Sistem Otomatisasi dan Pemantauan Lingkungan Kandang Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 dan Sensor BME280

Moch Rizqy Putra Hidayatullah
Sistem Informasi, Universitas Merdeka Malang
e-mail: putrarizqy.id@gmail.com

Kata Kunci:
Internet of Things
ESP32
BME280
Otomatisasi Peternakan
MQTT

ABSTRAK

Pengelolaan lingkungan kandang secara konvensional masih mengandalkan pengamatan manual, sehingga respons terhadap perubahan suhu dan kelembapan cenderung lambat, padahal kedua parameter tersebut sangat memengaruhi produktivitas ternak. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi lingkungan peternakan berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau serta mengendalikan kondisi kandang secara real-time melalui dashboard web. Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan Research and Development dengan model Prototype, memanfaatkan ESP32 yang terhubung dengan sensor BME280 untuk membaca suhu, kelembapan, dan tekanan udara, serta relay dua kanal sebagai aktuator kipas dan pemanas. Data sensor dikirimkan melalui protokol MQTT ke web dashboard berbasis Next.js dan Firebase yang dilengkapi autentikasi, grafik tren, kendali jarak jauh, dan notifikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sensor BME280 dengan Mean Absolute Percentage Error sebesar 1,19% (suhu), 1,61% (kelembapan), dan 0,05% (tekanan udara), jauh di bawah ambang batas 5%. Relay merespons perubahan kondisi rata-rata dalam 184,4 ms (kipas) dan 187,9 ms (pemanas), sedangkan seluruh 20 skenario pengujian fungsionalitas dashboard dinyatakan berhasil (100%). Temuan ini membuktikan bahwa integrasi ESP32, BME280, MQTT, dan dashboard web mampu menghadirkan sistem monitoring dan pengendalian lingkungan kandang yang akurat, responsif, dan dapat diakses jarak jauh.

Keyword:
Internet of Things
ESP32
BME280
Livestock Automation
MQTT

ABSTRACT

Conventional barn environment management still relies on manual observation, so the response to temperature and humidity changes tends to be slow, even though both parameters strongly affect livestock productivity. This study designs and implements an Internet of Things (IoT)-based livestock environment automation system capable of monitoring and controlling barn conditions in real time through a web dashboard. The system was developed using a Research and Development approach with a Prototype model, employing an ESP32 connected to a BME280 sensor to read temperature, humidity, and atmospheric pressure, along with a two-channel relay driving fan and heater actuators. Sensor data is transmitted via MQTT to a Next.js and Firebase-based web dashboard equipped with authentication, trend charts, remote control, and Telegram notifications. Testing results show that the BME280 sensor achieved a Mean Absolute Percentage Error of 1.19% (temperature), 1.61% (humidity), and 0.05% (pressure), well below the 5% threshold. The relay responded to condition changes within an average of 184.4 ms (fan) and 187.9 ms (heater), while all 20 dashboard functionality test scenarios passed successfully (100%). These findings demonstrate that integrating ESP32, BME280, MQTT, and a web dashboard produces an accurate, responsive, and remotely accessible barn monitoring and control system.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

I. PENDAHULUAN

Sektor peternakan merupakan salah satu komponen penting penopang ketahanan pangan dan perekonomian nasional Indonesia, tetapi pengelolaan lingkungan kandang secara konvensional masih banyak mengandalkan pengamatan manual oleh peternak. Kondisi ini membuat respons terhadap perubahan suhu dan kelembapan menjadi lambat dan tidak konsisten, padahal kedua parameter tersebut berkorelasi kuat dengan produktivitas ternak. Pada peternakan sapi perah misalnya, sapi Friesian Holstein menunjukkan performa produksi terbaik pada suhu lingkungan 13–18°C, dan penyimpangan dari rentang nyaman tersebut memicu penyesuaian fisiologis yang berujung pada penurunan produktivitas [10].

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi atas keterbatasan pemantauan manual tersebut dengan menghubungkan sensor ke jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan memproses data secara otomatis [12]. Mikrokontroler ESP32 banyak dipilih dalam pengembangan sistem IoT peternakan karena arsitektur dual-core, konektivitas Wi-Fi bawaan, serta kompatibilitasnya dengan layanan cloud [8].

