



Universitas Nusantara PGRI Kediri
UPT. PERPUSTAKAAN, PUBLIKASI DAN INOVASI
Alamat: Kampus 1, Jl. KH. Ahmad Dahlan No.76 Kota Kediri 64112
Telp. (0354) 771576, (0354) 771503, (0354) 771495, Fax. (0354) 771576
Website: <http://ppi.unpkediri.ac.id/> Email: perpustakaan@unpkediri.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS SIMILARITY

Ketua UPT Perpustakaan, Publikasi dan Inovasi Universitas Nusantara PGRI Kediri menerangkan bahwa mahasiswa dengan identitas berikut:

Nama Mahasiswa : Muchammad Fikal Winata
NPM : 2215040017
Program Studi : S1-Peternakan

Judul Karya Ilmiah:

"PENERAPAN IOT PADA AYAM BROILER DALAM PERFORMA PRODUKSI DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN KANDANG"

Dinyatakan sudah memenuhi syarat batas maksimal 30% *similarity* sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada setiap subbab naskah Laporan **Tugas Akhir/Skripsi/Tesis** yang disusun. Demikian Surat Keterangan ini kami berikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Kediri, 30 Juni 2026
Ka UPT PPI,



Dr. Abdul Aziz Hunaifi, M.A





PERSETUJUAN BAU



**BERITA ACARA
KEMAJUAN PEMBIMBINGAN
PENULISAN KARYA TULIS ILMIAH**

1. NAMA MAHASISWA : Muchammad Fikid Winata
NPM : 2215040017
Fak/Jur/Prodi : FIKS / Peternakan
Alamat Rumah : Jl. Gembong Sari, Ds. Galengdowo, Kec. Wonosalam
Alamat email : m.fikal19@gmail.com
No. Telp./HP : 0812 49143013
2. DOSEN PEMBIMBING I : Dr. Nur Salkin, M.MA
Alamat Rumah : Jl. Argawilis No. 617 Semen Kab. Kediri
Alamat email : gatotkoko.80@gmail.com
No. Telp. / HP : 0822 3245 6715
3. DOSEN PEMBIMBING II : Dr. Septa Andaruisworo, M.MA
Alamat Rumah :
Alamat email : Septa@unpkediri.ac
No. Telp. / HP : 0813 3550 5314
4. JUDUL KTI :
Penerapan IoT Pada Ayam Broiler Untuk Meningkatkan
Performance Produksi Dan Manajemen Lingkungan Kandang

Catatan :

1. Periode Bimbingan (Sesuai SK Rektor) : _____
2. Jadwal Bimbingan : _____

	Hari	Pukul	Tempat / Ruang
Pembimbing I			
Pembimbing II			

3. Kemajuan Bimbingan

Pembimbing I

NO.	TANGGAL	MATERI	MASALAH	TT. DOSEN
1	13/4/2026	JUDUL	ACC	
	-	BAB I	REV BAB I	
2	16/4/2026	BAB I	ACC BAB I	
		BAB I	REV BAB I	
3	20/4/2026	BAB II	ACC BAB II REV BAB III	
4	27/4/2026	BAB II-III	REV BAB II-III	
5	8/5/2026	BAB II-III	ACC BAB II-III	
6	8/5/2026	BAB IV	REV BAB IV	
7	15/5/2026	BAB IV	Revisi BAB IV	
8	24/5/2026	BAB IV	REV BAB IV & Daftar Pustaka	
9	29/5/2026	BAB IV	ACC BAB IV	
10	-	BAB V	ACC BAB V	
11	9/6/2026	Abstrak	ACC Abstrak	
			Prap 24/6	

Pembimbing II

NO.	TANGGAL	MATERI	MASALAH	TT. DOSEN
1	6-3-2026	BAB I-III	Kalimat pada tujuan kurang tepat	
2		Bab I	Rumusan masalah	
3		Bab II	Sitasi dan literatur pendukung	
4		Bab III	Konsultasi Materi & Metode	
5	28-4-'26	Bab I-III	ACC Bab I-III	
6		Bab I-III	Proposal fix	
7	25-5-'26	Bab IV	Konsultasi data hasil penelitian	
8	2-6-'26	Bab IV	Bimbingan Bab IV	
9	17-6-'26	Bab IV-V	Bimbingan	
10	23-6-'26	Laporan	Perbaikan di simpulan	
11	29-6-'26	Bab I-V	Sudah fix -	
			ACC - 4/4 Juni	

Mengetahui,
Kaprodin

Dr. Sapta A., M.Pd.
NIDN 0715096906

Kediri, 29 Juni 2026
Mahasiswa Ybs,

Muhammad Fikal Winata
NPM 221540017



Universitas Nusantara PGRI Kediri

Status Terakreditasi Baik Sekali

SK BAN-PT No.671/SK/BAN-PT/Akred/PT/VII/2021 Tanggal 21 Juli 2021

Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM)

Kampus I Jl. K.H. Achmad Dahlan 76 Kediri 64112 Telp.(0354)771576,771503 Kediri

Website: <https://lp2m.unpkediri.ac.id> email:lemlit@unpkediri.ac.id

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI



Nama : Muchammad Fikal Winata
NPM : 2215040017
Prodi : S1-Peternakan
Semester/Tahun Akademik : Genap, 25/26
Hari/Tanggal Ujian : Selasa / 14 Juli 2026
Judul : PENERAPAN IOT PADA AYAM BROILER DALAM
PERFORMA PRODUKSI DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
KANDANG
Dengan Hasil : Revisi Naskah
Nilai : 92 (A)

Catatan Revisi:

Tambahkan literatur Jurnal Nasional di Hasil dan Pembahasan yang mendukung, Sesuai dalam form perbaikan/revisi, -

Ketua Penguji

✔ Valid

(Dr. NUR SOLIKIN, S.Pd,M. MA)

Penguji 1

✔ Valid

(Ardina Tanjungsari, M.Si)

Penguji 2

✔ Valid

(Dr. SAPTA ANDARUISWORO, S.Pt.,
M.MA)

NB:

- Tanda Tangan revisi (Ketua Penguji, Penguji 1, dan Penguji ke-n) dilakukan secara manual
- Nilai berasal dari gabungan dari seluruh dosen penguji
- Daftar Dosen yang telah mengisi nilai: Nur Solikin, Sapta Andaruisworo, Ardina Tanjungsari



Universitas Nusantara PGRI Kediri

Status Terakreditasi Baik Sekali

SK BAN-PT No.671/SK/BAN-PT/Akred/PT/VII/2021 Tanggal 21 Juli 2021

Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM)

Kampus I Jl. K.H. Achmad Dahlan 76 Kediri 64112 Telp.(0354)771576,771503 Kediri

Website: <https://lp2m.unpkediri.ac.id> email: lemlit@unpkediri.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Pada hari ini Selasa tanggal 14 Juli 2026 bertempat di Ruang UJIAN P-B Universitas Nusantara PGRI Kediri, telah dilaksanakan Ujian Skripsi Mahasiswa Universitas Nusantara PGRI Kediri :



Nama : Muchammad Fikal Winata
NPM : 2215040017
Prodi : S1-Peternakan
Semester/Tahun Akademik : Genap, 25/26
Judul : PENERAPAN IOT PADA AYAM BROILER DALAM PERFORMA PRODUKSI DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN KANDANG
Dengan Hasil : Revisi Naskah
Nilai : 92 (A)

Ketua Penguji

✓ Valid

(Dr. NUR SOLIKIN, S.Pd,M. MA)

Penguji 1

✓ Valid

(Ardina Tanjungsari, M.Si)

Penguji 2

✓ Valid

(Dr. SAPTA ANDARUISWORO, S.Pt., M.MA)

NB:

- Input Nilai dilakukan oleh Ketua Penguji, Penguji 1, dan Penguji ke-n melalui siakad
- Nilai Final berasal dari gabungan seluruh dosen penguji
- Daftar Dosen yang telah mengisi nilai: Nur Solikin, Sapta Andaruisworo, Ardina Tanjungsari
- Pastikan semua penguji telah melakukan input nilai

PENERAPAN IOT PADA AYAM BROILER DALAM PERFORMA PRODUKSI DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN KANDANG

by Turnitin Arise

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri ayam broiler Indonesia mencatatkan produksi daging sebesar 3,86 juta ton pada tahun 2023, menjadikan Indonesia salah satu produsen ayam broiler terbesar di Asia Tenggara (Kementerian Pertanian, 2023). Di tengah besarnya kapasitas produksi tersebut, ancaman *heat stress* akibat iklim tropis Indonesia yang rata-rata mencapai 27–34 °C menjadi tantangan teknis yang paling sulit dikendalikan. Bukti bahwa *heat stress* secara signifikan meningkatkan mortalitas broiler hingga 3,74 kali lipat dan menaikkan FCR sebesar 0,17 poin dibandingkan kondisi suhu *thermoneutral* (Liu *et al.*, 2020).

Teknologi *internet of things* hadir sebagai solusi transformatif dalam keterbatasan sistem pengawasan tersebut. Melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan platform berbasis *cloud*, sistem IoT memungkinkan akuisisi, pengiriman, dan analisis data lingkungan kandang secara otomatis, berkelanjutan, dan *real-time* tanpa intervensi langsung dari operator (Elwakeel, 2025). Kemampuan ini menjadikan *internet of things* sebagai fondasi manajemen kandang presisi (*precision livestock farming*) yang mampu mendeteksi penyimpangan iklim mikro secara dini sebelum berdampak fatal terhadap populasi ternak (Isya Alfassa *et al.*, 2025).

Berdasarkan studi komparatif siklus produksi, kandang *closed house* terbukti menghasilkan nilai FCR yang lebih baik, mortalitas lebih rendah, dan *index performance* lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kandang *open house* (Paly *et al.*, 2023). Namun demikian, keunggulan *closed house* hanya dapat dioptimalkan apabila didukung oleh sistem *monitoring* iklim mikro yang presisi. Penelitian oleh Hadyanto dan Amrullah (2022), membuktikan bahwa penerapan sistem IoT pada kandang broiler mampu meningkatkan stabilitas suhu-kelembaban dan menurunkan angka mortalitas terutama pada fase *brooding* yang paling rentan terhadap cekaman panas.

Di sisi lain, ketidakkonsistenan pencatatan data performa harian oleh tenaga manusia menjadi penghambat serius dalam evaluasi manajemen produksi. Implementasi perhitungan *index performance* (IP) secara akurat membutuhkan basis data harian yang terintegrasi dan terstandar (Adijaya dan Alawiyah, 2018). Tanpa sistem digitalisasi pencatatan yang andal, peternak kehilangan kemampuan untuk mengevaluasi kinerja produksi secara objektif dan tepat waktu. Oleh sebab itu, penelitian ini mengembangkan sistem IoT terintegrasi yang menggabungkan fungsi *monitoring* lingkungan *real-time* dengan platform pencatatan data performa digital sebagai solusi komprehensif bagi peternakan broiler modern.

