

PROTOTYPE MONITORING KELEMBABAN SUHU DALAM PRODUKSI ONCOM BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA UMKM PD AHLAN BICK GARUT

Anggi Munawar Sidqi¹, Nina Meliana²

¹Universitas Saintek Muhammadiyah, ²Universitas Saintek Muhammadiyah
Email: ¹anggimunawarsidqi@gmail.com, ²nina.meliana@gmail.com

Abstrak

Proses pemantauan suhu dan kelembaban pada ruang fermentasi oncom di PD Ahlan Bick Garut selama ini masih dilakukan secara manual oleh karyawan, yaitu dengan memperkirakan kondisi ruangan tanpa alat ukur yang pasti. Cara tersebut dinilai kurang efektif karena perubahan suhu dan kelembaban tidak dapat diketahui secara langsung, sehingga proses fermentasi berpotensi terganggu dan menurunkan kualitas oncom yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototype monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan *mikrokontroler* ESP32 dan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban ruang fermentasi secara real-time serta mengirimkan informasi kondisinya melalui Telegram Bot.

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *prototype*, yang terdiri atas tahap *requirement analysis*, *design*, *implementation*, dan *testing*. Perangkat keras yang digunakan meliputi ESP32, sensor DHT22, kabel jumper, dan jaringan *WiFi*, sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah *Arduino IDE* dan *Telegram Bot API*. Sistem dirancang untuk membaca data suhu dan kelembaban setiap dua menit kemudian mengirimkan hasil pembacaan secara otomatis kepada pengguna melalui Telegram. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *black box testing*, *User Acceptance Test (UAT)*, dan kuesioner kepuasan pengguna berskala *Likert*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca suhu ruang fermentasi pada kisaran 28°C hingga 35°C dan kelembaban sebesar 70% hingga 80% RH secara stabil, serta mengirimkan seluruh data ke Telegram Bot tanpa kendala selama pengujian berlangsung. Hasil *black box testing* dan UAT menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rancangan, sedangkan hasil kuesioner kepuasan pengguna memperoleh indeks rata-rata sebesar 75,9% dengan kategori "Cukup Baik hingga Sangat Baik". Dengan demikian, *prototype* yang dikembangkan dapat meningkatkan efektivitas proses monitoring dan membantu menjaga kestabilan kualitas produksi oncom pada PD Ahlan Bick Garut dibandingkan dengan metode pemantauan manual yang digunakan sebelumnya.

Kata kunci: Internet of things, ESP32, DHT22, monitoring, telegram bot, oncom

Abstrac

The monitoring of temperature and humidity in the oncom fermentation room at PD Ahlan Bick Garut has so far been carried out manually by employees by estimating the room conditions without a reliable measuring instrument. This approach is considered less effective because changes in temperature and humidity cannot be identified directly, potentially disrupting the fermentation process and reducing the quality of the resulting oncom. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring prototype using an ESP32 microcontroller and a DHT22 sensor to monitor the temperature and humidity of the

fermentation room in real time and transmit information about its conditions through a Telegram Bot.

The system development method used is the prototype method, which consists of the requirement analysis, design, implementation, and testing stages. The hardware used includes an ESP32, DHT22 sensor, jumper wires, and a WiFi network, while the software consists of Arduino IDE and Telegram Bot API. The system is designed to read temperature and humidity data every two minutes and then automatically send the measurement results to users through Telegram. System testing was conducted using black box testing, User Acceptance Test (UAT), and a Likert-scale user satisfaction questionnaire.

The results show that the system was able to measure the fermentation room temperature in the range of 28°C to 35°C and humidity ranging from 70% to 80% RH consistently, as well as transmit all data to the Telegram Bot without any issues during the testing period. The black box testing and UAT results indicate that all system functions operated according to the design, while the user satisfaction questionnaire obtained an average index of 75.9%, categorized as "Fairly Good to Very Good." Therefore, the developed prototype can improve the effectiveness of the monitoring process and help maintain the stability of oncom production quality at PD Ahlan Bick Garut compared with the manual monitoring method previously used.

Keywords: *Internet of things, ESP32, DHT22, monitoring, telegram bot, oncom*

1. PENDAHULUAN

Produksi oncom merupakan salah satu kegiatan pengolahan pangan tradisional yang hingga saat ini masih banyak dilakukan oleh masyarakat di Jawa Barat. Oncom adalah makanan hasil fermentasi yang dibuat dari bahan baku seperti ampas tahu atau bungkil kacang tanah dengan bantuan mikroorganisme tertentu. Proses fermentasi tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu dan kelembaban udara. Kondisi yang tidak sesuai dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme fermentasi sehingga memengaruhi tekstur, aroma, dan kualitas oncom yang dihasilkan, sehingga suhu dan kelembaban selama proses fermentasi perlu dipantau secara optimal.