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengeksplorasi penerapan IoT pada lingkungan peternakan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1. Secara umum, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada monitoring pasif atau bergantung pada platform pihak ketiga seperti ThingSpeak, dengan mekanisme pengendalian otomatis yang belum sepenuhnya terintegrasi dengan antarmuka web mandiri secara real-time. Integrasi IoT dengan antarmuka web mandiri juga mulai diterapkan pada subsektor smart farming lain, seperti sistem monitoring tanaman cabai berbasis website [13], yang menunjukkan tren umum menuju platform pemantauan terintegrasi di berbagai subsektor pertanian dan peternakan di Indonesia.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian Ini

Peneliti	**Fokus Penelitian**	**Perbedaan dengan Penelitian Ini**
Aspari dkk. [3]	ESP32 dan sensor DHT11, data dikirim ke ThingSpeak, kendali kandang berbasis logika fuzzy Mamdani.	Dashboard mandiri berbasis web dan kendali relay 2 channel real-time tanpa bergantung pada platform pihak ketiga.
Al-Adhim & Dewi [2]	Dashboard Bootstrap dan Laravel 10, sensor DHT11/LDR/MQ-7, transmisi data via HTTP.	Fokus pada otomatisasi kendali via MQTT, tidak hanya monitoring pasif.
Simaremare dkk. [11]	Otomasi dan monitoring lingkungan peternakan unggas secara real-time.	Kendali suhu dan kelembapan spesifik via relay 2 channel dengan sensor BME280 tiga parameter.
Hanafi & Suharjo [6]	Kendali suhu kandang ayam dengan notifikasi otomatis dan pemantauan real-time.	Tanpa notifikasi native; fokus pada kendali relay dua kanal melalui dashboard web mandiri.

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

Peneliti	Fokus Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
Imam & Abdillah [7]	DHT11, solid state relay, dan ESP32 mengirim data ke web server via HTTP langsung.	Relay 2 channel dan protokol MQTT, sensor tiga parameter (BME280).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi lingkungan peternakan berbasis IoT yang mengintegrasikan pemantauan dan pengendalian suhu, kelembapan, serta tekanan udara kandang secara real-time melalui web dashboard mandiri. Berbeda dari penelitian-penelitian sejenis yang umumnya menggunakan sensor DHT11, penelitian ini menggunakan sensor BME280 yang menawarkan akurasi lebih tinggi sekaligus kemampuan mengukur tekanan udara sebagai parameter tambahan. Sistem yang dikembangkan diuji dari tiga aspek, yaitu akurasi pembacaan sensor, kecepatan respons aktuator relay, dan fungsionalitas web dashboard, sehingga penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan sistem smart farming berbasis IoT di Indonesia.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Prototype, yaitu sistem dibangun secara iteratif melalui siklus identifikasi kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan penyempurnaan hingga memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui lima tahapan, yaitu studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, serta pengujian dan evaluasi. Kebutuhan fungsional sistem mencakup kemampuan membaca data lingkungan kandang, mengirimkan data ke server, menampilkan data secara real-time pada web dashboard, serta mengaktifkan aktuator secara otomatis apabila nilai sensor melewati ambang batas yang ditentukan. Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem

No	Komponen	Spesifikasi Utama	Fungsi
1	ESP32 DevKit V1	Dual-core 240 MHz, Wi-Fi 802.11 b/g/n, 34 pin GPIO [5].	Unit pemrosesan pusat dan konektivitas jaringan.
2	Sensor BME280	Antarmuka I2C, akurasi suhu ±1°C, kelembapan ±3% RH, tekanan ±1 hPa [4].	Akuisisi data suhu, kelembapan, dan tekanan udara.
3	Relay 2 channel 5V	Kontak AC 250V/10A, sinyal kompatibel TTL.	Aktuator kipas (ch.1) dan pemanas (ch.2).
4	OLED SSD1306 0,96"	Resolusi 128×64 piksel, antarmuka I2C.	Menampilkan data sensor secara lokal.

