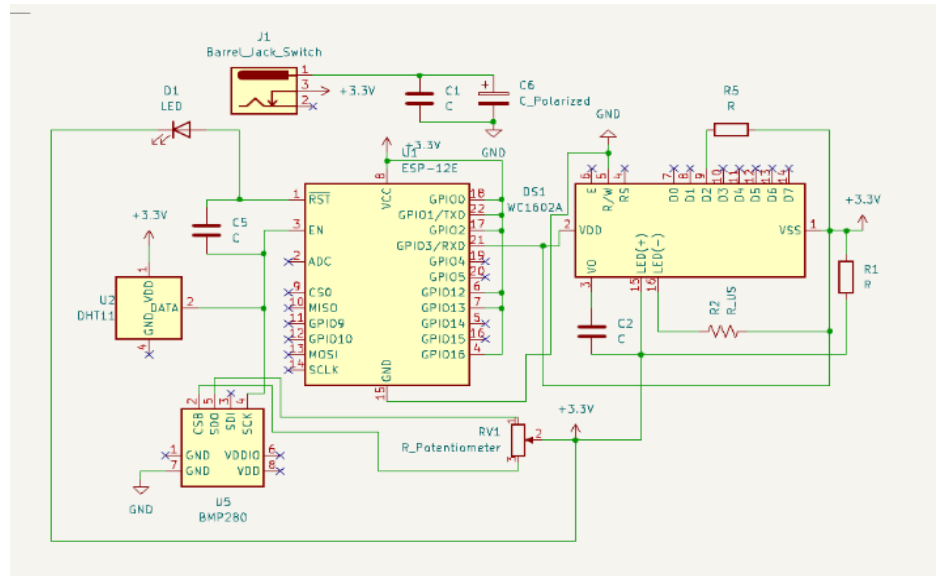
Komponen	Fungsi	Spesifikasi Utama
NodeMCU V3 ESP8266	Mikrokontroler pengolahan data sensor dan penghubung modul WiFi	CPU 32-bit, koneksi WiFi 2.4 GHz
DHT11	Sensor suhu dan kelembapan udara	Rentang suhu 0–50°C, kelembapan 20–90% RH
Aplikasi Blynk	Pemantauan data secara <i>real-time</i>	Aplikasi mobile berbasis IoT
<i>Smartphone</i>	Media perantara antarmuka pengguna	Android/iOS

Sensor ini terhubung dengan mikrokontroler ESP8266 yang berfungsi sebagai unit akuisisi data, pemrosesan awal, dan pengirim informasi melalui jaringan Wi-Fi. ESP8266 diprogram untuk membaca data DHT11 secara periodik, memvalidasi nilai yang diperoleh, kemudian mengirimkannya ke server cloud untuk penyimpanan dan pengolahan lebih lanjut. Pada sisi perangkat lunak, data yang diterima dari ESP8266 disimpan dalam basis data cloud dan divisualisasikan melalui dashboard berbasis web dalam bentuk grafik waktu nyata dan tabel historis. Implementasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* memungkinkan pengumpulan data sensor secara kontinu tanpa batasan waktu, sehingga pengguna dapat mengakses informasi suhu dan kelembapan secara *real-time* melalui jaringan internet. Selain itu, penggunaan platform daring sebagai media visualisasi memungkinkan pengguna memantau kondisi lingkungan dari berbagai perangkat seperti komputer maupun smartphone, sehingga meningkatkan efisiensi pemantauan serta membantu pengambilan keputusan secara cepat dan akurat dalam menjaga kestabilan kondisi lingkungan yang dibutuhkan oleh proses produksi atau pengujian tertentu [19].

3.3 Skematik Software

Pada sisi perangkat lunak, ESP8266 diprogram menggunakan Arduino IDE dengan pustaka khusus sensor DHT11 untuk akuisisi data suhu dan kelembapan secara periodik. Program dirancang untuk membaca data sensor setiap interval tertentu, melakukan validasi sederhana terhadap nilai yang diperoleh, lalu mengirimkan data tersebut ke platform *cloud* menggunakan protokol komunikasi IoT. Di sisi server, data yang masuk disimpan dalam basis

data dan ditampilkan pada *dashboard* berbasis web dalam bentuk grafik waktu nyata dan tabel historis.