Berdasarkan penelitian oleh Vinanda *et al.*, (2016), mengidentifikasi bahwa penyakit, kualitas bibit, dan fluktuasi suhu lingkungan merupakan tiga sumber risiko utama dalam usaha peternakan ayam broiler. Dari ketiganya, fluktuasi suhu merupakan faktor paling sulit dikendalikan dengan metode manual dan serta memiliki dampak nyata terhadap performa ayam broiler dan kelangsungan usaha peternak.

Ketidakteraturan dalam pendokumentasian data produksi harian serta menjadi hambatan serius bagi peternakan modern. Pencatatan data harian yang konsisten bukan sekadar aktivitas administratif, melainkan basis utama dalam menentukan tingkat keberhasilan usaha. Sejalan dengan hal tersebut, Adijaya & Alawiyah (2018), menekankan bahwa implementasi perhitungan *index performance* (IP) merupakan indikator vital untuk mengukur prestasi dan efisiensi manajemen peternak ayam broiler. Tanpa sistem pencatatan harian yang terintegrasi dan akurat, perhitungan IP menjadi tidak presisi, sehingga peternak kehilangan kemampuan untuk mengevaluasi performa secara objektif. Oleh karena itu, digitalisasi pencatatan data harian menjadi krusial agar hasil evaluasi kinerja peternakan dapat disajikan secara cepat dan transparan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi teknologi yang terintegrasi guna meningkatkan keandalan manajemen kandang dan efisiensi pencatatan data. Penerapan sistem IoT menawarkan pendekatan yang terukur sensor mengakuisisi data mikroklimat setiap interval waktu

tertentu, mikrokontroler mengirimkan ke *database*, dan peternak menerima peringatan dini di *smartphone* begitu suhu melewati ambang kritis (Elwakeel, 2025).

Menurut penelitian Hadyanto dan Amrullah (2022) , membuktikan efektivitas sistem IoT dalam menstabilkan kondisi kandang broiler. Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada fungsi *monitoring* lingkungan semata dan belum mengintegrasikan pencatatan data performa produksi secara digital. Penelitian ini hadir mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem IoT terintegrasi yang menjalankan dua fungsi secara simultan, pemantauan mikroklimat *real-time* dengan peringatan dini, dan platform digital pencatatan ADG, FCR, IP, serta mortalitas harian.

Penelitian ini tidak hanya mengadopsi konsep *monitoring* berbasis IoT yang telah diterapkan pada penelitian sebelumnya, tetapi penelitian ini serta mengembangkannya menjadi sistem manajemen produksi yang lebih komprehensif dan aplikatif sesuai dengan kebutuhan peternakan ayam broiler modern. Penelitian ini merancang dan membangun prototipe *internet of things* yang mampu memantau suhu dan kelembaban kandang secara *real-time*, memberikan peringatan dini terhadap kondisi lingkungan yang tidak sesuai, serta menyediakan platform pencatatan data performa harian, seperti konsumsi pakan dan mortalitas, secara digital. Penerapan sistem ini diharapkan meningkatkan efisiensi manajemen kandang, dan stabilitas produksi ayam broiler.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, persoalan utama yang teridentifikasi dalam manajemen pemeliharaan ayam broiler di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Tingginya risiko heat stress akibat fluktuasi suhu lingkungan kandang yang tidak stabil, yang berdampak fatal pada peningkatan angka mortalitas dan pembengkakan rasio konversi pakan (FCR).
2. Sistem pengawasan suhu dan kelembaban yang masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur konvensional. Hal ini menyebabkan tidak adanya sistem peringatan dini (*early warning system*), sehingga

peternak sering terlambat merespons perubahan suhu kritis yang memicu kematian mendadak.

3. Proses pencatatan data performa harian (seperti input konsumsi pakan dan jumlah kematian ayam) yang masih dilakukan secara tertulis oleh tenaga manusia. Metode manual ini dinilai tidak efisien, rentan terhadap risiko kehilangan data, memicu kesalahan rekapitulasi (*human error*), dan menyulitkan evaluasi *index performance* (IP) secara cepat.
4. Belum adanya sebuah sistem terintegrasi yang menggabungkan fungsi pemantauan lingkungan kandang secara *real-time* dengan platform pencatatan data performa produksi digital yang praktis bagi peternak.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini tidak membahas integrasi sistem kontrol otomatis, analisis finansial, ataupun implementasi pada skala produksi komersial, sehingga fokus diarahkan pada pengujian fungsionalitas dan keandalan prototipe pada skala terbatas. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan prototipe sistem *internet of things* yang berfungsi untuk memantau suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler secara *real-time* serta menyediakan fitur pencatatan data performa harian, termasuk konsumsi pakan, *feed conversion ratio*, *average daily gain*, dan *index performance* dan mortalitas. Ruang lingkup penelitian serta mencakup analisis keterkaitan secara deskriptif antara kestabilan lingkungan kandang dengan performa harian sebagai dasar evaluasi awal potensi peningkatan efisiensi produksi.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem *internet of things* untuk memantau suhu dan kelembaban kandang ayam broiler secara *real-time* dengan fitur peringatan dini?
2. Bagaimana mengembangkan prototipe sistem *internet of things* yang mampu memfasilitasi pencatatan data performa harian mencakup konsumsi pakan, FCR, ADG, IP, dan mortalitas secara digital dan terstruktur?

3. Bagaimana efektivitas prototipe sistem *internet of things* dalam meningkatkan pemantauan lingkungan kandang dan pencatatan data performa harian dibandingkan metode manual?

E. Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem *internet of things* yang mampu memantau suhu dan kelembaban kandang ayam broiler secara *real-time* serta memberikan peringatan dini terhadap kondisi lingkungan yang tidak stabil.
2. Mengembangkan prototipe sistem *internet of things* yang mampu memfasilitasi pencatatan data performa harian mencakup konsumsi pakan, FCR, ADG, IP, dan mortalitas secara digital dan terstruktur
3. Menganalisis efektivitas prototipe sistem IoT dalam meningkatkan pemantauan lingkungan kandang dan pencatatan data performa harian dibandingkan metode manual.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis
 - a. Menyediakan sistem *internet of things* yang membantu peternak memantau suhu dan kelembaban kandang secara *real-time* serta mendeteksi potensi gangguan lebih dini.
 - b. Meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan data performa harian, seperti konsumsi pakan, mortalitas, sehingga mempermudah analisis indikator produksi seperti FCR, ADG, dan IP.
 - c. Mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data akurat untuk menjaga stabilitas produksi ayam broiler.
2. Manfaat Teoritis
 - a. Berkontribusi pada pengembangan implementasi sistem IoT dalam bidang budidaya dan manajemen peternakan.
 - b. Referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada integrasi antara sistem *monitoring* lingkungan dan sistem pencatatan performa produksi di sektor peternakan modern.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Ayam Broiler

Ayam broiler merupakan jenis unggas hasil persilangan genetika yang dikembangkan untuk laju pertumbuhan cepat guna memenuhi kebutuhan daging dalam waktu singkat. Karakteristik utama ayam broiler adalah kemampuannya dalam mengubah pakan menjadi daging secara efisien atau memiliki angka konversi pakan yang rendah. Namun, laju metabolisme yang tinggi ini menyebabkan ayam broiler menjadi sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan mikroklimat di dalam kandang. Faktor kenyamanan termal menjadi penentu keberhasilan produksi, karena ketidaksesuaian suhu dan kelembaban dapat memicu stres, menghambat pertumbuhan, hingga menyebabkan kematian mendadak.

Manajemen lingkungan kandang yang presisi menjadi syarat mutlak dalam pemeliharaan ayam broiler modern, terutama pada fase *brooding* atau masa awal pertumbuhan di mana sistem pengaturan suhu tubuh ayam belum berfungsi sempurna. Penggunaan teknologi untuk pemantauan kondisi kandang sangat diperlukan untuk memitigasi risiko tersebut. Sebagaimana hasil penelitian Hadyanto dan Amrullah (2022), penerapan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban berbasis IoT pada kandang terbukti mampu meningkatkan stabilitas kondisi lingkungan kandang. Stabilitas pada lingkungan yang terjaga melalui sistem *monitoring* ini secara langsung berdampak pada penurunan tingkat (kematian) mortalitas ayam, khususnya pada fase awal pemeliharaan yang sangat rentan.

2. *Internet of Things* (IoT) untuk Peternakan

Peternakan unggas modern, teknologi IoT memungkinkan pemantauan parameter lingkungan kandang meliputi suhu, kelembaban, kadar amonia NH₃, dan metana (CH₄) secara otomatis, kontinu, dan

real-time tanpa keterlibatan operator secara langsung (Elwakeel, 2025). Sistem IoT pada kandang unggas umumnya dibangun di atas tiga komponen inti: (1) node sensor sebagai akuisitor data lingkungan, (2) mikrokontroler sebagai pemroses dan pengirim data via protokol HTTP atau MQTT, serta (3) platform *cloud* sebagai basis data sekaligus antarmuka visualisasi bagi pengguna akhir (Isya Alfassa *et al.*, 2025). Integrasi ketiga lapisan ini memungkinkan peternak untuk merespons perubahan kondisi kandang secara cepat dan berbasis data kapasitas yang tidak dapat dicapai oleh sistem pengawasan manual. Studi implementasi serupa pada peternakan ayam di India menegaskan bahwa otomatisasi pemantauan suhu dan kelembaban kandang berbasis IoT mampu mengurangi ketergantungan pada proses pengawasan manual sekaligus mendukung praktik manajemen perkandangan yang lebih modern (Sasirekha *et al.*, 2023). Sejalan dengan hal tersebut, sistem berbasis sensor DHT dan platform IoT terbukti mampu memantau suhu dan kelembaban kandang ayam secara akurat dengan biaya komponen perangkat yang relatif terjangkau (Sanjaya dan Fadlil, 2023).

Dalam konteks peternakan modern, IoT berperan mendukung penerapan konsep *smart farming*, yaitu sistem pertanian presisi yang mengandalkan sensor dan analisis data untuk meningkatkan efisiensi produksi. Menurut Isya Alfassa *et al.*, (2025), *internet of things* bekerja melalui integrasi tiga komponen utama, antara lain yaitu perangkat sensor yang mengakuisisi data dari lingkungan, *mikrokontroler* sebagai pemroses data, dan sebagai modul konektivitas yang mengirimkan data ke platform pengguna.