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

No	Komponen	Spesifikasi Utama	Fungsi
5	Web dashboard	Next.js, Firebase Authentication, Cloud Firestore.	Visualisasi data dan kendali jarak jauh.
6	Broker MQTT	HiveMQ Cloud, protokol MQTT v3.1.1 [9].	Distribusi data sensor ke server.

Arsitektur sistem dirancang dalam tiga lapisan. Lapisan persepsi terdiri atas ESP32 yang terhubung dengan sensor BME280 untuk membaca suhu, kelembapan, dan tekanan udara, serta relay 2 channel sebagai aktuator kipas dan pemanas. Lapisan jaringan mendistribusikan data dari ESP32 ke server melalui broker MQTT menggunakan jaringan Wi-Fi lokal; protokol MQTT dipilih karena arsitektur publish/subscribe yang jauh lebih ringan dan efisien dibandingkan HTTP untuk transmisi data sensor secara kontinu [1], [9], di atas tumpukan protokol TCP/IP standar [14]. Lapisan aplikasi berupa web dashboard yang menampilkan data sensor secara real-time dan menyediakan antarmuka kendali aktuator jarak jauh. Ketiga lapisan tersebut membentuk siklus monitoring–pengendalian yang berjalan kontinu: pembacaan sensor memicu logika ambang batas pada firmware, hasilnya dikirim melalui lapisan jaringan, divisualisasikan pada lapisan aplikasi, sekaligus mengaktifkan aktuator secara langsung apabila kondisi lingkungan melampaui batas yang ditetapkan.

Pengujian sistem mencakup tiga aspek. Pertama, pengujian akurasi sensor BME280 dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap alat ukur standar (termometer, higrometer, dan barometer digital terkalibrasi) pada lima titik kondisi lingkungan berbeda, dengan durasi pengukuran lima menit dan interval pembacaan dua detik pada setiap titik. Tingkat akurasi dihitung menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebagaimana Persamaan (1), dengan ambang keberterimaan sebesar 5%.

$$MAPE = (1/n)\ \Sigma\ |Xref - Xsensor| / Xref \times 100\% \quad (1)$$

dengan Xref adalah nilai alat ukur standar, Xsensor adalah nilai pembacaan sensor BME280, dan n adalah jumlah pengukuran. Kedua, pengujian waktu respons sistem pengendalian relay dilakukan dengan mengukur interval waktu sejak nilai sensor melampaui ambang batas hingga relay aktif dan aktuator merespons, diulang sepuluh kali untuk masing-masing relay dengan target waktu respons di bawah 500 ms per siklus. Ketiga, pengujian fungsionalitas web dashboard dilakukan menggunakan metode black-box testing pada 20 skenario yang mencakup autentikasi, visualisasi data real-time, kendali aktuator, konfigurasi ambang batas, notifikasi, penyimpanan data, ekspor data, manajemen pengguna, serta

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

responsivitas tampilan, diuji pada peramban Google Chrome di sistem operasi Windows 11 dan pada perangkat smartphone Android.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Perangkat Keras

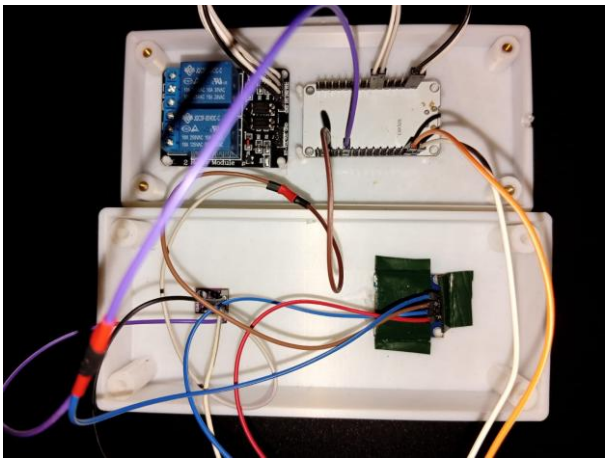
Implementasi perangkat keras dilaksanakan dengan merakit ESP32 DevKit V1 sebagai unit pemrosesan pusat, sensor BME280 sebagai unit akuisisi data lingkungan, modul relay 2 channel sebagai aktuator, dan layar OLED SSD1306 0,96 inci sebagai penampil data lokal. Sensor BME280 dihubungkan melalui antarmuka I2C pada pin GPIO 21 (SDA) dan GPIO 22 (SCL) dengan alamat 0x76, berbagi jalur komunikasi yang sama dengan layar OLED tanpa konflik alamat. Pemilihan antarmuka I2C sekaligus menyederhanakan pengkabelan dibandingkan protokol single-wire yang digunakan sensor DHT11 pada penelitian-penelitian sejenis, karena tidak memerlukan resistor pull-up eksternal. Modul relay dihubungkan pada GPIO 26 (kipas) dan GPIO 27 (pemanas) dengan konfigurasi active-low. Rincian lengkap koneksi pin disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Konfigurasi Koneksi Pin Komponen Perangkat Keras