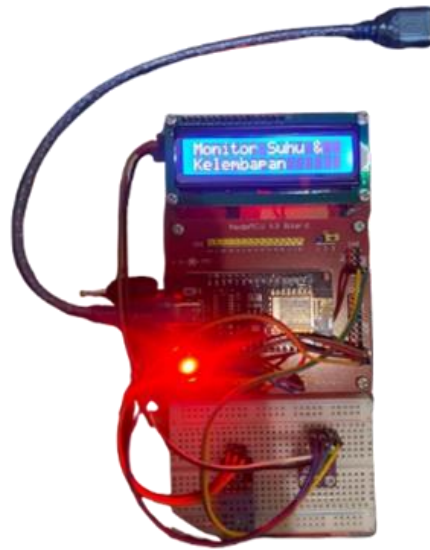


Gambar 2. Rangkaian Skematik Software

Sistem perangkat lunak juga mencakup modul notifikasi yang dirancang untuk mengirimkan peringatan secara otomatis apabila nilai suhu atau kelembapan terdeteksi berada di luar rentang ideal fermentasi adonan roti yang telah ditentukan sebelumnya. Notifikasi ini dapat dikirim melalui dashboard maupun pesan *real-time*, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan korektif untuk menjaga kestabilan proses fermentasi dan memastikan kualitas adonan tetap optimal. Selain itu, sistem monitoring juga menampilkan data hasil pembacaan sensor secara berkala dalam bentuk grafik maupun tabel yang tersimpan pada basis data sehingga memungkinkan pengguna melakukan analisis terhadap perubahan kondisi lingkungan dari waktu ke waktu. Data yang diperoleh dari sensor terlebih dahulu diproses oleh mikrokontroler sebelum dikirim ke database dan ditampilkan pada halaman dashboard sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara jarak jauh dan *real-time*. Pendekatan ini memungkinkan sistem monitoring bekerja secara efektif dalam mengawasi parameter lingkungan serta memberikan informasi yang akurat kepada pengguna untuk mendukung pengambilan keputusan dalam menjaga kestabilan kondisi ruangan yang dipantau [20].

3.4 Skematik Hardware

Rancangan perangkat keras sistem monitoring terdiri atas sensor DHT11, mikrokontroler ESP8266, catu daya, dan jaringan komunikasi Wi-Fi. Sensor DHT11 dipasang di dalam ruang fermentasi pada titik yang representatif untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara langsung. Sensor ini terhubung ke pin digital ESP8266 yang berfungsi sebagai unit pengendali utama. ESP8266 bertugas membaca sinyal keluaran dari DHT11, mengonversinya menjadi data digital, serta menyiapkan paket data untuk dikirim ke server cloud melalui jaringan Wi-Fi. Sistem catu daya memastikan seluruh komponen bekerja stabil selama periode pengukuran. Secara umum, alur perangkat keras mengikuti skema: DHT11 → ESP8266 → Wi-Fi → Cloud Server.



Gambar 3. Rangkaian Skematik Hardware

Pada gambar di atas menunjukkan rangkaian prototipe sistem monitoring berbasis NodeMCU (ESP8266) yang dirakit di atas breadboard. Pada bagian atas terlihat modul LCD 16x2 yang digunakan untuk menampilkan data pengukuran, sementara di bagian tengah terdapat board NodeMCU sebagai pengendali utama yang memproses data sensor. Di bagian bawah terpasang sensor DHT11 berwarna biru yang berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan udara, dengan beberapa kabel jumper yang menghubungkan pin sensor, LCD, dan NodeMCU melalui breadboard sebagai media distribusi daya dan sinyal. Rangkaian ini umumnya digunakan untuk proyek *Internet of Things (IoT)* seperti sistem monitoring suhu dan kelembapan ruangan yang dapat ditampilkan langsung pada LCD maupun dikirim melalui jaringan WiFi. Pada gambar diperlihatkan diagram blok sistem yang menggambarkan hubungan antara komponen input, proses, dan output pada sistem monitoring berbasis *IoT*. Sensor DHT11 berperan sebagai perangkat input yang membaca kondisi suhu dan kelembapan lingkungan, kemudian data tersebut dikirimkan ke mikrokontroler yang bertugas melakukan proses pengolahan dan pengiriman data ke platform pemantauan berbasis internet. Informasi yang telah diproses selanjutnya ditampilkan melalui media output seperti LCD maupun aplikasi monitoring jarak jauh sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara *real-time*. [21].