PD Ahlan Bick Garut merupakan salah satu UMKM produsen oncom yang berlokasi di Kecamatan Kersamanah, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Berdasarkan hasil observasi, proses pemantauan suhu dan kelembaban pada ruang fermentasi di UMKM tersebut masih dilakukan secara manual oleh karyawan, yaitu dengan memeriksa kondisi ruangan secara berkala tanpa adanya sistem yang mampu memberikan informasi secara otomatis dan *real-time*. Cara tersebut dinilai kurang efektif karena perubahan kondisi lingkungan tidak dapat diketahui secara langsung, sehingga ketika terjadi perubahan suhu atau kelembaban yang signifikan, proses fermentasi dapat terganggu dan berpotensi menurunkan kualitas oncom yang dihasilkan.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui sistem monitoring yang mampu bekerja secara otomatis dan *real-time*. Dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22, suhu dan kelembaban ruang fermentasi dapat dipantau secara berkelanjutan tanpa harus dilakukan pemeriksaan manual. Data hasil pengukuran kemudian dikirim melalui jaringan *WiFi* ke Telegram Bot sehingga pengguna dapat memperoleh informasi kondisi ruang fermentasi secara langsung, lengkap dengan notifikasi otomatis apabila suhu atau kelembaban berada di luar batas yang telah ditentukan.

1.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penerapan teknologi IoT untuk monitoring suhu dan kelembaban dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Dalila & Agustiarmi (2025) [1]	Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Budi Daya Jamur Tiram Berbasis IoT	Sistem mampu memantau dan mengontrol suhu serta kelembaban secara real-time pada budidaya jamur tiram.
2	Jabbar, Kusdinar, & Prajoko (2024) [2]	Prototype Sistem Pemantau Suhu Pada Inkubator Telur Itik Berbasis IoT	Sistem dapat memonitor suhu inkubator secara real-time sehingga pengawasan penetasan telur lebih efektif.
3	Adham, Pradana, & Septananda (2026) [3]	Rancang Bangun Prototipe Sistem Pengering Gabah Otomatis dengan Pemantauan Suhu dan Kelembaban Berbasis IoT	Pemantauan real-time dan kendali otomatis meningkatkan efisiensi proses pengeringan gabah.
4	Paramarta (2025) [4]	Prototype Alat Penstabil Suhu Pada Tempat Penyimpanan Bibit Padi Menggunakan IoT untuk Monitoring Secara Real-Time	Sistem mampu menjaga kestabilan suhu tempat penyimpanan bibit padi secara real-time.
5	Maulana, Wijayanto, & Fadilah (2026) [5]	Implementasi Kontrol Jemuran serta Monitoring Suhu Berbasis ESP32 dengan Integrasi Blynk dan Telegram	Sistem mengontrol jemuran otomatis dan memonitor suhu jarak jauh melalui Blynk dan Telegram.

Kelima penelitian pada Tabel 1 sama-sama memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau kondisi lingkungan (suhu dan/atau kelembaban) secara real-time menggunakan mikrokontroler dan sensor. Perbedaannya terletak pada objek penerapan, di mana penelitian-penelitian tersebut diterapkan pada budidaya jamur tiram, inkubator telur itik, pengeringan gabah, penyimpanan bibit padi, dan kontrol jemuran. Penelitian ini berfokus pada monitoring suhu dan kelembaban pada ruang fermentasi oncom menggunakan ESP32, sensor DHT22, dan Telegram Bot sebagai media pemantauan dan notifikasi, sehingga menjadi pembeda sekaligus kebaruan (*novelty*) dari penelitian-penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: 1) bagaimana merancang *prototype* monitoring suhu dan kelembaban dalam proses produksi oncom di PD Ahlan Bick Garut; 2) bagaimana implementasi sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32 dalam sistem monitoring suhu dan kelembaban pada proses fermentasi oncom; dan 3) bagaimana *prototype* monitoring dapat membantu meningkatkan efektivitas pengawasan kondisi ruang produksi oncom pada UMKM tersebut.

Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *prototype* monitoring suhu dan kelembaban berbasis ESP32 dan DHT22 yang mengirimkan informasi melalui Telegram Bot, menguji fungsi kerja *prototype* dalam memantau kondisi ruang fermentasi secara langsung, serta mengetahui kontribusi sistem dalam membantu pengelola UMKM menjaga kestabilan kualitas produk oncom dibandingkan metode pemantauan manual. Penelitian ini dibatasi pada monitoring suhu dan kelembaban ruang produksi secara *real-time* dengan *interval* pembacaan dua menit melalui Telegram Bot, tanpa menggunakan basis data ataupun mekanisme kendali aktuator otomatis.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *prototype*, yaitu proses pembuatan model awal suatu sistem untuk tujuan pengujian dan pengumpulan umpan balik sebelum dikembangkan menjadi versi akhir. Metode ini memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi kekurangan dan melakukan perbaikan sebelum sistem diterapkan secara keseluruhan [6]. Tahapan metode *prototype* yang digunakan meliputi *requirement analysis*, *design*, *implementation*, dan *testing*.