No	Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32	Fungsi Koneksi
1	Sensor BME280	VCC	3V3	Catu daya sensor
2	Sensor BME280	SDA	GPIO 21	Jalur data I2C
3	Sensor BME280	SCL	GPIO 22	Jalur clock I2C
4	Sensor BME280	GND	GND	Hubungan ground
5	Relay Ch.1	IN	GPIO 26	Sinyal kendali kipas angin
6	Relay Ch.2	IN	GPIO 27	Sinyal kendali pemanas
7	Relay Ch.1/Ch.2	VCC	VIN (5V)	Catu daya koil relay
8	OLED SSD1306	SDA / SCL	GPIO 21/22	Berbagi jalur I2C dengan BME280

Pengujian awal menggunakan multimeter digital dan Serial Monitor Arduino IDE memverifikasi bahwa seluruh komponen terdeteksi dan berfungsi normal: sensor BME280 terbaca pada alamat I2C 0x76, kedua relay merespons sinyal kendali dengan bunyi klik mekanis, dan layar OLED menampilkan nilai suhu, kelembapan, serta tekanan udara secara lokal (Gambar 1 dan Gambar 2), sehingga peternak tetap dapat memantau kondisi kandang meskipun jaringan Wi-Fi atau internet sedang tidak tersedia.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076



Gambar 1. Implementasi Perangkat Keras ESP32, Modul Relay, dan Sensor BME280



Gambar 2. Tampilan Layar OLED Menampilkan Data Secara Lokal

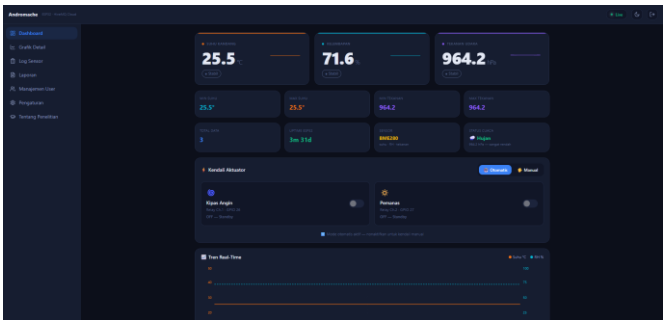
Firmware ESP32 dikembangkan pada Arduino IDE 2.x menggunakan bahasa C++, dengan pustaka PubSubClient untuk komunikasi MQTT, Adafruit BME280 Library untuk akuisisi sensor, Adafruit SSD1306 untuk tampilan OLED, ArduinoJson untuk serialisasi data, serta Preferences (Non-Volatile Storage) bawaan ESP32 untuk menyimpan konfigurasi ambang batas secara permanen [5]. Sensor dikonfigurasi pada mode Normal dengan oversampling 16× untuk suhu dan kelembapan serta filter IIR koefisien 16 guna meningkatkan resolusi dan menekan noise pengukuran [4]. Logika pengendalian relay menggunakan pendekatan berbasis ambang batas dengan operator logika OR: relay kipas aktif apabila suhu melebihi 32°C atau kelembapan melebihi 85%, sedangkan relay pemanas aktif apabila suhu di bawah 20°C atau kelembapan di bawah 40%, sehingga masing-masing parameter dapat memicu aktuator secara independen.