3.5 Metode Pengukuran

Metode pengukuran pada penelitian ini didasarkan pada akuisisi data suhu dan kelembapan udara secara langsung di dalam ruang fermentasi adonan roti menggunakan sensor DHT11 sebagai instrumen utama. Sensor DHT11 dipasang pada ketinggian dan posisi yang representatif terhadap kondisi lingkungan fermentasi untuk menghindari bias pengukuran akibat panas langsung dari adonan atau dinding ruang. Pengukuran dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan dengan interval waktu tetap yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266, sehingga menghasilkan rangkaian data deret waktu (*time series*) yang konsisten. Untuk mengukur tingkat akurasi sensor, digunakan metode *Mean Absolute Error (MAE)* dengan rumus:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

dimana y_i adalah nilai referensi dan \hat{y}_i adalah hasil pembacaan sensor. Selain itu, Root Mean Square Error (RMSE) juga digunakan untuk mengukur deviasi data.

$$\text{Success Rate}(\%) = \frac{\text{Jumlah Data Terkirim}}{\text{Jumlah Data seharusnya terkirim}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh dari DHT11 dikirim ke platform *cloud* dan disimpan sebagai dataset penelitian. Untuk menilai kualitas pengukuran, hasil pembacaan DHT11 dibandingkan dengan alat ukur referensi standar (termohigrometer digital) pada beberapa titik waktu yang sama. Tingkat akurasi sensor dievaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Error (MAE)*, sedangkan keandalan sistem pengukuran dinilai melalui persentase keberhasilan pengiriman data (*Success Rate*). Dengan pendekatan ini, metode pengukuran tidak hanya menghasilkan data lingkungan ruang fermentasi, tetapi juga memberikan bukti kuantitatif terhadap kinerja sensor DHT11 dan sistem monitoring berbasis *IoT* yang dikembangkan. Metode pengukuran pada penelitian ini didasarkan pada akuisisi data suhu dan kelembapan udara secara langsung di dalam ruang fermentasi adonan roti menggunakan sensor DHT11 sebagai instrumen utama. Sensor DHT11 dipasang pada posisi yang merepresentasikan kondisi lingkungan ruang fermentasi sehingga mampu menggambarkan perubahan suhu dan kelembapan secara akurat tanpa dipengaruhi secara langsung oleh sumber panas tertentu. [22].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi Sistem

Pada penelitian ini telah diimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *Internet of Things (IoT)* pada ruang fermentasi adonan roti untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time* dan mengirimkan data ke dashboard berbasis web melalui jaringan internet. Perangkat keras sistem terdiri dari sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, mikrokontroler ESP8266 sebagai pengolah sekaligus pengirim data, serta catu daya 5V sebagai sumber tegangan. Sensor ditempatkan di bagian tengah ruang fermentasi agar pembacaan lebih representatif, sedangkan mikrokontroler diprogram untuk membaca data setiap lima detik dan mengirimkannya ke server melalui koneksi WiFi.



Gambar 4. Uji coba Prototipe

Pada sisi perangkat lunak, *dashboard* web menampilkan nilai suhu (°C) dan kelembapan (%RH) secara *real-time* dalam bentuk angka dan grafik, dengan rentang fermentasi ideal ditetapkan pada suhu 30–35°C dan kelembapan 75–85% RH. Sistem memberikan indikator peringatan apabila nilai berada di luar batas tersebut. Hasil pengujian selama 90 menit menunjukkan suhu berada pada kisaran 31–34°C dan kelembapan 78–83% RH, dengan waktu tunda pengiriman data rata-rata 1–3 detik tanpa kegagalan saat koneksi stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai perancangan dan mampu mendukung pemantauan ruang fermentasi secara efektif. Seperti terlihat pada gambar, prototipe perangkat keras menampilkan pembacaan suhu dan kelembapan secara langsung melalui LCD yang terhubung dengan mikrokontroler, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara lokal sekaligus melalui sistem monitoring berbasis internet. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *IoT* menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler yang terhubung dengan *cloud database*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa data hasil pembacaan sensor dapat dikirim secara *real-time* ke database dan ditampilkan pada aplikasi pemantauan dengan respons yang cepat serta mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara akurat kepada pengguna. Dengan demikian, implementasi sistem monitoring berbasis *IoT* terbukti efektif dalam mendukung proses pemantauan lingkungan secara jarak jauh serta meningkatkan efisiensi pengawasan kondisi suhu dan kelembapan ruangan [23].