Penerapan *internet of things* pada bidang peternakan khususnya broiler memungkinkan pemantauan kondisi kandang secara *real-time* dan berkelanjutan, sehingga sebagai peternak langsung dapat merespons perubahan lingkungan secara cepat akurat. Penelitian oleh Hadyanto dan Amrullah (2022), menunjukkan bahwa sistem IoT yang diterapkan pada kandang ayam broiler mampu menjaga iklim kandang serta menurunkan tingkat mortalitas ayam broiler pada fase awal

pemeliharaan. Hasil tersebut telah membuktikan bahwa *internet of things* memiliki potensi besar untuk mendukung efisiensi dan keandalan manajemen kandang dalam sistem peternakan modern.

3. Manajemen Peternakan

Manajemen data produksi merupakan tulang punggung evaluasi kinerja peternakan broiler modern. Tanpa sistem pencatatan yang terstruktur, perhitungan indikator-indikator kritis seperti FCR, ADG, dan *Index Performance* (IP) tidak dapat dilakukan secara akurat dan *real-time* (Adijaya dan Alawiyah, 2018). Perkembangan platform digital berbasis *cloud* telah memungkinkan integrasi antara sistem sensor lingkungan dengan *database* pencatatan performa, sehingga seluruh data harian tersimpan secara otomatis dan dapat diakses kapan saja melalui perangkat seluler peternak (Jejen *et al.*, 2025).

Dalam konteks implementasi, prototipe difungsikan sebagai pencatatan yang terhubung langsung dengan basis data *cloud*. Arsitektur memungkinkan sinkronisasi data sensor suhu kelembaban dari ESP32 dengan data performa harian yang diinput peternak, menghasilkan sistem manajemen kandang yang terintegrasi secara vertikal dari sensor fisik hingga laporan kinerja produksi (Sanmorino, 2017). Penelitian ini mengadopsi prinsip tersebut dengan mengembangkan fitur pencatatan digital yang terhubung langsung dengan sistem IoT, sehingga proses pencatatan dan pemantauan dapat dilakukan secara terpadu dan *real-time*.

4. Manajemen Kandang dan Performa Produksi Broiler

Manajemen kandang merupakan upaya pengaturan seluruh faktor lingkungan yang memengaruhi kesehatan dan produktivitas ternak, seperti suhu, kelembaban, dan kepadatan populasi. Pengelolaan yang tepat terhadap faktor tersebut menjadi kunci menciptakan lingkungan kandang yang ideal bagi performa pada ayam broiler. Menurut penelitian (Hadyanto dan Amrullah, 2022), pengendalian mikroklimat pada kandang melalui sistem IoT terbukti mampu menjaga kestabilan lingkungan, terutama pada fase awal pertumbuhan yang sangat sensitif

terhadap *stres termal*. Stabilitas pada lingkungan kandang ini secara langsung berdampak pada peningkatan pertumbuhan, efisiensi pakan, dan penurunan tingkat mortalitas.

Penelitian Maulana *et al.*, (2024), menunjukkan bahwa kondisi mikroklimat sangat menentukan performa ayam, terutama pada sistem kandang ayam broiler modern seperti *closed house*. Mereka menemukan bahwa ketidaksesuaian suhu dan kelembaban berdampak langsung terhadap bobot badan harian, FCR, dan mortalitas.

Tabel 2.1 Mikroklimat Ideal Ayam Broiler

Umur (hari)	Fase	Suhu Ideal (°C)	Kelembaban Ideal (%)
0–7	<i>Brooding</i>	32–34	60–70
8–21	<i>Grower</i>	28–31	60–70
21–35	<i>Finisher</i>	25–28	50–70

Sumber: (Maulana et al., 2024)

Suhu di atas 34 °C untuk fase *brooding* atau di atas 28 °C untuk fase *finisher* berpotensi memicu *heat stress* yang secara signifikan meningkatkan mortalitas dan FCR (Liu *et al.*, 2020).

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengawasan manual masih menjadi kendala utama dalam sistem manajemen kandang ayam broiler (Gunawan *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil observasi lapangan, ditemukan bahwa meskipun kandang-kandang modern telah menggunakan sistem *closed house*, variasi hasil produksi masih tetap tinggi akibat keterbatasan sistem pengawasan manusia. Hal ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan adanya insiden kematian massal ayam akibat gangguan ventilasi yang tidak terdeteksi secara dini. Sebagaimana ditegaskan oleh Hadyanto dan Amrullah (2022), penerapan sistem *monitoring* mikroklimat berbasis IoT pada kandang sangat krusial untuk memberikan stabilitas kondisi lingkungan yang presisi dan sulit dicapai melalui pengawasan konvensional.

Selain risiko fisik tersebut, ketidakkonsistenan pencatatan data harian oleh tenaga manusia atau checker semakin mempertegas perlunya solusi berbasis teknologi untuk mengatasi dua kelemahan utama, yaitu risiko kegagalan *monitoring* lingkungan secara *real-time* dan ketidakakuratan dokumentasi performa. Urgensi digitalisasi data ini juga diperkuat oleh Adijaya dan Alawiyah (2018), yang menyatakan implementasi perhitungan *index performance* (IP) merupakan indikator vital untuk menentukan prestasi peternak secara objektif. Tanpa sistem pencatatan harian yang terintegrasi, perhitungan IP menjadi tidak presisi dan menyulitkan evaluasi efisiensi manajemen.

Penelitian Farish Muta'affif *et al.*, (2017), berhasil mengembangkan satu sistem berbasis IoT yang memungkinkan memantau kondisi peternakan secara *real-time* tanpa harus hadir di lokasi. Penelitian serupa dilakukan oleh Gunawan *et al.*, (2021), yang mengintegrasikan fungsi *monitoring* dengan sistem pemberi pakan otomatis berbasis IoT. Sistem tersebut menunjukkan bahwa IoT dapat berfungsi ganda, baik sebagai alat pemantau maupun pengendali aktivitas peternakan. Uji lapangan terhadap sistem pemantauan IoT pada peternakan ayam turut membuktikan bahwa kinerja sensor suhu dan kelembaban tetap stabil pada periode pemeliharaan yang berbeda, sehingga layak diandalkan untuk pemantauan jangka panjang pada kondisi operasional nyata (Mulya *et al.*, 2024).

Dalam manajemen lingkungan kandang, penelitian oleh Rohman dan Isnain (2025), membuktikan bahwa pengendalian (*mikroklimat*) suhu dan kelembaban berbasis IoT mampu menjaga kestabilan lingkungan kandang sesuai nilai ambang yang ditetapkan, sehingga menciptakan sebuah kondisi ideal bagi pertumbuhan ayam broiler. Sementara itu, pada bidang manajemen performa produksi, penelitian oleh Jejen *et al.*, (2025), menegaskan pentingnya menerapkan sistem informasi berbasis web untuk menghitung dan menganalisis *index performance* (IP) secara otomatis. Pendekatan ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi pencatatan sekaligus mempermudah proses evaluasi kinerja produksi.

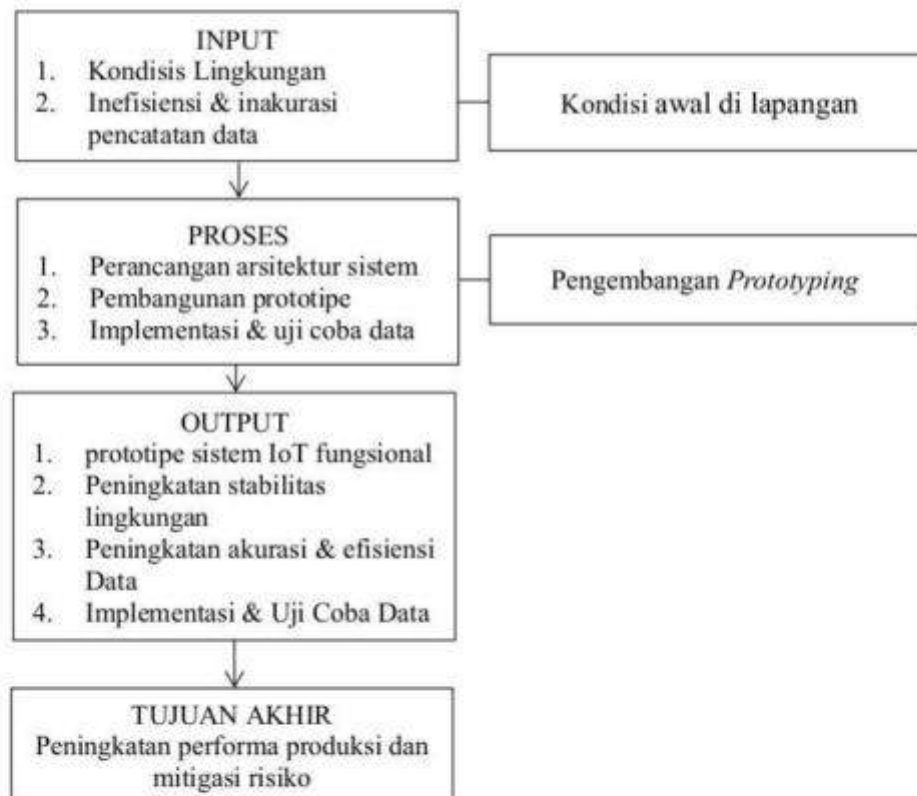
Belum ada penelitian yang mengintegrasikan kedua fungsi tersebut dalam satu ekosistem yang terhubung secara arsitektural dari sensor fisik hingga *dashboard* performa peternak. Penelitian ini mengisi celah tersebut secara spesifik pada konteks kandang *closed house* mitra kemitraan di Kabupaten Malang, dengan populasi nyata 5.000 ekor dan pengujian selama satu siklus pemeliharaan penuh 35 hari.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti & Tahun	Judul/Fokus	Metode	Hasil Utama	Relevansi
1	(Hadyanto dan Amrullah, 2022)	Sistem <i>monitoring</i> suhu-kelembaban kandang broiler berbasis IoT	Eksperimental IoT	IoT meningkatkan stabilitas mikroklimat, menurunkan mortalitas fase <i>brooding</i>	Landasan teknis <i>monitoring</i> IoT broiler
2	(Elwakeel, 2025)	Smart automatic control & <i>monitoring</i> poultry houses + <i>early warning system</i>	R&D, IoT-GSM	AMCU IoT monitor suhu, RH, NH ₃ , CH ₄ ; akurasi $r > 0,96$; biaya USD 76 (11,68% harga komersial)	Referensi IoT <i>early warning</i> terbaru, perkuat Bab I & IV
3	(Liu <i>et al.</i> , 2020)	<i>Heat stress</i> impacts on broiler: systematic review & meta-analysis	Meta-analisis	<i>Heat stress</i> tingkatan mortalitas $3,74 \times$ (OR=3,74) dan FCR +0,17 secara signifikan	Bukti ilmiah urgensi kontrol suhu, perkuat Bab I & IV
4	(Paly <i>et al.</i> , 2023)	Perbandingan kinerja broiler closed vs. <i>open house</i> (11 siklus, 32 obs.)	Observasional survei	<i>Closed house</i> : FCR lebih baik, mortalitas lebih rendah, IP lebih tinggi ($p < 0,05$)	Bukti empiris keunggulan <i>closed house</i> + data FCR-IP pembanding
5	(Forseth <i>et al.</i> , 2024)	Mortality risk on farm: comparison 2 broiler hybrids, 64,6 juta ekor	Retrospektif kohort	Mortalitas berkorelasi kuat dengan strain genetik dan laju pertumbuhan populasi	Perkuat argumen survivor bias di Bab IV

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan studi pendahuluan dan tinjauan pustaka, teridentifikasi adanya permasalahan ganda dalam manajemen peternakan ayam broiler konvensional. Pertama, terdapat risiko kegagalan manajemen lingkungan akibat keterbatasan sistem pengawasan manual, yang dapat berujung pada kerugian fatal. Kedua, proses pencatatan data performa harian yang manual terbukti tidak efisien, tidak akurat, dan menyebabkan variasi hasil produksi. Untuk mengatasi permasalahan ganda ini, maka diajukan solusi berupa pengembangan sebuah sistem teknologi terintegrasi melalui pendekatan Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development*).