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PD Ahlan Bick Garut yang berlokasi di Kampung Ibnu Sina, Desa Nanjungjaya, Kecamatan Kersamanah, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Penelitian berlangsung selama kurang lebih tiga bulan, meliputi tahap *requirement analysis*, *design*, *implementation*, hingga *testing* terhadap *prototype* yang dikembangkan.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui tiga teknik. Pertama, wawancara terstruktur digunakan ketika peneliti telah mengetahui secara pasti informasi yang dibutuhkan dari narasumber [18]. Kedua, observasi dilakukan sebagai kegiatan ilmiah empiris yang mendasarkan pada fakta-fakta lapangan melalui pengamatan panca indra tanpa manipulasi [19]. Ketiga, studi pustaka dilakukan dengan menganalisis, memahami, dan mensintesis literatur yang sudah ada untuk mengidentifikasi perkembangan, kelemahan, dan temuan terkini pada bidang penelitian yang bersangkutan [20].

2.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam membangun *prototype* monitoring suhu dan kelembaban. Kebutuhan perangkat keras disajikan pada Tabel 2, sedangkan kebutuhan perangkat lunak disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat	Spesifikasi/Tipe
1	Mikrokontroler ESP32	ESP32 DevKit, WiFi & Bluetooth terintegrasi, dual-core
2	Sensor DHT22	AM2302 (DHT22), pembaca suhu & kelembaban
3	Kabel Jumper	Male-to-Male
4	Laptop	HP/Acer
5	Smartphone	Redmi 13 (atau setara)
6	Jaringan WiFi/Hotspot	IEEE 802.11 b/g/n
7	Kabel USB ESP32	USB Type-A to Micro USB

Tabel 3. Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Versi/Keterangan
1	Sistem Operasi	Windows 11 64-bit
2	Arduino IDE	Versi 2.3.x
3	Draw.io	Versi Web/Desktop
4	Telegram	Versi Android/Desktop
5	Telegram Bot API	Bot API Telegram

2.4 Perangkat Sistem

Mikrokontroler ESP32 dipilih karena sangat serbaguna dan kuat untuk aplikasi IoT, berkat prosesor *dual-core*, *WiFi* terintegrasi, dan kemampuan Bluetooth yang memungkinkan pemrosesan data *real-time* serta konektivitas jaringan tanpa memerlukan komponen tambahan. Dukungan ESP32 terhadap berbagai antarmuka seperti SPI, I2C, UART, dan ADC turut meningkatkan fleksibilitas integrasi dengan berbagai sensor [7].



Gambar 1. Mikrokontroler ESP32

Sensor DHT22 digunakan karena dapat mendeteksi suhu dan kelembaban secara akurat sehingga cocok digunakan pada berbagai kondisi lingkungan, termasuk ruang fermentasi oncom yang memiliki suhu dan kelembaban relatif tinggi [8].

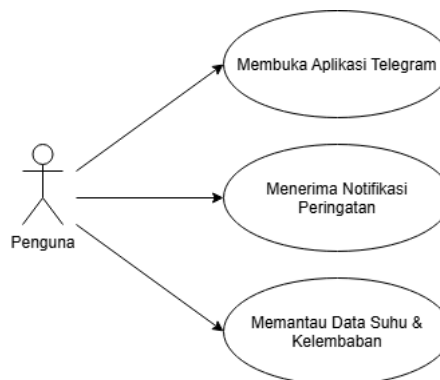


Gambar 2. Sensor DHT22

Selain kedua komponen tersebut, sistem memanfaatkan Telegram sebagai *platform* pesan instan yang dapat diakses baik pada perangkat berbasis iOS maupun Android, sehingga pemantauan suhu dapat dilakukan oleh sebanyak mungkin pengguna *smartphone* melalui Telegram Bot [9].

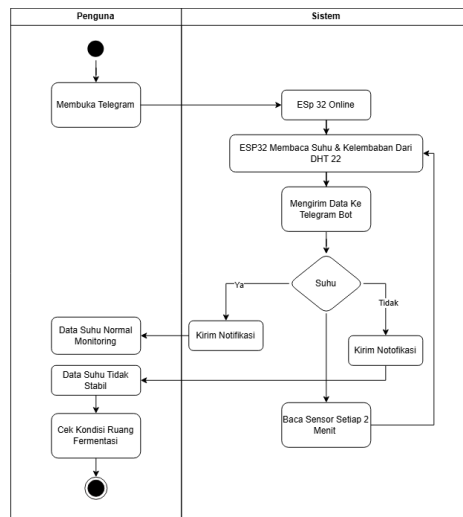
2.5 Perancangan Sistem

Perancangan sistem menggunakan *diagram Unified Modeling Language (UML)* yang berfungsi membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak [10], meliputi *use case diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*.