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis *IoT* pada ruang fermentasi adonan roti, dengan fokus utama pada performa sensor DHT11 sebagai komponen utama pendeteksi suhu dan kelembapan. Pengujian dilakukan selama 90 menit proses fermentasi dengan interval pembacaan setiap lima detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 mampu membaca suhu pada kisaran 31°C hingga 34°C dan kelembapan pada rentang 78% hingga 83% RH. Nilai tersebut berada dalam batas standar fermentasi yang telah ditetapkan, yaitu suhu 30–35°C dan kelembapan 75–85% RH, sehingga menunjukkan bahwa kondisi ruang fermentasi dapat terpantau dengan baik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Suhu dan Kelembapan

Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%RH)
0	31	78
15	32	80
30	33	82
45	34	83
60	33	81
75	32	79
90	31	78

Dari sisi akurasi dan pengiriman data, hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur digital standar dan menunjukkan selisih rata-rata suhu sebesar $\pm 1-2^\circ\text{C}$ serta kelembapan $\pm 3-5\%$ RH, yang masih sesuai dengan spesifikasi teknis sensor DHT11. Data yang diperoleh

berhasil dikirimkan melalui mikrokontroler ke dashboard berbasis web dengan waktu tunda rata-rata 1–3 detik tanpa kegagalan pengiriman selama koneksi internet stabil. Berdasarkan hasil tersebut, sistem monitoring yang dibangun telah berfungsi secara stabil, akurat, dan mampu mendukung pemantauan kondisi ruang fermentasi secara *real-time*. Hasil pengujian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengembangkan sistem monitoring suhu berbasis *Internet of Things* menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa sensor DHT11 mampu memberikan pembacaan suhu dan kelembapan yang cukup stabil dengan respons sensor yang cepat terhadap perubahan lingkungan, serta data yang dihasilkan dapat dikirimkan ke aplikasi monitoring melalui jaringan internet untuk ditampilkan secara *real-time* kepada pengguna. Selain itu, sistem monitoring berbasis IoT memungkinkan proses pemantauan dilakukan dari jarak jauh menggunakan aplikasi pada perangkat seluler sehingga memudahkan pengguna dalam mengawasi kondisi lingkungan secara lebih efisien dan berkelanjutan [24]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat error sensor DHT11 berada pada kisaran $\pm 1\text{--}2^\circ\text{C}$ dan $\pm 3\text{--}5\%$ RH, yang sejalan dengan penelitian [9] dan [10]. Namun, dibandingkan dengan sensor DHT22 yang memiliki akurasi lebih tinggi, DHT11 tetap dipilih karena efisiensi biaya dan kesesuaian untuk skala UMKM. Hal ini menunjukkan adanya trade-off antara akurasi dan biaya implementasi.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja sensor DHT11 dalam sistem monitoring ini tidak hanya memenuhi spesifikasi teknis, tetapi juga cukup andal untuk aplikasi nyata pada proses fermentasi adonan roti. Nilai error yang relatif kecil dan stabil menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan data yang konsisten untuk pemantauan jangka waktu tertentu. Meskipun akurasi DHT11 masih berada di bawah sensor kelas industri seperti DHT22 atau SHT series, hasil penelitian ini membuktikan bahwa untuk kebutuhan skala UMKM, tingkat akurasi tersebut sudah memadai dan tidak memberikan dampak signifikan terhadap kualitas proses fermentasi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah mencapai keseimbangan antara akurasi, biaya, dan kemudahan implementasi, sehingga layak digunakan sebagai solusi monitoring lingkungan berbasis IoT yang praktis dan efisien.