Gambar 2.1 Diagram alir kerangka berpikir

Sistem ini akan memiliki dua fungsi utama. Fungsi pertama adalah modul *monitoring* lingkungan, di mana sensor akan mengakuisisi data suhu dan kelembaban secara *real-time* dan sistem akan mengirimkan peringatan dini jika kondisi berada pada luar rentang ideal. Fungsi kedua adalah modul pencatatan data performa, dimana menyediakan tampilan aplikasi prototipe

bagi peternak untuk menginput data harian yang kemudian akan diolah secara otomatis.

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebuah prototipe sistem IoT terintegrasi yang fungsional dan tervalidasi. Penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan manajemen lingkungan kandang melalui adanya peringatan dini, serta meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan data performa. Secara keseluruhan, solusi ini diharapkan dapat berkontribusi pada mitigasi risiko dan optimalisasi atau memaksimalkan manajemen untuk peningkatan performa produksi ayam broiler.

Berdasarkan kajian teori dan penelitian terdahulu, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada performa produksi harian ayam broiler (ADG, FCR, dan *index performance*) antara siklus pemeliharaan menggunakan sistem IoT terintegrasi dan siklus pemeliharaan menggunakan metode manual konvensional.
2. H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan pada performa produksi harian ayam broiler (ADG, FCR, dan *index performance*) antara siklus pemeliharaan menggunakan sistem IoT terintegrasi dan siklus pemeliharaan menggunakan metode manual konvensional.

Hipotesis di atas diuji menggunakan uji parametrik *Paired Sample T-Test* dengan signifikansi $\alpha = 0,05$. H_1 diterima apabila probabilitas Sig. (2-tailed) $< 0,05$ (Sugiyono, 2018).

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

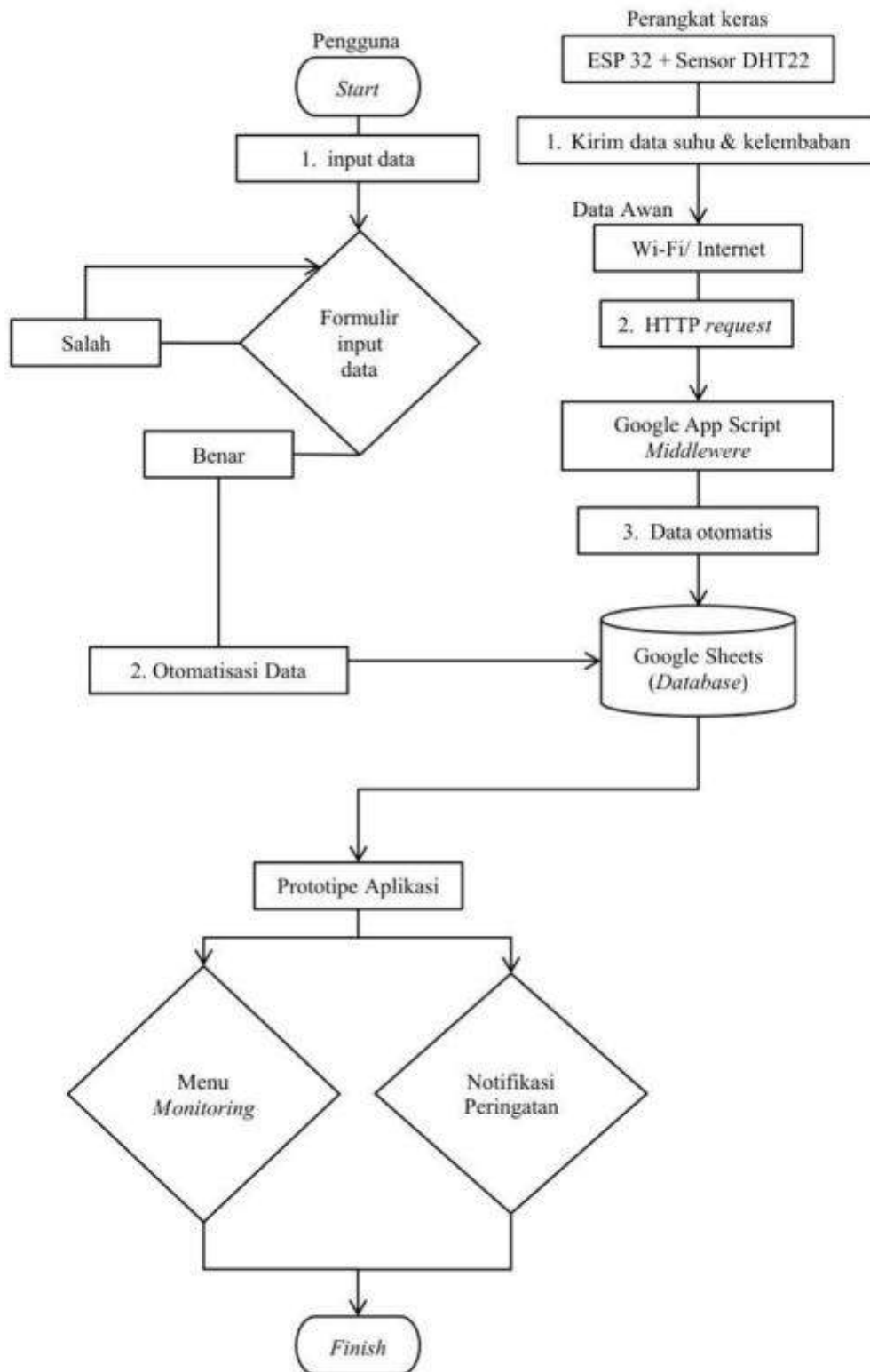
Penelitian ini menggunakan metode *research* dan *development*. Menurut Sugiyono (2018), metode *research* dan *development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Pemilihan pendekatan ini didasarkan pada tujuan utama penelitian yang tidak sekadar mengobservasi permasalahan manajemen lingkungan kandang, melainkan berfokus pada penciptaan solusi teknologi yang aplikatif. Dalam konteks penelitian ini, produk yang dihasilkan berupa sistem IoT terintegrasi, yang selanjutnya diuji secara langsung untuk memastikan kelayakan, kepraktisan, serta keefektifannya dalam mendukung performa produksi ayam broiler.

B. Model Pengembangan yang Digunakan

Model pengembangan spesifik yang dipilih adalah Model *Prototyping*. Model ini sangat sesuai untuk proyek pengembangan perangkat keras dan lunak. Sugiyono (2018), menjelaskan bahwa model prototipe memungkinkan pengembang dan pengguna (*user*) untuk saling berinteraksi selama proses pengembangan, di mana prototipe dirancang, dibangun, diuji oleh pengguna, dan disempurnakan secara berulang hingga benar-benar memenuhi semua kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan. Untuk sifatnya yang iteratif ini memastikan bahwa produk di akhir sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

C. Desain atau Produk yang Dikembangkan

Desain pengembangan produk dalam penelitian ini menyajikan cetak biru (*blueprint*) dari arsitektur sistem IoT terintegrasi, yang terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu meliputi desain perangkat keras dan desain perangkat lunak.



Gambar 3.1 Flowchart Sistem

Keterangan:

a) Oval (*Terminator*)

Menandai titik awal (*start*) dan akhir (*finish*) alur proses.

b) Persegi Panjang (*Process/Component*)

Merepresentasikan komponen perangkat keras (ESP 32 dan DHT 22, Google App Script, prototipe aplikasi) atau sebuah proses dan serta aksi (input data, tulis data manual, dan salah).

c) Belah Ketupat (*Decision*)

Merepresentasikan titik keputusan, validasi (formulir input data), atau percabangan fungsional (menu *monitoring*, notifikasi peringatan).

d) Tabung/Silinder (*Database*)

Merepresentasikan basis data atau penyimpanan data (*database*).

e) Panah (*Flow Line*)

Menunjukkan arah alur proses dan perpindahan data.

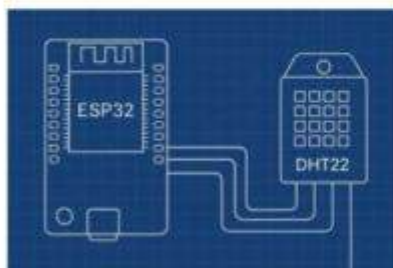
f) Teks (Tanpa Simbol)

Merepresentasikan aktor (pengguna dan perangkat keras) atau sebuah label kondisi (benar).

Diagram alir (*flowchart*) yang telah dipaparkan sebelumnya telah memvisualisasikan sebuah arsitektur fungsional dan alur data sistem secara konseptual. Sesuai dengan arsitektur yang diusulkan, perancangan teknis ini dibagi menjadi dua komponen:

1. Desain Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang akan dikembangkan merupakan sebuah nodus sensor (*sensor node*) yang bertugas untuk mengakuisisi data lingkungan kandang. Komponen inti dari perangkat keras ini adalah mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi internal.



Gambar 3.2 *Blueprint* ESP32 dan DHT22

Mikrokontroler ini akan terhubung dengan sensor suhu dan kelembaban DHT22 untuk membaca data iklim mikro secara periodik dan *real-time*. Desain perangkat keras ini divisualisasikan dalam sebuah diagram blok yang menggambarkan hubungan antara sensor, mikrokontroler, dan konektivitas Wi-Fi untuk pengiriman data.