Implementasi Web Dashboard

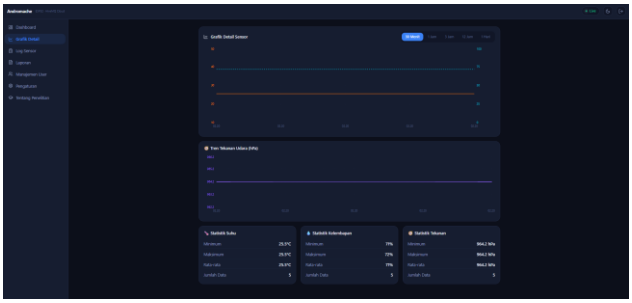
Web dashboard Andromache dikembangkan menggunakan Next.js dan TypeScript, dengan Firebase Authentication untuk manajemen akses dan Firebase Firestore sebagai basis

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

data waktu nyata, sementara distribusi data sensor dari ESP32 ke server memanfaatkan broker MQTT HiveMQ Cloud. Dashboard menampilkan tiga parameter sensor secara real-time beserta klasifikasi status cuaca otomatis, grafik tren temporal dengan sumbu terpisah untuk setiap parameter, panel kendali relay manual maupun otomatis, notifikasi alert dan Telegram, ekspor data ke format Excel dan PDF, manajemen pengguna, serta dukungan Progressive Web App dan tampilan responsif pada perangkat mobile (Gambar 3 dan Gambar 4). Pengujian sistem dilaksanakan pada kandang prototipe berdimensi 60×40×40 cm berbahan triplek 6 mm, dilengkapi kipas DC 12V sebagai aktuator pendingin dan lampu pijar 25W sebagai sumber pemanas.



Gambar 3. Tampilan Dashboard Utama dengan Tiga Parameter Sensor BME280



Gambar 4. Tampilan Grafik Detail Tren Suhu, Kelembapan, dan Tekanan Udara

Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Hasil pengujian akurasi sensor BME280 terhadap alat ukur standar pada lima titik kondisi lingkungan (suhu 22–34°C, kelembapan 55–79% RH, tekanan 1005–1015 hPa) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Pengujian Akurasi Sensor BME280

Parameter	n	Referensi	BME280	Selisih	MAPE (%)
Suhu (°C)	5	28,0	28,3	0,3	1,19
Kelembapan (%)	5	67,4	68,5	1,1	1,61

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

Parameter	n	Referensi	BME280	Selisih	MAPE (%)
Tekanan (hPa)	5	1.010,0	1.010,1	0,5	0,05

Nilai MAPE yang diperoleh, yaitu 1,19% untuk suhu, 1,61% untuk kelembapan relatif, dan 0,05% untuk tekanan udara, seluruhnya berada jauh di bawah ambang batas 5% yang ditetapkan dan secara konsisten lebih baik dibandingkan spesifikasi teknis sensor DHT11 yang lazim digunakan pada penelitian sejenis, yaitu akurasi ±2°C dan ±5% RH [3], [7]. Akurasi tekanan udara yang sangat tinggi (error rata-rata 0,05%) konsisten dengan spesifikasi teknis pabrikan sensor piezo-resistif BME280 yang menyebutkan akurasi ±1 hPa [4].

Hasil Pengujian Waktu Respons Relay

Pengujian waktu respons dilaksanakan sebanyak 10 kali ulangan untuk masing-masing relay. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Pengujian Waktu Respons Relay

Relay	Kondisi Trigger	n	Min (ms)	Max (ms)	Rata-rata (ms)	Keberhasilan
Ch.1 (Kipas)	Suhu > 32,0°C	10	177	194	184,4	100%
Ch.2 (Pemanas)	Suhu < 20,0°C	10	181	198	187,9	100%

Rata-rata waktu respons relay kipas (ch.1) adalah 184,4 ms dan relay pemanas (ch.2) 187,9 ms, keduanya jauh di bawah target 500 ms per siklus, dengan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh 20 pengujian. Salah satu temuan penting selama pengembangan adalah koreksi logika pengendalian pemanas, yang pada implementasi awal menggunakan operator AND antara kondisi suhu rendah dan kelembapan rendah sehingga pemanas gagal aktif ketika suhu rendah namun kelembapan masih normal. Setelah logika diubah menjadi operator OR, konsisten dengan logika kendali kipas, pemanas dapat merespons setiap indikasi kondisi tidak ideal secara independen, sehingga meningkatkan keandalan sistem dalam menjaga kestabilan lingkungan kandang.