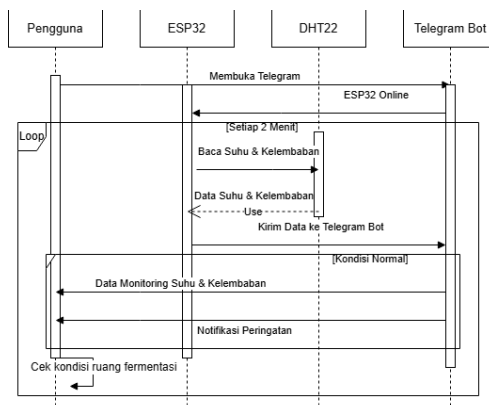
Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Monitoring

Use case diagram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pengguna berinteraksi dengan tiga fungsi utama sistem, yaitu membuka aplikasi Telegram, menerima notifikasi dan data suhu-kelembaban, serta mengecek ruang fermentasi secara langsung ketika muncul peringatan kondisi tidak normal.



Gambar 4. Activity Diagram Sistem Monitoring

Proses pada Gambar 4 dimulai ketika ESP32 yang telah terhubung ke internet membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22, kemudian mengirimkan data tersebut ke Telegram Bot. Sistem selanjutnya memeriksa kondisi suhu dan kelembaban; apabila berada dalam batas normal maka sistem mengirimkan informasi kondisi normal, sedangkan apabila berada di luar batas maka sistem mengirimkan notifikasi peringatan. Proses pembacaan sensor diulang secara otomatis setiap dua menit.

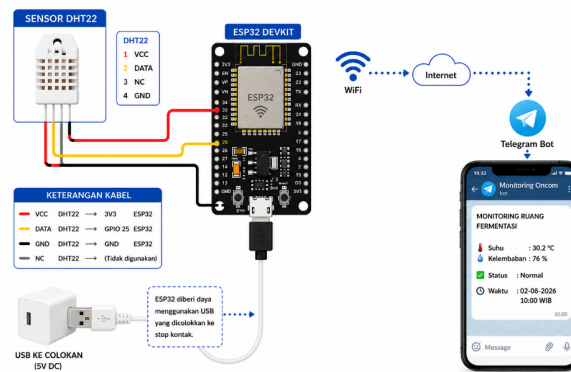


Gambar 5. Sequence Diagram Sistem Monitoring

Sequence diagram pada Gambar 5 menggambarkan interaksi antarobjek berdasarkan urutan waktu, mulai dari pengguna, ESP32, sensor DHT22, hingga Telegram Bot, sehingga membantu memahami alur proses pembacaan data hingga pengiriman notifikasi.

2.6 Arsitektur dan Cara Kerja Sistem

Arsitektur sistem menggambarkan hubungan antarkomponen yang digunakan, yaitu sensor DHT22, ESP32 DevKit, jaringan *WiFi*, internet, dan Telegram Bot, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Arsitektur Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban

Sistem memperoleh daya dari sumber listrik 220V AC yang dihubungkan ke adaptor USB 5V DC untuk memberi tegangan pada ESP32. Sensor DHT22 dihubungkan ke ESP32 melalui tiga jalur, yaitu pin VCC (3.3V), DATA (GPIO 25), dan GND, kemudian melakukan pembacaan suhu dan kelembaban secara berkala. Data hasil pembacaan diproses oleh ESP32, yang selanjutnya terhubung ke jaringan *WiFi* dan mengirimkan hasil pembacaan melalui internet menggunakan Telegram Bot *API*. Selain mengirimkan data monitoring, ESP32 membandingkan hasil pembacaan dengan batas suhu normal 28–35°C dan kelembaban normal 70–80% RH; apabila nilai berada di luar batas tersebut, ESP32 mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui Telegram.

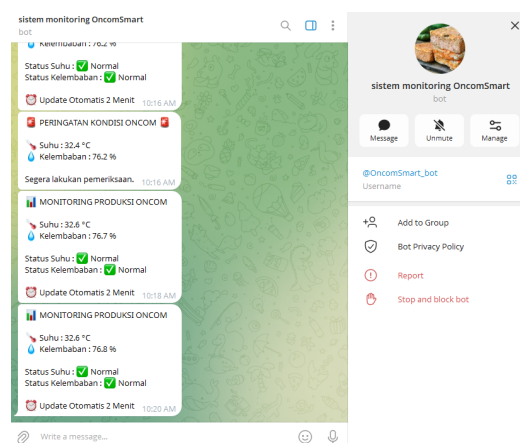
2.7 Metode Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan tiga pendekatan. Pertama, *black box testing* digunakan untuk menguji setiap fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan tanpa memperhatikan struktur kode program. Kedua, *User Acceptance Test* (UAT) dilakukan dengan melibatkan pemilik PD Ahlan Bick Garut sebagai pengguna untuk menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Ketiga, kuesioner kepuasan pengguna disebarkan menggunakan skala Likert 1–5 untuk mengukur tingkat kepuasan terhadap sistem yang dikembangkan, dengan indeks kepuasan dihitung menggunakan rumus Indeks (%) = (Total Skor / Skor Maksimal) × 100%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem diawali dengan inisialisasi perangkat, yaitu ESP32 dihubungkan dengan sumber listrik sehingga melakukan proses *booting* dan menjalankan program yang telah diunggah melalui *Arduino IDE*, kemudian menghubungkan diri ke jaringan *WiFi* menggunakan *SSID* dan *password* yang telah dikonfigurasi. Setelah berhasil terhubung ke jaringan internet, ESP32 mengaktifkan sensor DHT22 untuk membaca suhu (°C) dan kelembaban relatif (%RH) ruang fermentasi setiap dua menit.