2. Desain Perangkat Lunak (*Software*)

Desain perangkat lunak (*software*) merupakan arsitektur digital yang mampu mengintegrasikan semua komponen sistem, mulai dari *database* hingga penyajian pada *dashboard* informasi kepada peternak. Arsitektur ini terdiri dari empat lapisan utama:

a. *Firmware* (Bahasa Penghubung)

Kode (*source code*) ditanam pada sensor mikrokontroler ESP32 menggunakan bahasa C++. *Firmware* bertugas membaca data sensor perangkat DHT22 pada interval waktu yang ditentukan, menghubungkan perangkat ke jaringan internet, dan mengirimkan data suhu serta kelembaban ke *endpoint* spesifik melalui protokol HTTP.

b. Basis Data (*Database*)

Google Sheets akan difungsikan sebagai basis data utama yang bersifat *cloud-based*. Basis data ini akan terdiri dari beberapa lembar kerja (*sheet*), di antaranya data sensor untuk menampung data otomatis dari ESP32 dan data harian untuk menampung data performa yang diinput oleh peternak.

c. Aplikasi Penghubung (*Middleware*)

Menjembatani komunikasi antara perangkat keras dengan basis data (Google Sheets), akan digunakan Google Apps Script. Script ini diaplikasikan sebagai *Web App* yang menghasilkan sebuah URL unik. Modul akan mengirimkan data sensor ke URL tersebut, dan skrip akan menangkap data untuk kemudian menuliskannya ke dalam lembar kerja basis data.

d. Antarmuka Pengguna (*Front-end*)

Halaman *dashboard* aplikasi untuk pengguna akhir akan dibangun menggunakan platform *no-code* yaitu menggunakan AppSheet. Aplikasi ini akan terhubung langsung dengan file Google Sheets sebagai sumber datanya dan akan memiliki tiga fitur utama, antara lain *dashboard monitoring* untuk visualisasi data sensor, formulir input data untuk pencatatan data performa harian, dan Sistem Peringatan (notifikasi) untuk mengirimkan notifikasi ke *smartphone* peternak.

D. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan sistem akan mengikuti langkah prosedural sistematis sesuai model prototipe yang dipilih. Adapun rinciannya sebagai berikut:

1. Fase Analisis Awal

Fase analisis awal mengidentifikasi kondisi eksisting sistem pemantauan iklim kandang sebagai dasar pengembangan sistem berbasis IoT. Analisis dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan pengelola kandang untuk memperoleh data faktual mengenai proses pemantauan. Menurut Rosa dan Shalahuddin (2018), tahap fase analisis merupakan fase awal yang berfungsi untuk memahami kebutuhan pengguna dan permasalahan pada sistem berjalan sebelum dilakukan perancangan sistem baru. Hasil analisis Rosa & Shalahuddin (2018), menunjukkan bahwa pemantauan di lapangan masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur konvensional dengan pencatatan data tertulis. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan deteksi perubahan lingkungan dan menurunkan akurasi data. Selain itu, belum terdapat sistem peringatan dini terhadap penyimpangan suhu dan kelembaban.

Dengan demikian, diperlukan sistem berbasis IoT yang mampu menampilkan data *real-time*, menyimpan *input* hasil pengukuran secara digital, dan memberikan peringatan otomatis aktual guna meningkatkan efisiensi serta akurasi pemantauan kandang ayam broiler.

2. Fase Perancangan Alur

Fase perancangan alur bertujuan untuk merancang struktur dan hubungan antar komponen. Rosa & Shalahuddin (2018), tahap pada fase perancangan merupakan proses penerjemahan hasil analisis ke dalam bentuk model sistem yang terstruktur agar dapat diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada tahap ini disusun rancangan alur sistem yang menggambarkan sebuah proses pengumpulan data, pengolahan data, dan penyajian data suhu serta kelembaban kandang ayam broiler.

a. *Baseline*

Kondisi awal menunjukkan bahwa proses pemantauan suhu dan kelembaban kandang ayam broiler masih dilakukan secara manual menggunakan sebuah alat ukur konvensional (tradisional) dan pencatatan tertulis. Belum terdapat integrasi antara pengukuran, penyimpanan data, dan serta pemberian peringatan dini terhadap perubahan kondisi lingkungan.

b. Proses

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun alur sistem secara berurutan yang mencakup:

- 1) Pengambilan data suhu dan kelembaban menggunakan sensor.
- 2) Pemrosesan data mikrokontroler sebagai pengendali utama.
- 3) Pengiriman data ke server melalui modul komunikasi nirkabel.
- 4) Penyimpanan data dalam basis data digital.
- 5) Penyajian data secara *real-time* melalui antarmuka pengguna (*dashboard*).
- 6) Pemberitahuan notifikasi otomatis apabila kondisi lingkungan melebihi ambang batas yang ditentukan.

c. Output:

Luaran dari fase ini berupa rancangan diagram alir sistem yang merepresentasikan hubungan komponen perangkat keras dan perangkat lunak secara fungsional. Diagram alir ini menjadi acuan dasar dalam tahap implementasi sistem, sehingga pengembangan

sistem dapat dilakukan secara terarah dan sesuai dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada fase analisis..

3. Fase Perancangan Sistem

Berdasarkan pada analisis kebutuhan dan alur data, selanjutnya dilakukan sebuah perancangan arsitektur sistem secara teknis. Tahap ini meliputi perancangan arsitektur perangkat keras, seperti pemilihan komponen dan skematik rangkaian, serta arsitektur perangkat lunak secara umum.

4. Fase Desain

Tahap ini merupakan perincian dari fase perancangan sistem, di mana dibuat desain detail dari setiap bagian komponen perangkat lunak. Kegiatannya mencakup pembuatan tampilan halaman awal prototipe aplikasi di AppSheet dan desain skema basis data yang akan digunakan di Google Sheets.

5. Fase Realisasi/Konstruksi

Sebuah rancangan dan desain yang telah dibuat diwujudkan menjadi prototipe fungsional. Pada tahap ini mencakup perakitan komponen perangkat keras serta penulisan kode program (*firmware*) untuk sensor perangkat keras, serta konfigurasi aplikasi AppSheet.

6. Uji Fungsional

Prototipe yang selesai dibangun akan melalui tahap pengujian internal. Pengujian ini menggunakan metode *black-box testing* untuk memverifikasi bahwa semua fungsi, seperti pengiriman data sensor dan sistem notifikasi, berjalan dengan benar sesuai dengan rancangan.

7. Fase Evaluasi dan Revisi

Setelah uji internal, prototipe akan dievaluasi oleh pengguna akhir (peternak ayam broiler) untuk mendapatkan masukan langsung mengenai kemudahan penggunaan dan fungsionalitas. Masukan dan hasil evaluasi ini akan menjadi sebuah dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan pada prototipe.

8. Fase Implementasi

Setelah prototipe disempurnakan, sistem diimplementasikan secara penuh di kandang *clouse house* (tempat penelitian). Pada tahap inilah pengumpulan data akan dilakukan untuk menganalisis efektivitas sistem dan pengaruhnya sebuah terhadap performa ayam broiler dalam menjawab rumusan masalah penelitian.

E. ⁶¹Tempat dan Waktu Perancangan

Penelitian ini akan dilaksanakan di lokasi kandang Sumber Mili Farm salah satu mitra dari PT Broiler Makmur Tangguh. Pemilihan lokasi ini memungkinkan pengumpulan data pembandingan yang valid antara kinerja sistem IoT dengan data historis dari metode pengawasan manual. Waktu pelaksanaan penelitian direncanakan berlangsung selama 6 bulan, dengan rincian alokasi waktu Januari sampai Juli 2026. Adapun rincian pelaksanaan:

⁶
Tabel 3.1 Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan Penelitian	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur & Analisis Kebutuhan	✓					
2	Perancangan Sistem (<i>Hardware & Software</i>)	✓	✓				
3	Pengembangan & Pembuatan Prototipe		✓	✓			
4	Pengujian Internal Prototipe			✓	✓		
5	Implementasi & Uji Coba Lapangan					✓	
6	Analisis Data & Evaluasi Hasil					✓	✓
7	Penyusunan Laporan Skripsi						✓

F. Subyek atau Partisipan Penelitian

Pemilihan subjek uji coba didasarkan pada kompetensi keahlian dan keterlibatan langsung dalam operasional sistem. Subjek penelitian dikelompokkan menjadi tiga kategori utama.

1. Ayam broiler pada kandang *closed house* Sumber Mili Farm, Ngantang, Kabupaten Malang mitra resmi PT Broiler Makmur Tangguh. Sampel diambil secara *purposive sampling* dengan kriteria, sistem kandang *closed house*, populasi awal homogen 5.000 ekor, dan durasi pemeliharaan 35 hari. Sampel terdiri dari dua siklus pemeliharaan:
 - a. siklus manual (*Baseline*): Satu siklus pemeliharaan selama 35 hari yang dilaksanakan pada periode sebelum implementasi alat 26 Desember 2025 sampai 29 Januari 2026 menggunakan metode pengawasan lingkungan kandang konvensional serta pencatatan data performa harian secara tertulis (populasi awal 5.000 ekor). Siklus ini berfungsi sebagai data *pre-implementation* untuk menetapkan parameter pembandingan dasar.
 - b. siklus IoT (*Endline*): Satu siklus pemeliharaan penuh selama 35 hari yang dilaksanakan dari tanggal 3 April 2026 sampai dengan 14 Mei 2026 menggunakan ekosistem sistem IoT terintegrasi yang dikembangkan (populasi awal 5.000 ekor). Siklus ini berfungsi sebagai data *post-implementation* untuk menilai efektivitas serta dampak intervensi teknologi terhadap performa produksi broiler secara aktual di lapangan.
2. Kelompok pakar (validator) yang melibatkan orang dosen bidang ahli, yaitu ahli sistem kendali/IT, guna menilai kelayakan produk secara objektif dari aspek teknis dan arsitektur sistem.
3. Kelompok pengguna praktisi yang melibatkan 5 orang praktisi di PT. Broiler Makmur Tangguh untuk menguji fungsionalitas operasional di lapangan.
4. Kelompok evaluator independen yang melibatkan 15 orang mahasiswa Prodi Peternakan khusus angkatan 2022. Penentuan sampel mahasiswa dilakukan melalui teknik *purposive sampling* dengan subjek telah

menempuh materi manajemen ternak unggas dan perkandangan, guna penilaian usabilitas sistem dari perspektif akademis peternakan modern.

22

G. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini akan menggunakan beberapa teknik-teknik yang saling melengkapi untuk memperoleh data kuantitatif dan kualitatif yang komprehensif. Adapun teknik pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

16

1. Studi Dokumentasi

Teknik ini digunakan pada tahap awal untuk menetapkan data dasar (*baseline*) penelitian. Data akan diambil dari dokumen hasil studi pendahuluan, yang sudah memuat catatan historis mengenai fluktuasi lingkungan dan inkonsistensi pencatatan data pada sistem manual. Data ini akan menjadi acuan utama untuk analisis perbandingan efektivitas prototipe.