4.3 Analisis Akurasi Sensor

Analisis akurasi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor DHT11 sebagai komponen utama dalam sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT pada ruang fermentasi adonan roti. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DHT11 terhadap alat ukur digital standar (termometer dan hygrometer referensi) pada kondisi yang sama di dalam ruang fermentasi. Pengambilan data dilakukan secara periodik setiap lima detik selama proses fermentasi berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata selisih pembacaan suhu antara sensor DHT11 dan alat referensi adalah sebesar $\pm 1\text{--}2^\circ\text{C}$, sedangkan selisih pembacaan kelembapan rata-rata sebesar $\pm 3\text{--}5\%$ RH.

Tabel 3. Perbandingan Sensor DHT11 dan Alat Referensi

Waktu	DHT11($^\circ\text{C}$)	Referensi ($^\circ\text{C}$)	Selisih
15	32	33	1
30	33	34	1

Berdasarkan hasil tersebut, tingkat akurasi sensor DHT11 masih berada dalam batas toleransi spesifikasi teknisnya, yaitu $\pm 2^\circ\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 5\%$ RH untuk kelembapan. Meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai dibandingkan alat standar, pembacaan sensor tetap konsisten dan stabil selama proses fermentasi. Dengan demikian, sensor DHT11 dinilai cukup

akurat dan layak digunakan sebagai komponen utama dalam sistem monitoring kondisi ruang fermentasi adonan roti, terutama untuk skala usaha kecil hingga menengah yang membutuhkan pemantauan *real-time* dengan biaya yang relatif terjangkau. Pada pengujian tersebut diperoleh nilai kesalahan pembacaan suhu sekitar 4,81% dan kelembapan sekitar 5,37%, yang masih berada dalam batas toleransi sensor sehingga sistem monitoring tetap mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara cukup akurat untuk kebutuhan pemantauan parameter lingkungan secara otomatis dan berkelanjutan [25].

4.4 Kinerja Sistem dalam Proses IoT

Pengujian kinerja sistem dilakukan untuk mengetahui performa keseluruhan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IoT pada ruang fermentasi adonan roti, dengan sensor DHT11 sebagai komponen utama pendeteksi suhu dan kelembapan. Sistem diuji selama proses fermentasi berlangsung selama 90 menit dengan interval pembacaan data setiap lima detik. Sensor DHT11 berfungsi membaca kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang fermentasi, kemudian data diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan melalui jaringan WiFi ke server untuk ditampilkan pada dashboard monitoring.

Tabel 4. Parameter Kinerja Sistem Monitoring

Parameter	Hasil
Interval Pembacaan	5 detik
Delay Pengiriman	1-3 detik
Kegagalan Data	0%

Dari sisi performa komunikasi IoT, data yang dibaca oleh sensor DHT11 berhasil dikirimkan dan ditampilkan secara *real-time* pada dashboard dengan waktu tunda rata-rata 1–3 detik. Selama koneksi internet dalam kondisi stabil, tidak ditemukan kegagalan pengiriman data maupun kehilangan paket informasi. Berdasarkan hasil tersebut, sistem monitoring berbasis IoT yang dibangun menunjukkan kinerja yang stabil, responsif, dan mampu mendukung proses pengawasan fermentasi secara efektif melalui integrasi sensor DHT11, mikrokontroler, dan platform monitoring berbasis Blynk. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk pada perangkat *smartphone*, dimana mikrokontroler yang terhubung dengan jaringan internet mampu mengirimkan data sensor secara kontinu ke cloud sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan dari jarak jauh. Pada penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa keterlambatan pengiriman data dipengaruhi oleh kualitas jaringan internet, dengan rata-rata waktu respons sekitar 1242 ms dalam proses komunikasi dengan server Blynk, namun sistem tetap dapat menjalankan fungsi monitoring dan pengendalian dengan baik sesuai kebutuhan pengguna [26].