Gambar 7. Hasil Pembacaan Sensor DHT22 pada Ruang Fermentasi

Gambar 7 memperlihatkan bahwa *prototype* berhasil menjalankan seluruh fungsi utama sesuai rancangan: sensor DHT22 mampu membaca suhu dan kelembaban, ESP32 berhasil mengolah dan mengirimkan data melalui jaringan *WiFi* ke Telegram Bot, dan pengguna menerima informasi monitoring beserta notifikasi secara otomatis setiap dua menit.

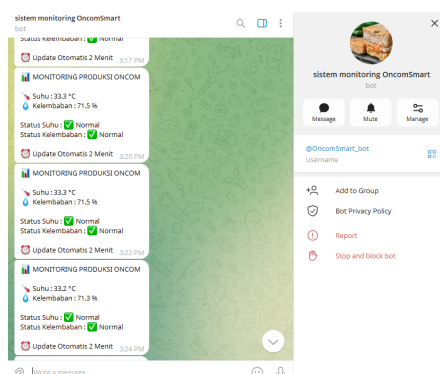
Tabel 4. Hasil Pembacaan Suhu dan Kelembaban

Waktu	Suhu	Kelembaban
10:16	32,6°C	76,7%
10:18	33,5°C	76,8%
10:20	34,3°C	77,8%

Berdasarkan Tabel 4, pada pukul 10:16 sensor DHT22 mendeteksi suhu sebesar 32,6°C dengan kelembaban 76,7%, kemudian meningkat secara bertahap hingga 34,3°C dan 77,8% pada pukul 10:20. Peningkatan suhu sebesar 1,7°C selama empat menit pengamatan dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi yang menghasilkan panas maupun kondisi lingkungan sekitar, sedangkan kenaikan kelembaban menunjukkan kandungan uap air di dalam ruang fermentasi masih terjaga pada rentang normal 70–80% RH.

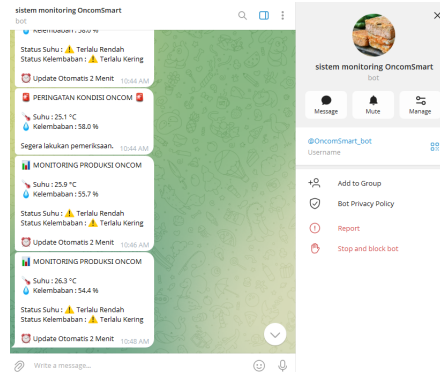
3.2 Monitoring Melalui Telegram Bot

Telegram Bot berfungsi sebagai media monitoring yang dapat diakses menggunakan *smartphone* maupun komputer. Setelah menerima data dari ESP32, Telegram menampilkan informasi kondisi ruang fermentasi dalam bentuk pesan yang memuat nilai suhu, kelembaban, status kondisi (normal/tidak normal), serta waktu pengiriman data, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Monitoring pada Kondisi Normal

Apabila hasil pembacaan berada di luar rentang suhu normal 28–35°C atau kelembaban normal 70–80% RH, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan melalui Telegram sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kestabilan kondisi fermentasi.



Gambar 9. Tampilan Notifikasi pada Kondisi Tidak Normal

3.3 Pengaruh terhadap Hasil Fermentasi

Untuk mengetahui pengaruh konsistensi suhu dan kelembaban terhadap kualitas oncom, dilakukan pengamatan pada hasil fermentasi. Gambar 10 menunjukkan hasil fermentasi ketika suhu dan kelembaban berada pada rentang stabil, ditandai dengan pertumbuhan jamur oncom yang menyebar merata pada hampir seluruh permukaan bahan dengan dominasi warna putih disertai sedikit warna oranye.



Gambar 10. Hasil Fermentasi pada Kondisi Suhu dan Kelembaban Stabil

Sebaliknya, Gambar 11 menunjukkan hasil fermentasi ketika suhu ruang melebihi batas optimum disertai kelembaban yang terlalu tinggi, sehingga pertumbuhan jamur oncom tidak merata pada seluruh permukaan bahan. Kondisi ini terjadi karena suhu yang terlalu tinggi memengaruhi aktivitas *mikroorganisme* fermentasi, sedangkan kelembaban berlebih menyebabkan permukaan bahan terlalu lembap.



Gambar 11. Hasil Fermentasi pada Kondisi Suhu dan Kelembaban Tidak Stabil

Perbandingan kedua kondisi tersebut memperkuat pentingnya pemantauan suhu dan kelembaban secara *real-time* agar ruang fermentasi tetap berada pada rentang yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme secara optimal, sehingga kualitas oncom yang dihasilkan dapat lebih terjaga dan konsisten dibandingkan dengan metode pemantauan manual sebelumnya.