2. Pengujian Fungsional

Teknik ini akan diterapkan selama tahap uji coba lapangan untuk mengumpulkan data kuantitatif secara objektif. Data kinerja prototipe, berupa catatan log suhu dan kelembaban yang terekam secara otomatis oleh sistem dan input data performa, yang akan dikumpulkan. Data ini akan digunakan untuk menganalisis unjuk kerja dan stabilitas sistem *monitoring* lingkungan.

3. Observasi dan Kuesioner

Untuk mengevaluasi fungsionalitas dan kemudahan penggunaan, penelitian ini akan menggunakan triangulasi teknik. Menggabungkan metode observasi dan penyebaran kuesioner kepada pengguna akhir (peternak).

92

Penggunaan kedua teknik ini sejalan dengan pandangan Sugiyono (2018), yang menjelaskan bahwa triangulasi teknik berarti peneliti menggunakan teknik pengumpulan data yang berbeda-beda untuk mendapatkan data dari sumber yang sama. Tujuan dari triangulasi ini adalah untuk menguji kredibilitas data serta memperoleh data yang

9

lebih kaya dan komprehensif, di mana data kuantitatif dari kuesioner akan dikonfirmasi oleh data kualitatif dari hasil observasi.

Adapun rincian implementasi kedua teknik ini adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Teknik ini akan dilakukan untuk mengamati secara langsung interaksi pengguna (peternak) saat menggunakan aplikasi AppSheet dalam situasi nyata. Menurut Sugiyono (2018), bahwa observasi sangat berguna untuk melihat dan mengamati proses dan perilaku nyata. Observasi ini difokuskan untuk mengidentifikasi bagaimana pengguna berinteraksi dengan antarmuka, di mana letak kebingungan terjadi, dan efisiensi alur kerja secara aktual.

b. Kuesioner

Setelah proses observasi, kuesioner usability disebarkan kepada kelompok pengguna praktisi dan kelompok evaluator independen. Sesuai dengan definisi Sugiyono (2018), kuesioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Instrumen kuisoner ini digunakan untuk mengumpulkan data yang meliputi tingkat kemudahan peternak, efisiensi, dan kepuasan pengguna terhadap sistem digital yang dikembangkan. Kuesioner ini untuk mengukur tingkat kepraktisan sistem dari sudut pandang operasional peternak di lapangan serta sudut pandang akademis mahasiswa peternakan dibandingkan dengan metode manajemen manual sebelumnya.

H. Instrumen Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan beberapa instrumen, baik untuk data kuantitatif maupun kualitatif. Instrumen tersebut disusun untuk mengukur setiap aspek yang relevan dengan tujuan penelitian, yang meliputi:

1. Log Data Sistem

Sistem IoT dirancang untuk menghasilkan log data secara otomatis. Instrumen ini merekam data suhu dan kelembaban dari sensor

DHT22 beserta *timestamp* periodik dan tersimpan dalam basis data Google Sheets. Data log ini berfungsi sebagai instrumen pengumpul data kuantitatif untuk menganalisis stabilitas lingkungan kandang.

Adapun langkah-langkah prosedural penggunaan instrumen log data sistem ini adalah sebagai berikut:

a. Aktivasi Perangkat

Nodus sensor perangkat keras dipasang di kandang dan selanjutnya dihubungkan ke sumber daya serta jaringan Wi-Fi.

b. Akuisisi Data

Setelah aktif, sensor secara otomatis mulai membaca data mikroklimat kandang pada interval waktu yang telah ditentukan dalam *firmware*.

c. Transmisi Data

Mikrokontroler ESP32 (otak) mengirimkan data sensor yang telah dibaca beserta *timestamp* ke *endpoint* (URL) Google Apps Script melalui koneksi internet (protokol HTTP) .

d. Pencatatan (*Logging*)

Google Apps Script yang berfungsi sebagai *middleware* menerima kiriman data tersebut dan secara otomatis menuliskannya sebagai baris data baru di dalam basis data Google Sheets.

e. Verifikasi & Pengumpulan

Peneliti mengakses data file Google Sheets secara berkala untuk memverifikasi bahwa data masuk dengan benar. Pada akhir periode pengujian, seluruh log data yang terekam akan diekspor untuk dianalisis.

2. Lembar Observasi

Instrumen ini berupa lembar terstruktur yang akan digunakan untuk mencatat kondisi lingkungan kandang secara manual sebagai data pembanding. Pencatatan ini akan menggunakan metode yang digunakan sebelum adanya sistem, yang berfungsi sebagai *baseline* untuk analisis komparatif terhadap data yang dihasilkan oleh sistem IoT.

3. Kuesioner Usabilitas

Kuesioner usabilitas adalah instrumen penelitian yang dirancang untuk mengumpulkan data subjektif responden mengenai pengalaman mereka saat berinteraksi dengan sebuah sistem atau produk. Instrumen ini bertujuan untuk mengukur seberapa mudah, efisien, dan memuaskan produk tersebut menurut sudut pandang pengguna praktisi maupun evaluator akademis (mahasiswa). Kuesioner usabilitas digunakan secara spesifik untuk mengevaluasi fitur pencatatan data performa (FCR, ADG, IP, dan mortalitas) serta manajemen lingkungan kandang pada prototipe aplikasi. Kuesioner ini diberikan kepada dua kelompok responden, yaitu peternak dan evaluator independen. Instrumen ini menggunakan skala likert untuk mengukur persepsi terhadap aspek-aspek kunci, seperti kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, dan kepuasan secara keseluruhan, terutama dalam konteks digitalisasi manajemen kandang dibandingkan dengan metode manual yang digunakan sebelumnya.

4. Lembar Validasi Ahli

Sebelum tahap pembuatan prototipe, desain arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak akan divalidasi menggunakan lembar validasi. Instrumen ini berupa daftar periksa (*checklist*) dan kolom isian yang akan dinilai oleh seorang ahli (dosen pembimbing) untuk memastikan kelayakan teknis, efisiensi, dan kesesuaian rancangan dengan tujuan penelitian.

I. Teknik Analisis Data

Analisis data penelitian ini dilakukan dengan pendekatan metode *mixed methods model sequential explanatory*. Sebagaimana telah dijelaskan oleh Sugiyono (2018), metode ini menggabungkan antara analisis kuantitatif dan kualitatif secara berurutan, di mana tahap pertama dilakukan analisis data kuantitatif dan dilanjutkan analisis data kualitatif untuk memperkuat penelitian. Langkah analisis data dijabarkan sebagai berikut:

1. Uji Prasyarat Instrumen (Validitas dan Reliabilitas)

Sebelum instrumen kuesioner digunakan untuk mengambil data lapangan, instrumen tersebut wajib diuji kualitasnya. Menurut Sugiyono

(2018), instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya akan diukur. Pengujian validitas dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS dengan teknik korelasi *bivariate pearson*. Apabila nilai korelasi (r_{Hitung}) lebih besar dari r_{Tabel} dengan taraf signifikansi 5%, maka butir pertanyaan dinyatakan valid.

Selanjutnya, dilakukan uji reliabilitas untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran tetap konsisten apabila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih terhadap gejala yang sama dengan menggunakan alat ukur yang sama Sugiyono (2018), uji dilakukan menggunakan metode *cronbach's alpha*. Instrumen dinyatakan reliabel dan layak digunakan jika nilai koefisien *cronbach's alpha* $> 0,60$.

2. Analisis Deskriptif Kuantitatif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis data yang telah terkumpul dari angket validasi ahli dan angket respon dari peternak dan mahasiswa evaluator independen. Hal tersebut tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono 2018).

3. Analisis Komparatif Performa Produksi

Efektivitas produk terhadap performa produksi ayam broiler, data lapangan yang terkumpul selama satu siklus penuh (35 hari) dianalisis menggunakan dua pendekatan komparatif.

a. Analisis Inferensial Komparatif

Pendekatan ini digunakan untuk membuktikan apakah intervensi teknologi memberikan perbedaan rata-rata performa harian yang signifikan secara statistik dari hari ke hari selama 35 hari pemeliharaan. Sejalan dengan pandangan Sugiyono (2018), analisis komparatif merupakan bentuk analisis data yang ditujukan untuk menguji hipotesis guna membandingkan keberadaan satu variabel atau lebih pada dua sampel atau lebih yang berbeda. Analisis komparatif inferensial ini dilakukan melalui dua tahap pengujian parametrik berbantuan perangkat lunak IBM SPSS.

1) Uji Normalitas

Sebagai uji prasyarat analisis statistik parametrik, uji normalitas bertujuan untuk mendeteksi apakah sebaran data parameter produksi harian berdistribusi normal atau tidak. Pengujian prasyarat normalitas pada penelitian ini secara akurat menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov (*lilliefors significance correction*) berbantuan perangkat lunak IBM SPSS. Metode ini diterapkan untuk mengevaluasi keselarasan fungsi distribusi empiris dari sampel data deret waktu (*time-series*) harian selama 35 hari pemeliharaan ($N = 35$). Kriteria pengambilan keputusan menetapkan bahwa sebaran data diklasifikasikan berdistribusi normal jika nilai signifikansi (*Sig.*) $> 0,05$.

2) Uji Beda Parametrik (*Paired Sample T-Test*)

Berdasarkan teori Sugiyono (2018), pengujian statistik parametrik berupa uji t sampel berpasangan (*paired sample t-test*) digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan rata-rata dua kelompok data dari sampel yang saling berpasangan atau berkorelasi (karena adanya intervensi perlakuan alat). Hipotesis alternatif yang menyatakan intervensi teknologi memberikan perbedaan performa secara nyata apabila hasil nilai probabilitas *Sig. (2-tailed)* $< 0,05$.

b. Analisis Deskriptif Komparatif

Pendekatan deskriptif ini digunakan untuk menghitung dan membandingkan akumulasi nilai akhir performa produksi populasi antara siklus manual (*baseline*) dan siklus IoT (*endline*). Parameter yang dihitung meliputi persentase mortalitas akhir, akumulasi rasio FCR, ADG, dan skor IP menggunakan rumus matematika baku peternakan. Menurut Sugiyono (2018), statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang

berlaku untuk umum atau generalisasi. Hasil komparasi angka mutlak ini kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, lalu diinterpretasikan secara naratif deskriptif untuk melihat efisiensi ekonomi peternakan.

J. Kriteria Penilaian Keberhasilan Produk

Data kuantitatif yang diperoleh dari skala likert kemudian dihitung persentase kelayakannya untuk mengetahui kualitas produk yang dikembangkan.