Selain itu, penerapan sistem monitoring suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler juga telah banyak digunakan pada berbagai sistem kontrol lingkungan otomatis. Dalam implementasinya, sensor tersebut diintegrasikan dengan modul aktuator seperti relay untuk mengaktifkan perangkat pemanas atau pendingin agar kondisi lingkungan tetap berada pada rentang yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem monitoring berbasis mikrokontroler ini, pengguna dapat lebih mudah memantau serta mengatur kondisi lingkungan secara lebih efektif dan terkontrol dibandingkan metode manual, sehingga proses yang membutuhkan kestabilan suhu dan kelembapan dapat berjalan lebih optimal [27].



Gambar 5. Kontrol Monitoring pada Blynk IoT

Pada gambar di atas terlihat tampilan antarmuka aplikasi monitoring sensor DHT pada perangkat *smartphone* yang terhubung dengan sistem prototipe berbasis *Internet of Things* (IoT). Antarmuka tersebut menampilkan informasi suhu (temperature) sebesar 32,7°C dan kelembapan (*humidity*) sebesar 77% dalam bentuk indikator gauge setengah lingkaran yang dirancang untuk memudahkan pengguna membaca kondisi lingkungan secara cepat dan intuitif. Tampilan menggunakan tema gelap dengan aksent warna hijau yang memberikan kontras visual yang jelas, sehingga nilai pengukuran dapat dipantau dengan mudah. Pada bagian atas layar terdapat status bar *smartphone* yang menampilkan informasi waktu, kekuatan sinyal jaringan, serta kapasitas baterai, sementara pada bagian header aplikasi tertulis “DHT” yang menunjukkan modul sensor yang digunakan. Di bagian tengah bawah terdapat tombol kontrol ON/OFF yang memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat secara jarak jauh melalui aplikasi. Selain itu, pada bagian bawah layar tersedia pilihan rentang waktu pemantauan seperti Live, 1h, 6h, 1d, 1w, 1M, dan 3M yang berfungsi untuk menampilkan riwayat data suhu dan kelembapan berdasarkan periode tertentu. Implementasi tampilan monitoring berbasis aplikasi seperti ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi sensor lingkungan dengan platform monitoring digital mampu meningkatkan kemudahan pemantauan data secara *real-time*, sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan kondisi lingkungan secara lebih efektif dan responsif terhadap perubahan parameter yang terjadi [28].

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Feresu yang berjudul “*DHT11 Based Temperature and Humidity Measuring System*”, yaitu penelitian mengenai sistem pengukuran suhu dan kelembapan berbasis sensor DHT11 yang terintegrasi dengan Arduino dan komunikasi nirkabel untuk monitoring lingkungan, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan performa yang kompetitif. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 2^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 5\%$ RH untuk kelembapan, serta mampu melakukan monitoring secara *real-time* dengan sistem berbasis jaringan komunikasi [24]. Hasil penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan karakteristik tersebut, di mana sistem mampu menghasilkan delay pengiriman data yang stabil pada kisaran 1–3 detik tanpa kehilangan data selama koneksi stabil. Selain itu, meskipun penelitian Feresu (2022) berfokus pada sistem monitoring berbasis GSM untuk aplikasi lingkungan umum, penelitian ini mengembangkan sistem berbasis WiFi dan platform IoT (Blynk) yang lebih fleksibel dan mudah diakses. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor DHT11 tetap relevan dan mampu memberikan performa yang baik, terutama untuk implementasi pada skala UMKM dengan kebutuhan sistem monitoring yang ekonomis, sederhana, namun tetap efektif.

5. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan tahapan penelitian mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *Internet of Things* (IoT) pada ruang fermentasi adonan roti berhasil dikembangkan sebagai solusi pemantauan lingkungan yang lebih efektif dibandingkan metode manual. Sistem ini mampu bekerja secara otomatis dan *real-time*, sehingga memberikan kemudahan dalam proses pemantauan kondisi lingkungan tanpa keterbatasan lokasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau kondisi lingkungan fermentasi dengan baik, di mana suhu yang terukur berada pada kisaran 31–34°C dan kelembapan 78–83% RH. Nilai tersebut masih berada dalam rentang standar fermentasi adonan roti, yaitu suhu 30–35°C dan kelembapan 75–85% RH. Evaluasi akurasi sensor menunjukkan selisih rata-rata sekitar ± 1 –2°C untuk suhu dan ± 3 –5% RH untuk kelembapan, yang masih berada dalam batas toleransi spesifikasi teknis sensor DHT11, sehingga dinilai cukup akurat untuk kebutuhan monitoring pada skala UMKM.