3.4 Hasil *Black Box Testing*

Pengujian *black box* dilakukan untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan yang telah dirancang. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Koneksi WiFi ESP32	ESP32 dinyalakan	ESP32 terhubung ke WiFi	Berhasil
2	Pembacaan sensor DHT22	Sensor mendeteksi kondisi ruang	Nilai suhu & kelembaban terbaca	Berhasil
3	Pengiriman data ke Telegram	Data sensor berhasil dibaca	Data tampil di Telegram Bot	Berhasil
4	Notifikasi suhu normal	Suhu dalam batas normal	Status "Normal" ditampilkan	Berhasil
5	Notifikasi suhu tinggi	Suhu melebihi batas	Telegram mengirim pesan peringatan	Berhasil
6	Monitoring otomatis	Interval 2 menit	Data diperbarui setiap 2 menit	Berhasil

Berdasarkan Tabel 5, seluruh skenario pengujian *black box* memperoleh status berhasil, yang menunjukkan bahwa fungsi koneksi *WiFi*, pembacaan sensor, pengiriman data, notifikasi, hingga monitoring otomatis pada *prototype* telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem.

3.5 Hasil *User Acceptance Test (UAT)*

UAT dilakukan dengan melibatkan pemilik PD Ahlan Bick Garut untuk menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil User Acceptance Test (UAT)

No	Skenario Uji	Diterima/Ditolak
1	Pengguna menjalankan sistem monitoring	Diterima
2	Pengguna melihat informasi suhu dan kelembaban pada Telegram	Diterima
3	ESP32 mengirim data ke Telegram	Diterima

4	Sistem mengirim notifikasi saat kondisi berubah	Diterima
5	Pengguna melakukan monitoring kondisi fermentasi	Diterima
6	Pengguna memahami informasi yang diberikan sistem	Diterima

Seluruh skenario pada Tabel 6 memperoleh status diterima, yang menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berjalan sesuai kebutuhan pengguna dan mampu membantu pemantauan suhu serta kelembaban ruang fermentasi secara real-time, sehingga *prototype* dinyatakan layak digunakan pada PD Ahlan Bick Garut.

3.6 Hasil Kuesioner Kepuasan Pengguna

Selain UAT, validasi sistem juga dilakukan melalui kuesioner kepuasan pengguna dengan skala *Likert* 1–5 yang melibatkan 6 responden pada 9 pernyataan. Rekapitulasi hasil penilaian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Kuesioner Kepuasan Pengguna

No	Pernyataan	Total Skor	Indeks (%)	Kategori
1	ESP32 dan DHT22 mampu mengukur suhu ruangan dengan tepat	22	73,3%	Cukup Baik
2	ESP32 dan DHT22 mampu mengukur kelembaban ruangan dengan tepat	23	76,7%	Cukup Baik
3	Data suhu dan kelembaban muncul dengan cepat tanpa jeda berarti	25	83,3%	Sangat Baik
4	Informasi pada Telegram sesuai kondisi aktual ruang fermentasi	21	70,0%	Cukup Baik
5	Notifikasi diterima saat suhu/kelembaban tidak normal	22	73,3%	Baik
6	Alat jarang mengalami gangguan atau putus koneksi	23	76,7%	Cukup Baik
7	Pengguna dapat menggunakan alat tanpa kesulitan	19	63,3%	Baik
8	Pengguna tidak perlu sering mengecek ruangan secara langsung	24	80,0%	Sangat Baik
9	Pengguna puas dengan sistem monitoring secara keseluruhan	26	86,7%	Sangat Baik
Rata-rata Keseluruhan		205	75,9%	Cukup Baik

Berdasarkan Tabel 7, sistem memperoleh total skor 205 dari skor maksimum 270 dengan indeks kepuasan pengguna rata-rata sebesar 75,9%, yang termasuk kategori "Cukup Baik hingga Sangat Baik". Nilai indeks tertinggi diperoleh pada pernyataan mengenai kecepatan sistem menampilkan data suhu dan kelembaban (83,3%), yang menunjukkan bahwa kemampuan sistem menyajikan informasi secara *real-time* menjadi keunggulan utama yang dirasakan pengguna. Sebaliknya, nilai indeks terendah diperoleh pada pernyataan mengenai kemudahan penggunaan alat (63,3%), yang mengindikasikan pengguna masih memerlukan waktu adaptasi dalam mengoperasikan sistem.

3.7 Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa *prototype* monitoring suhu dan kelembaban berbasis ESP32 dan DHT22 mampu menggantikan metode pemantauan manual yang sebelumnya diterapkan di PD Ahlan Bick Garut. Sistem berhasil membaca kondisi ruang fermentasi secara *real-time* dan mengirimkan data melalui Telegram Bot setiap dua menit tanpa mengalami kendala berarti selama pengujian berlangsung. Hasil *black box testing* menunjukkan seluruh fungsi utama sistem, mulai dari koneksi *WiFi* hingga pengiriman notifikasi, berjalan sesuai rancangan.