Rumus persentase kelayakan yang digunakan adalah:

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{\text{Nilai Pengujian}}{\text{Total Nilai Pengujian}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan tersebut kemudian dikonversikan ke dalam kategori kelayakan. Berikut adalah kriteria interpretasi skor dalam format tabel:

Tabel 3.2 Kriteria Interpretasi Skor Kelayakan

Persentase (%)	Kriteria Kelayakan	Keterangan Tindak Lanjut
81% - 100%	Sangat Layak / Sangat Praktis	Produk siap diimplementasikan tanpa revisi.
61% - 80%	Layak / Praktis	Produk dapat digunakan dengan sedikit revisi.
41% - 60%	Cukup Layak	Produk perlu direvisi ulang secukupnya.
21% - 40%	Tidak Layak	Produk perlu direvisi secara menyeluruh/total.
< 20%	Sangat Tidak Layak	Produk diganti atau dibuat ulang.

Sumber: (Sugiyono, 2018)

K. Uji Coba dan Validasi Produk

Prosedur pengujian produk mengacu pada langkah-langkah penelitian dan pengembangan untuk memastikan produk teruji secara empiris.

1. Metode dan Desain Uji Coba

Pelaksanaan pengujian produk dilakukan melalui tiga tahapan utama yang berkesinambungan.

a. Validasi Desain (*Expert Judgment*)

Tahap awal dimulai dengan validasi konsep desain, di mana rancangan produk dinilai oleh ahli untuk identifikasi kelemahan

dan kekuatan produk secara teoritis (Sugiyono, 2018) . Masukan dari ahli materi dan ahli media dijadikan dasar penyempurnaan prototipe awal.

b. Uji Fungsional

Uji fungsional mengimplementasikan pendekatan *black box testing*. Merujuk pada Rosa dan Shalahuddin (2018), pengujian ini berfokus hanya pada spesifikasi fungsional perangkat lunak tanpa memeriksa bagian kode internal. Tujuannya adalah memastikan input pada fitur krusial (seperti login, sensor suhu, dan notifikasi) menghasilkan output akhir yang sesuai.

Fitur yang diuji menggunakan *black box testing* meliputi:

- 1) Fitur *login* aplikasi
- 2) Fitur input data performa
- 3) Fitur *dashboard* suhu
- 4) Fitur notifikasi peringatan

c. Uji Coba Lapangan (*field testing*)

Tahap akhir adalah uji coba lapangan, yaitu penerapan produk dalam situasi yang nyata di kandang. Tujuannya adalah mengetahui tingkat efektivitas dan kepraktisan sistem dari sudut pandang pengguna akhir dalam operasional sehari-hari.

2. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini akan diklasifikasikan menurut sumbernya sebagaimana dijelaskan oleh (Sugiyono, 2018).

a. Data Primer

Diperoleh secara langsung dari sumber aslinya, meliputi lembar hasil *black box testing* (data fungsional), skor penilaian dari lembar validasi ahli, angket respon peternak, dan angket kelompok evaluator mahasiswa ,serta log data sensor suhu dan kelembaban yang terekam secara *real-time*.

b. Data Sekunder

Dikumpulkan berupa dokumen arsip dari performa produksi periode sebelumnya. Data sekunder ini berfungsi sebagai data

pembandingan (*baseline*) yang akan digunakan untuk menyajikan perbandingan antara performa produksi ayam broiler sebelum dan sesudah penerapan sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Produk

Penelitian pengembangan ini telah menghasilkan produk akhir berupa sistem IoT terintegrasi untuk pemantauan lingkungan kandang ayam broiler serta sistem informasi manajemen berbasis aplikasi mobile. Produk ini terdiri dari tiga komponen utama yang saling terhubung secara sinergis, yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan basis data (*database*).

1. Perangkat Keras (*Hardware Box Panel ESP32*)

Perangkat keras yang dikembangkan berfungsi sebagai *node sensor* utama yang bertugas mengakuisisi data lingkungan pada kandang *closed house* dengan luas 409 m². Dengan kapasitas populasi mencapai 5.000 ekor (kepadatan 14 ekor/m²), komponen inti dari prototipe ini yakni mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor suhu dan kelembaban DHT22 harus dirakit dan dikemas secara rapi dalam sebuah *box panel*. Pengemasan ini sangat krusial untuk melindungi komponen sensitif dari sebaran debu alas sekam, tingginya uap amonia akibat padatnya populasi, serta tingkat kelembaban ekstrem yang menjadi karakteristik lingkungan kandang tersebut. Panel boks ini kemudian diletakkan pada ketinggian yang sejajar dengan ayam, guna memastikan data yang terbaca benar-benar merepresentasikan kondisi aktual.



Gambar 4.1 Tampilan Fisik Perangkat Keras

2. Perangkat Lunak

Tampilan (*user interface*) dikembangkan menggunakan platform *no-code* yang dapat diakses melalui perangkat seluler (*smartphone*). Aplikasi ini dirancang dengan navigasi yang intuitif untuk memudahkan peternak dalam operasional harian.

Fitur unggulan aplikasi adalah *dashboard monitoring* suhu dan kelembaban yang bergerak secara dinamis sesuai data aktual yang dikirimkan oleh sensor. Selain itu dilengkapi indikator status kandang (Normal/Waspada/Bahaya) untuk memudahkan pemantauan cepat.



Gambar 4.2 Tampilan Aplikasi (Software)

Produk aplikasi menyediakan formulir digital untuk pencatatan data performa harian, meliputi data konsumsi pakan (*feed intake*) dan data mortalitas. Formulir digital ini menggantikan metode pencatatan manual kertas, sehingga meminimalisir risiko kehilangan data dan kesalahan rekapitulasi.

B. Data Uji Coba

Data uji coba merupakan kumpulan data empiris yang diperoleh secara langsung. Pada tahap ini, pengumpulan data difokuskan pada lima aspek utama, yaitu fungsionalitas fitur sistem (*black box*), tingkat keabsahan instrumen ukur (validitas dan reliabilitas), penilaian teknis kelayakan oleh validator ahli, tingkat kepraktisan penggunaan oleh peternak dan evaluator independen, serta rekam jejak performa produksi ayam broiler. Seluruh sajian data mentah pada bagian ini akan menjadi landasan faktual yang selanjutnya diolah dan diinterpretasikan pada tahap analisis data.

1. Data Hasil Uji Fungsional

Data pengujian fungsionalitas sistem diperoleh menggunakan metode *black box testing*. Pengujian ini berfokus pada aspek fungsional perangkat lunak untuk memastikan bahwa setiap masukan (*input*) yang diberikan oleh pengguna menghasilkan keluaran (*output*) yang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan sistem, tanpa harus mengetahui detail struktur kode program di dalamnya. Rosa dan Shalahuddin (2018), pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan mensimulasikan skenario operasional pada aplikasi yang terhubung dengan perangkat keras ESP32 untuk melihat ketepatan respon sistem dalam mengelola data peternakan. Rincian skenario pengujian dan status keberhasilan fungsi sistem disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem IoT

No	Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login aplikasi	Pengguna melakukan login ke aplikasi	Masuk ke <i>dashboard</i> utama	Valid
2	Input data performa	Menekan tombol "Tambah Data Harian"	Data tersimpan di <i>dashboard</i>	Valid
3	Rekap performa	Menyimpan data harian yang telah diisi	Menampilkan formulir performa	Valid
4	Notifikasi Peringatan	Suhu melewati ambang batas kritis	<i>smartphone</i> menerima pesan alert	Valid

Sumber: Data Primer Lapangan (2026)

Berdasarkan hasil pengujian *black box*, keempat skenario yang diuji mulai dari proses login aplikasi, input data performa harian, rekap data performa, hingga notifikasi peringatan dini saat suhu melewati ambang batas kritis seluruhnya memperoleh status “*valid*”. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap masukan yang diberikan pengguna telah diproses sistem dan menghasilkan keluaran sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, tanpa ditemukan kegagalan fungsi maupun kesalahan logika program pada aplikasi yang dikembangkan.

2. Uji Prasyarat Statistik

Sebelum instrumen kuesioner disebarkan untuk mengukur nilai tingkat kepraktisan sistem IoT, instrumen tersebut harus dipastikan kelayakannya secara statistik agar data yang diperoleh sah dan konsisten. Menurut Sugiyono (2018), instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data tersebut valid dan dapat mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan instrumen yang reliabel berarti instrumen tersebut bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama.

a. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan dengan membandingkan *r-hitung* dengan *r-tabel*. Untuk jumlah responden 15 pada taraf signifikansi 5%, maka nilai *r-tabel* yang digunakan adalah 0,514.

Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Evaluator Independen

Question	<i>r-hitung</i>	<i>r-tabel</i>	<i>p (Sig.)</i>	Keterangan
Q1	0,914	0,514	< 0,05	Valid
Q2	0,561	0,514	< 0,05	Valid
Q3	0,752	0,514	< 0,05	Valid
Q4	0,667	0,514	< 0,05	Valid
Q5	0,581	0,514	< 0,05	Valid
Q6	0,561	0,514	< 0,05	Valid
Q7	0,695	0,514	< 0,05	Valid
Q8	0,561	0,514	< 0,05	Valid
Q9	0,630	0,514	< 0,05	Valid
Q10	0,788	0,514	< 0,05	Valid

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Berdasarkan hasil uji validitas instrumen pengumpulan data menggunakan perangkat lunak statistik, seluruh butir pernyataan yang tercantum dalam kuesioner penelitian dinyatakan valid. Nilai r -hitung pada setiap item pernyataan yang secara konsisten berada di atas nilai batas kritis r -tabel sebesar 0,514 (r -hitung > 0,514). Dengan demikian, seluruh item pernyataan dalam kuesioner ini resmi dinyatakan sah dan layak untuk digunakan sebagai alat ukur utama dalam pengumpulan data penelitian lapangan.

b. Uji Reliabilitas (*Cronbach's Alpha*)

Setelah seluruh nilai butir pernyataan dinyatakan valid, dilakukan uji reliabilitas untuk mengukur konsistensi instrumen. Pengujian menggunakan metode *cronbach's alpha*, konsistensi instrumen reliabel apabila nilai koefisiennya lebih besar dari 0,60.