Selain itu, dari sisi kinerja komunikasi sistem, pengiriman data dari mikrokontroler ke platform monitoring menunjukkan performa yang stabil dengan waktu tunda rata-rata 1–3 detik dan tingkat keberhasilan pengiriman data mencapai 100% selama koneksi internet dalam kondisi stabil. Dengan demikian, sistem ini berpotensi membantu pelaku industri roti skala kecil dan menengah dalam menjaga konsistensi kualitas fermentasi adonan, serta memiliki peluang untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem kontrol otomatis berbasis aktuator guna mengatur suhu dan kelembapan secara mandiri.

Kontribusi Penulis: Naldes Rembo Simon dan Agusma Wajiansyah; **Metodologi:** Naldes Rembo Simon; **Perangkat Lunak:** Naldes Rembo Simon; **Validasi:** Naldes Rembo Simon, Agusma Wajiansyah, dan Didi Susilo Budi Utomo; **Analisis formal:** Naldes Rembo Simon; **Investigasi:** Naldes Rembo Simon; **Sumber daya:** Naldes Rembo Simon; **Kurasi data:** Naldes Rembo Simon; **Penulisan—persiapan draf asli:** Naldes Rembo Simon; **Penulisan—peninjauan dan penyuntingan:** Agusma Wajiansyah dan Didi Susilo Budi Utomo; **Visualisasi:** Naldes Rembo Simon; **Supervisi:** Agusma Wajiansyah; **Administrasi proyek:** Naldes Rembo Simon; **Akuisisi pendanaan:** Aeltri Jeacfky Gozal Go.

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Ketersediaan Data: Data yang digunakan dalam penelitian ini tidak dipublikasikan secara terbuka, namun dapat diminta kepada penulis korespondensi jika diperlukan untuk kepentingan penelitian lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih: Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada institusi atau lembaga yang telah memberikan dukungan fasilitas, dosen bimbingan, serta sumber daya selama proses penelitian dan pengumpulan data.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan bahwa penelitian ini tidak memiliki konflik kepentingan dalam bentuk apa pun dan dilakukan secara independen untuk kepentingan akademik.

Referensi

- [1] F. R. D. T. U. Yogi Isro Mukti, “Smart Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) Suhu dan Kelembapan pada Kandang Ayam Broiler,” *J-COSINE*, vol. 5, no. 1, p. 77–84, 2021.
- [2] A. M. D. S. Wahyu Adi Prayitno, “Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 4, p. 292–297, 2017.
- [3] H. I. I. S. Rafik Kusumah, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Ruang Data Center,” *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, vol. 7, no. 1, pp. 88–94, 2023.