Hasil UAT dan kuesioner kepuasan pengguna memperkuat temuan tersebut, di mana seluruh skenario UAT dinyatakan diterima dan indeks kepuasan pengguna berada pada kategori Cukup Baik hingga Sangat Baik. Meskipun demikian, aspek kemudahan penggunaan alat dan stabilitas notifikasi Telegram masih memperoleh indeks yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek lainnya, sehingga menjadi catatan penting bagi pengembangan sistem lebih lanjut, khususnya pada penyederhanaan antarmuka pengoperasian dan penguatan *mekanisme* pengiriman notifikasi agar tidak terpengaruh oleh fluktuasi kualitas jaringan internet.

Dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu pada Tabel 1 yang menerapkan monitoring IoT pada objek budidaya jamur tiram, inkubator telur, pengeringan gabah, penyimpanan bibit padi, dan kontrol jemuran, penelitian ini memberikan kontribusi berupa penerapan konsep serupa pada konteks yang berbeda, yaitu proses fermentasi oncom pada UMKM pangan tradisional. Hasil observasi terhadap kualitas fermentasi pada Gambar 10 dan Gambar 11 juga memperkuat bukti empiris bahwa pemantauan suhu dan kelembaban secara real-time berkontribusi terhadap konsistensi kualitas produk oncom yang dihasilkan.

Untuk memperjelas kontribusi sistem yang dikembangkan, Tabel 8 menyajikan perbandingan antara metode pemantauan manual yang sebelumnya digunakan oleh PD Ahlan Bick Garut dengan sistem monitoring berbasis IoT yang dihasilkan pada penelitian ini.

Tabel 8. Perbandingan Metode Pemantauan Manual dan Sistem Monitoring Berbasis IoT

Aspek	Metode Manual (Sebelumnya)	Sistem Monitoring IoT (Hasil Penelitian)
Cara pengukuran	Perkiraan berdasarkan indra perasa karyawan	Pengukuran numerik oleh sensor DHT22
Frekuensi pemantauan	Berkala, tidak terjadwal pasti	Otomatis setiap 2 menit
Waktu respons	Bergantung pada kehadiran karyawan di lokasi	Notifikasi real-time melalui Telegram
Akurasi data	Rendah, bersifat subjektif	Terukur dengan satuan °C dan %RH
Jangkauan pemantauan	Harus berada langsung di ruang fermentasi	Dapat dipantau dari jarak jauh via smartphone
Risiko keterlambatan tindakan	Tinggi, terutama di luar jam kerja	Rendah, notifikasi dikirim otomatis kapan saja

Berdasarkan Tabel 8, sistem monitoring berbasis IoT yang dikembangkan memberikan peningkatan pada hampir seluruh aspek pemantauan dibandingkan metode manual, khususnya pada akurasi data, kecepatan respons, dan jangkauan pemantauan yang tidak lagi terbatas pada kehadiran fisik karyawan di ruang fermentasi. Peningkatan tersebut sejalan dengan hasil UAT dan kuesioner kepuasan pengguna yang menunjukkan penerimaan positif terhadap sistem, meskipun aspek kemudahan penggunaan awal masih memerlukan proses adaptasi bagi pengguna yang terbiasa dengan metode manual.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menghasilkan *prototype* monitoring suhu dan kelembaban pada proses produksi oncom di PD Ahlan Bick Garut dengan memanfaatkan *mikrokontroler* ESP32 dan sensor DHT22 sebagai komponen utama. Sistem mampu membaca suhu dan kelembaban ruang fermentasi secara *real-time* serta mengirimkan data melalui Telegram Bot setiap dua menit, sehingga pengguna dapat memantau kondisi ruang fermentasi dari jarak jauh dengan lebih praktis dan efisien dibandingkan metode manual sebelumnya. *Prototype* juga mampu memberikan notifikasi otomatis melalui Telegram ketika suhu atau kelembaban berada di luar batas normal 28–35°C dan 70–80% RH, sehingga pengguna dapat segera melakukan tindakan yang diperlukan.

Hasil pengujian *black box testing*, *User Acceptance Test* (UAT), serta kuesioner kepuasan pengguna dengan indeks rata-rata 75,9% menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi sesuai fungsi yang dirancang dan diterima dengan baik oleh pemilik maupun karyawan PD Ahlan Bick Garut. Implementasi sistem monitoring ini terbukti dapat meningkatkan efektivitas proses pengawasan dibandingkan metode pemantauan manual, sehingga membantu menjaga kestabilan kondisi ruang fermentasi dan kualitas produksi oncom.