Hasil Pengujian Fungsionalitas Web Dashboard

Pengujian black-box terhadap 20 skenario yang mencakup delapan kategori fitur dirangkum pada Tabel 6.

Tabel 6. Ringkasan Hasil Pengujian Fungsionalitas Web Dashboard (Black-Box Testing)

Kategori Pengujian	Jumlah Skenario	Lolos	Persentase
Autentikasi pengguna	2	2	100%

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

Kategori Pengujian	Jumlah Skenario	Lolos	Persentase
Data real-time & visualisasi	3	3	100%
Kendali aktuator	3	3	100%
Konfigurasi ambang batas	2	2	100%
Notifikasi & alert	2	2	100%
Penyimpanan data	1	1	100%
Ekspor data	2	2	100%
Manajemen pengguna	2	2	100%
Antarmuka & PWA	3	3	100%
Total	20	20	100%

Seluruh 20 skenario pengujian black-box dinyatakan Pass, menghasilkan tingkat keberhasilan fungsionalitas 100%. Dua skenario khusus memvalidasi mekanisme penyimpanan konfigurasi ambang batas secara permanen, baik pada Firebase Firestore di sisi dashboard maupun pada flash memory internal ESP32 melalui Non-Volatile Storage, sehingga nilai threshold yang telah diatur pengguna tidak hilang akibat refresh halaman maupun pemadaman listrik pada perangkat.

Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan perlu diakui secara jujur. Pengujian hanya dilaksanakan pada kandang prototipe berskala kecil, belum pada kandang komersial berskala penuh. Parameter kualitas udara lain seperti gas amonia dan CO_2 dari fermentasi kotoran ternak belum terukur oleh sistem. Parameter tekanan udara yang terukur akurat oleh BME280 juga belum dimanfaatkan sebagai variabel prediktif dalam logika pengendalian, melainkan baru sebatas informasi pelengkap kondisi cuaca. Selain itu, kemampuan monitoring jarak jauh dan notifikasi Telegram bergantung penuh pada ketersediaan koneksi internet di lokasi kandang, meskipun kendali lokal berbasis ambang batas tetap berfungsi pada ESP32 secara mandiri.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi lingkungan peternakan berbasis IoT dengan arsitektur tiga lapisan menggunakan ESP32, sensor BME280, relay 2 channel, dan web dashboard Next.js–Firebase yang dapat diakses secara real-time melalui jaringan internet. Penggantian sensor DHT11 yang lazim digunakan pada penelitian sejenis dengan sensor BME280 terbukti meningkatkan akurasi pengukuran sekaligus menghadirkan parameter tambahan berupa tekanan udara, dengan nilai MAPE 1,19% untuk suhu, 1,61% untuk kelembapan, dan 0,05% untuk tekanan, seluruhnya di

Copyright © SENASIF 2026

ISSN: 2598-0076

bawah ambang batas 5% yang ditetapkan. Sistem kendali relay berbasis ambang batas dengan logika OR merespons kondisi lingkungan rata-rata dalam 184,4 ms untuk kipas dan 187,9 ms untuk pemanas, dengan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh pengujian, sementara seluruh 20 skenario pengujian fungsionalitas dashboard juga dinyatakan berhasil. Konfigurasi ambang batas tersimpan permanen baik di Firestore maupun flash memory ESP32, sehingga tahan terhadap refresh halaman maupun pemadaman listrik. Penelitian lanjutan disarankan mempertimbangkan pemanfaatan data tekanan udara sebagai variabel prediksi cuaca jangka pendek, penambahan sensor gas amonia dan CO_2, pengujian pada kandang komersial berskala penuh, integrasi model prediktif berbasis machine learning, serta penguatan aspek keamanan siber pada komunikasi ESP32–broker MQTT.