- [4] E. D. H. S. M. Noni Juliasari, "Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Mesin Pembentukan Embrio Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal TICOM*, vol. 4, no. 3, p. 109–113, 2016.
- [5] R. & T. S. Singh, "Internet of Things (IoT) applications to improve food industry processes.," *Journal of Food Engineering*, vol. 110507, p. 298, 2021.
- [6] A. e. a. Al-Fuqaha, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies and Applications.," *IEEE Communications Surveys & Tutorials.*, 2022.
- [7] S. e. a. Kumar, "IoT-based environmental monitoring system: A review," *Environmental Monitoring and Assessment*, no. 193(3), pp. 1-20, 2021.
- [8] Y. e. a. Zhang, "Real-time environmental monitoring using IoT technologies," *Sensors*, no. 22(4), p. 1435, 2022.
- [9] M. M. e. a. Rahman, "Performance analysis of DHT11 and DHT22 sensors in IoT-based monitoring systems," *International Journal of Electronics and Communications*, vol. 153678, p. 134, 2021.
- [10] P. e. a. Saha, "Comparative study of temperature and humidity sensors for IoT applications," *IEEE Access*, vol. 56789–56800, p. 10, 2022.
- [11] K. & P. S. Patel, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies," *International Journal of Engineering Science*, 2021.
- [12] P. e. a. Verma, "Performance comparison of ESP8266 and ESP32 in IoT systems," *Microprocessors and Microsystems*, vol. 104521, p. 90, 2022.
- [13] M. A. e. a. Khan, "IoT-based smart environmental monitoring systems: A review," *Sensors*, vol. 6222, no. 21(18), 2021.
- [14] X. e. a. Li, "Smart monitoring system with IoT and mobile application integration," *IEEE Internet of Things Journal*, no. 9(5), p. 3456–3465, 2022.
- [15] L. e. a. García, "IoT in food processing and fermentation monitoring: A review," *Food Control*, vol. 107783, p. 123, 2021.
- [16] D. A. e. a. Putra, "Low-cost IoT-based monitoring systems for small-scale food industries," *Indonesian Journal of Electrical Engineering*, 2022.
- [17] H. e. a. Chen, "IoT-based real-time monitoring systems for industrial fermentation processes," *Journal of Food Process Engineering*, no. 46(2), 2023.
- [18] Nelson Silitonga, Dian Kurnia, Elvri Melliaty Sitinjak, Sari Farah Dina, Abdillah, Golfrid Gultom, Harmileni, Rycce Sylviana Pratikha, Yanto, Muhammad Iqbal Harapan Muslim Siregar, "Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Sistem Pengontrolan Suhu Otomatis Berbasis Mikrokontroler pada Alat Proofer untuk Pengembang Adonan Roti di UMKM Pizza Oei Oei and Patisserie," *Journal of Golden Generation Abdimas*, vol. 1, no. 2, p. 228–231, 2025.
- [19] K. M. S. Mohammad Ridwan, "Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 10, no. 4, p. 481–487, 2021.
- [20] A. U. A. W. M. A. R. Mochamad Susantok, "Peningkatan Akurasi Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Laboratorium Pengujian Benih Tanaman Menggunakan Inversi Regresi Linier," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 12, no. 1, p. 153–164, 2025.

- [21] I. H. I. I. N. J. C. C. Khadhroo Shaquille Rifqi, "Sistem Monitoring dan Early Warning Suhu serta Kelembapan Ruang Server Berbasis IoT dengan Ambang Batas Real-Time yang Dapat Disesuaikan Melalui Aplikasi Seluler," *BIT (Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur)*, vol. 22, no. 1, p. 88–96, 2025.
- [22] J. R. F. L. S. K. S. S. Juliana Widiyanti Dwi Putri, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan dan Gas Berbasis IoT pada Lab Komputer," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 351, p. 2112–2124, 2025.
- [23] H. K. AR, "Implementasi IoT pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Menggunakan ESP32, Firebase dan Kodular," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 1, p. 1781–1787, 2025.
- [24] E. M. E. M. Feresu Z.T.T., "DHT11 Based Temperature and Humidity Measuring System," *Journal of Electrical Engineering and Electronic Technology*, vol. 11, no. 5, pp. 1-3, 2022.
- [25] M. H. S. d. D. P. A. R. Putra, "Implementasi Internet of Things (IoT) untuk Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Proses Produksi Pangan," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. no. 2, no. vol. 10, p. pp. 85–92, 2022.
- [26] A. I. F. F. Khozainuz Zuhri, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Penyimpanan Roti Berbasis Internet of Thing (IoT)," *Jurnal Teknologi dan Informatika (JEDA)*, vol. 2, no. 1, p. 1–11, 2021.
- [27] Y. A. P. M. O. M. Arfan Ravy W. P., "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Pasien Isolasi Covid-19 Berbasis IoT," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 2, p. 495–502, 2021.
- [28] F. R. M. A. A. Ita Rusmala Dewi, "Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Tanaman Srigading (*Nyctanthes Arbor-Tristis*) Berbasis IoT dengan Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah dan Suhu Ruang pada Pot," *INFOTECH Journal*, vol. 10, no. 1, p. 19–27, 2024.
- [29] D. A. S. A. C. U. N. H. A. P. Indah Nursaumi, "Kandungan Gula Total dan Uji Organoleptik Beras Analog Gaogu sebagai Alternatif Pangan Ramah Diabetes," *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, vol. 9, no. 1, p. 6963–6975, 2024.