Beberapa saran diajukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain menambahkan media penyimpanan data berupa database atau layanan cloud agar data suhu dan kelembaban dapat direkam dan dianalisis untuk evaluasi jangka panjang, menambahkan sensor pendukung lain yang relevan dengan proses fermentasi, mengembangkan sistem menjadi monitoring sekaligus pengendalian otomatis dengan menambahkan aktuator seperti kipas atau pemanas, serta meningkatkan kualitas konektivitas jaringan agar pengiriman data dan notifikasi melalui Telegram berlangsung lebih stabil dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Dalila and W. Agustiarmi, "Prototype sistem kontrol dan monitoring budi daya jamur tiram berbasis *Internet of Things* (IoT)," *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, vol. 2, no. 6, pp. 8432–8444, 2025.
- [2] F. A. Jabbar, A. B. Kusdinar, and P. Prajoko, "*Prototype* sistem pemantau suhu pada inkubator telur itik berbasis IoT," *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 5, pp. 10410–10415, 2024.
- [3] D. F. Adham, B. A. Pradana, and R. D. Septananda, "Rancang bangun prototipe sistem pengering gabah otomatis dengan pemantauan suhu dan kelembaban berbasis IoT," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 1, 2026.
- [4] G. N. G. Paramarta, "*Prototype* alat penstabil suhu pada tempat penyimpanan bibit padi menggunakan IoT untuk monitoring secara *real-time*," Disertasi, Politeknik Negeri Bali, 2025.
- [5] A. T. N. Maulana, M. R. C. Wijayanto, and M. D. A. Fadilah, "Implementasi kontrol jemuran serta monitoring suhu berbasis ESP32 dengan integrasi Blynk dan Telegram," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 1, 2026.
- [6] W. Ningsih and H. Nurfauziah, "Perbandingan model waterfall dan metode prototype untuk pengembangan aplikasi pada sistem informasi," *Jurnal Ilmiah METADATA*, vol. 5, no. 1, pp. 83–95, 2023.
- [7] F. Wibowo, M. D. Suheri, and B. Hermanto, "Desain dan implementasi *smart laboratory* berbasis IoT menggunakan ESP32 dan *ThingsBoard*," *Elit Journal of Electrotechnology and Information Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 13–21, 2022.
- [8] A. Maulia, N. Baihaqi, N. F. Faiz, M. Rizki, and D. Aribowo, "Simulasi pengukuran suhu dan kelembaban ruangan menggunakan Arduino Uno dan DHT22 pada Wokwi," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 4, pp. 200–213, 2024.
- [9] P. P. Wisesha, N. R. S. Muda, F. Kholid, D. Widiatmoko, and A. Sridaryono, "Sistem monitoring suhu pada kegiatan lapangan personel TNI-AD berbasis IoT menggunakan bot Telegram secara real time," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 5, no. 2, pp. 299–308, 2024.
- [10] K. Nistrina and L. Sahidah, "*Unified Modelling Language* (UML) untuk perancangan sistem informasi penerimaan siswa baru di SMK Marga Insan Kamil," *J-SIKA: Jurnal Sistem Informasi Karya Anak Bangsa*, vol. 4, no. 1, pp. 17–23, 2022.
- [11] F. Budjang, Y. Bait, and A. Engelen, "Karakteristik fisikokimia, mikrobiologi dan organoleptik oncom ampas susu kacang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) dengan

- konsentrasi ragi yang berbeda,” *Jambura Journal of Food Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 34–48, 2025.
- [12] T. Sudrartono, H. Nugroho, I. Irwanto, I. G. A. A. Agustini, H. G. Yudawisastra, L. L. U. Maknunah, and A. Sudirman, “Kewirausahaan UMKM di era digital,” 2022.
- [13] K. N. Amalia and U. Halim, “Penggunaan internet sebagai media pembelajaran,” *Publish: Basic and Applied Research Publication on Communications*, vol. 1, no. 1, pp. 37–48, 2022.
- [14] T. Arianti, A. Fa’izi, S. Adam, and M. Wulandari, “Perancangan sistem informasi perpustakaan menggunakan diagram UML (*Unified Modeling Language*),” *Jurnal Ilmiah Komputer Terapan dan Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 19–25, 2022.
- [15] H. P. Putra, H. Maulana, E. Triandini, and P. F. Nuryananda, “Relasional desain activity diagram sistem informasi agen travel,” *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 238–241, 2022.
- [16] M. R. Wayahdi and F. Ruziq, “Pemodelan sistem penerimaan anggota baru dengan Unified Modeling Language (UML) (studi kasus: Programmer Association of Battuta),” *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 12, no. 1, pp. 1514–1521, 2023.
- [17] S. Nuralan, M. K. U. Bk, and H. Haslinda, “Analisis gaya belajar siswa berprestasi di SD Negeri 5 Tolitoli,” *Madako Elementary School*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, 2022.
- [18] K. Kurnia, S. Sukardi, L. H. Santoso, and E. A. Darmadi, “Analisa mengenai pemilihan gaya berpakaian menggunakan metode observasi,” *IKRA-ITH Humaniora: Jurnal Sosial dan Humaniora*, vol. 7, no. 2, pp. 150–155, 2023.
- [19] S. Putri, E. W. H. Budianto, and N. D. T. Dewi, “Bank Bukopin Syariah dan konvensional: studi pustaka (library research) dan bibliometrik VOSviewer,” 2023.