DAFTAR RUJUKAN

[1] M. R. Adani And I. Faturohman, "Analisis Perbandingan Protokol Mqtt Dan Http Pada Sistem Iot Untuk Monitoring Lingkungan Real-Time," Jurnal Teknik Informatika, Vol. 15, No. 2, Pp. 45–52, 2023.

[2] M. F. Al-Adhim And G. S. Dewi, "Sistem Monitoring Iot Smart Farm Berbasis Web Dengan Integrasi Template Dashboard Bootstrap Dan Laravel 10," Comserva: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat, Vol. 4, No. 7, Pp. 1973–1981, 2024, Doi: 10.59141/Comserva.V4i7.2595.

[3] R. Aspari, L. Samsumar, E. Suryadi, A. Akbar, And Zaenudin, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet Of Things Untuk Meningkatkan Produksi," Journal Of Computer Science And Information Technology, Vol. 1, No. 4, Pp. 351–358, 2024, Doi: 10.70248/Jcsit.V1i4.1285.

[4] Bosch Sensortec, Bme280 Combined Humidity And Pressure Sensor Datasheet, Document Revision 1.24. Bosch Sensortec Gmbh, 2020.

[5] Espressif Systems, Esp32 Series Datasheet, Version 4.4. Espressif Systems, 2023.

[6] M. Hanafi And I. Suharjo, "Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Kandang Ayam Berbasis Iot Dengan Notifikasi Otomatis Dan Pemantauan Real-Time," Jurnal Komputer, Informasi Dan Teknologi, Vol. 5, No. 1, P. 16, 2025, Doi: 10.53697/Jkomitek.V5i1.2836.

[7] Imam And N. Abdillah, "Sistem Pemantau Suhu Dan Kelembapan Pada Kandang Anak Ayam Berbasis Internet Of Things," Jurnal Rekayasa Sistem Informasi Dan Teknologi, Vol. 2, No. 1, Pp. 509–517, 2024, Doi: 10.59407/Jrsit.V2i1.1035.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

[8] H. Kurnia, "Implementasi Iot Pada Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Esp32, Firebase Dan Kodular," Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), Vol. 9, No. 1, 2025.

[9] R. A. Light, "Mosquitto: Server And Client Implementation Of The Mqtt Protocol," Journal Of Open Source Software, Vol. 2, No. 13, P. 265, 2017, Doi: 10.21105/Joss.00265.

[10] Mudlofar And Abal, "Hubungan Temperatur Dan Kelembapan Kandang Terhadap Produksi Susu Sapi Perah Friesian Holstein (Fh) Di Cv. Milkindo Berka Abadi," Diploma Thesis, Politeknik Negeri Jember, 2022.

[11] A. Natanael Simaremare, M. Dani Solihin, J. Margaretha Siregar, W. Martin Sitorus, H. Alexcandra, M. Fajar Dwiandra, And K. Ersada Sinuraya, "Internet Of Things (Iot) Untuk Automasi Dan Monitoring Lingkungan Peternakan Unggas," Aceh Journal Of Electrical Engineering And Technology, Vol. 5, 2025.

[12] E. E. Prasetya, N. Fadillah, R. Satriyo, Y. Medi, And Y. Tharam, "Sistem Monitoring Dan Smart Farming Untuk Peternakan Anak Ayam Berbasis Internet Of Things (Iot)," Entries (Journal Of Electrical Network Systems And Sources), Vol. 3, No. 2, Pp. 60–66, 2024, Doi: 10.58466/Entries.

[13] Rafa Nabil Eivandra, Abd. Hallim, And A. Arbansyah, "Perancangan Sistem Iot Untuk Smart Farming Pada Tanaman Cabai Dengan Sistem Integrasi Website," Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer (Jitek), Vol. 5, No. 2, Pp. 187–204, 2025, Doi: 10.55606/Jitek.V5i2.7642.

[14] A. S. Tanenbaum And D. J. Wetherall, Computer Networks, 5th Ed. Pearson Education, 2011.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076