Tabel 4.3 Hasil Uji Reliabilitas Evaluator Independen

Variabel	<i>Cronbach's Alpha</i>	Batas Kritis	Keterangan
Kuesioner Usabilitas	0,87	0,6	Reliabel

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Berdasarkan hasil analisis reliabilitas terhadap instrumen kuesioner, pengujian menunjukkan nilai koefisien *Cronbach's Alpha* sebesar 0,87. Nilai tersebut berada jauh di atas ambang batas standar, yaitu sebesar 0,60 ($0,87 > 0,60$). Pencapaian angka ini membuktikan secara ilmiah bahwa kuesioner yang dikembangkan memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat reliabel dan kokoh untuk mengukur variabel kepraktisan serta responsivitas pengguna terhadap platform. Koefisien tinggi ini mengonfirmasi bahwa jika kuesioner ini diujikan kembali pada waktu yang berbeda atau kelompok peternak yang setara, instrumen akan tetap mampu menghasilkan kecenderungan data yang konsisten, stabil, dan bebas dari bias pengukuran.

3. Data Hasil Validasi Ahli

Kualitas perangkat lunak melalui evaluasi ahli sangat penting sebelum diimplementasikan secara langsung di lapangan Rosa dan Shalahuddin (2018), validasi teknis oleh Bapak Ahmad Bagus Setiawan selaku validator bidang sistem informasi atau IT. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen kuesioner berskala 1–4 yang mencakup 10 indikator pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Rincian perolehan skor aktual dari ahli sistem disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Rekapitulasi Skor Validasi Ahli

No	Indikator Penilaian	Skor	Maksimal
1	Kualitas perakitan dan keamanan <i>Box Panel</i> ESP32	4	4
2	Ketepatan penempatan sensor DHT22	4	4
3	Kestabilan konektivitas jaringan internet	3	4
4	Keamanan dan kemudahan fitur <i>login</i> aplikasi	3	4
5	Kejelasan tampilan <i>dashboard</i> suhu dan kelembaban	4	4
6	Kemudahan input data pakan harian	4	4
7	Logika otomatis pengurangan populasi dari data mortalitas	4	4
8	Kecepatan <i>push notification</i> saat suhu mencapai batas kritis	3	4
9	Desain <i>user interface</i> (UI) aplikasi AppSheet	4	4
10	Integrasi pengiriman data <i>real-time</i> ke sistem <i>database</i>	3	4
28	Total	36	40

Sumber: Data Primer (2026)

Berdasarkan tabel 4.4 dari sepuluh indikator yang dinilai oleh validator ahli, enam indikator memperoleh skor maksimal, yaitu kualitas perakitan dan keamanan *box panel* perangkat ESP32, ketepatan penempatan sensor DHT22, kejelasan tampilan *dashboard* suhu dan kelembaban, kemudahan input data pakan harian, logika otomatis pengurangan populasi dari data mortalitas, serta desain *user interface* aplikasi (tampilan). Indikator lainnya, yaitu kestabilan konektivitas jaringan internet, keamanan dan kemudahan fitur *login* pada aplikasi,

kecepatan *push notification* saat suhu mencapai batas kritis, dan integrasi pengiriman data *real-time* ke sistem *database*, masing-masing memperoleh skor 3. Secara keseluruhan, validator memberikan total skor aktual sebesar 36 dari skor maksimal 40, yang mengindikasikan bahwa sistem secara teknis telah mendekati performa ideal meskipun masih terdapat beberapa aspek yang berpotensi untuk disempurnakan.

4. Data Uji Kepraktisan

Data uji kepraktisan dikumpulkan untuk mengetahui tingkat penerimaan dan kebermanfaatan sistem IoT yang telah dikembangkan. Pengambilan data dilakukan menggunakan instrumen kuesioner tertutup berskala likert (1–5). responden pengujian ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok pengguna operasional (5 orang peternak) dan kelompok evaluator independen (15 mahasiswa) yang menilai potensi kebermanfaatan teknologi secara akademis.

Rincian pengisian kuesioner oleh masing-masing responden secara lengkap dapat dilihat pada lampiran. Adapun rekapitulasi perolehan total skor dari kedua kelompok uji disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Rekapitulasi Skor Kepraktisan Sistem IoT

Kelompok Responden	N	Skor Aktual	Skor Maksimal
Pengguna Praktisi	5	220	250
Evaluator Independen	15	666	750
Total	20	886	1000

Sumber: Data Primer (2026)

Berdasarkan tabel 4.5 kelompok pengguna praktisi yang terdiri dari 5 peternak memperoleh skor aktual sebesar 220 dari skor maksimal 250, sedangkan kelompok evaluator independen yang terdiri dari 15 mahasiswa memperoleh skor aktual sebesar 666 dari skor maksimal 750. Secara akumulatif, kedua kelompok responden mencatatkan total skor aktual sebesar 886 dari total skor maksimal 1000. Data mentah ini

selanjutnya dipersentasekan dan diinterpretasikan lebih lanjut pada bagian analisis kepraktisan.

5. Data Rekapitulasi Performa Produksi

Data rekapitulasi performa produksi merupakan parameter utama untuk mengukur keberhasilan manajemen pemeliharaan ayam broiler. Pada tahap pengujian lapangan ini, dilakukan pencatatan data produksi selama satu siklus pemeliharaan penuh 35 hari menggunakan sistem *internet of things* yang terintegrasi dengan aplikasi. Data hasil panen tersebut kemudian dikomparasikan dengan data dari pemeliharaan siklus sebelumnya yang menggunakan pencatatan dan pengawasan konvensional (siklus manual).

Untuk keperluan analisis efektivitas produksi, rekapitulasi data akhir panen disajikan pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Akhir Panen

Parameter Produksi	Siklus Manual	Siklus IoT	Satuan
Populasi Awal	5.000	5.000	Ekor
Durasi Pemeliharaan	35	35	Hari
Angka Kematian (Mortalitas)	489	75	Ekor
Total Konsumsi Pakan	14.850	15.300	Kg
Rata-rata Bobot Panen	2,25	2,30	Kg/Ekor

Sumber: Data Primer Lapangan (2026)

Kedua siklus pemeliharaan dimulai dengan populasi awal yang sama, yaitu 5.000 ekor ayam broiler dengan durasi pemeliharaan selama 35 hari. Berdasarkan hasil rekapitulasi, mortalitas pada siklus manual tercatat sebesar 489 ekor, sedangkan pada siklus IoT jauh lebih rendah yaitu hanya 75 ekor. Untuk total konsumsi pakan, siklus manual menghabiskan pakan sebesar 14.850 Kg, sementara siklus IoT menyerap pakan sebesar 15.300 Kg. Dari segi rata-rata bobot panen, siklus manual mencapai 2,25 Kg/ekor, sedangkan siklus IoT mencapai hasil yang lebih tinggi yakni 2,30 Kg/ekor. Data rekapitulasi komparatif ini menjadi dasar perhitungan indikator performa produksi (mortalitas, FCR, ADG, dan IP) yang diuraikan lebih lanjut pada bagian analisis efektivitas produksi.

6. Analisis Prasyarat Statistik Inferensial (Uji Normalitas)

Menurut Sugiyono (2018), uji normalitas merupakan bentuk pengujian prasyarat yang wajib dilakukan sebelum analisis statistik parametrik untuk mengetahui apakah populasi atau sampel data yang diambil berdistribusi normal atau tidak.

Pengujian prasyarat normalitas pada penelitian ini menggunakan metode *kolmogorov-smirnov*. Metode ini dipilih karena memiliki tingkat sensitivitas yang baik dalam mendeteksi sebaran data deret waktu. Kriteria pengambilan keputusan menetapkan bahwa sebaran data diklasifikasikan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (*Sig.*) > 0,05. Hasil uji normalitas prasyarat disajikan pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Data Harian

Parameter	Kelompok Siklus	Statistic	df	Sig.	Keterangan
ADG	Siklus Manual	0,082	35	.200*	Normal
	Siklus IoT	0,097	35	.200*	Normal
FCR	Siklus Manual	0,219	35	<.001	Tidak Normal
	Siklus IoT	0,152	35	.039	Tidak Normal
Mortalitas	Siklus Manual	0,177	35	.007	Tidak Normal
	Siklus IoT	0,313	35	<.001	Tidak Normal
Skor IP	Siklus Manual	0,173	35	.010	Tidak Normal
	Siklus IoT	0,377	35	<.001	Tidak Normal

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Hasil pengujian normalitas, perbandingan sebaran data antara siklus pemeliharaan manual dan siklus IoT ADG siklus manual memperoleh nilai signifikansi 0,200 dan siklus IoT juga memperoleh nilai 0,200. Karena kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (*Sig.* > 0,05), maka data parameter ADG dinyatakan berdistribusi normal. Parameter IP siklus manual memperoleh nilai signifikansi 0,010 dan siklus IoT memperoleh nilai < 0,001. Karena kedua nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 (*Sig.* < 0,05), maka data skor IP dinyatakan tidak berdistribusi normal. Parameter FCR siklus manual menunjukkan nilai signifikansi < 0,001 dan siklus IoT menunjukkan nilai 0,039. Karena kedua nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 (*Sig.* < 0,05), maka data rasio FCR dinyatakan tidak berdistribusi normal. Parameter Mortalitas siklus

manual mencatatkan nilai signifikansi 0,007 dan siklus IoT mencatatkan nilai $< 0,001$. Karena kedua nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 (Sig. $< 0,05$), maka data parameter mortalitas dinyatakan tidak berdistribusi normal.

Ketidaknormalan data secara statistik justru menjadi bukti kuat keberhasilan sistem kontrol otomatis yang mampu menjaga kestabilan iklim mikro lingkungan secara konstan. Kondisi kandang yang terlalu stabil memicu pola konsumsi dan pertumbuhan ayam yang sangat seragam dari hari ke hari. Akibatnya, sebaran data harian bergerak homogen dan menghasilkan banyak penumpukan angka kembar (data diskrit) yang dideteksi tidak normal oleh algoritma komputasi karena minimnya variasi fluktuasi acak.

Meskipun terdapat beberapa parameter yang tidak berdistribusi normal secara sempurna, Sugiyono (2018), menegaskan bahwa untuk ukuran sampel pengamatan yang memenuhi batasan sampel besar atau memadai $N \geq 30$ distribusi sampling akan mendekati asumsi normal berdasarkan prinsip *central limit theorem*. Dengan demikian, meskipun mayoritas parameter tidak berdistribusi normal secara sempurna, besarnya sampel $N = 35$ yang memenuhi prinsip tersebut memberikan landasan yang kuat untuk melanjutkan analisis ke tahap pengujian signifikansi menggunakan uji parametrik *paired sample t-test*.

C. Analisis Data

Analisis ini menguraikan pemaknaan dari data uji coba melalui pendekatan statistik deskriptif untuk kelayakan, efektivitas, dan kepraktisan prototipe.

1. Analisis Hasil Uji Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas menggunakan metode *black box testing* membuktikan bahwa antarmuka perangkat lunak dan seluruh skenario interaksi pengguna telah beroperasi secara optimal. Perintah (*input*) dari pengguna, seperti autentikasi *login* dan pengisian formulir rekapitulasi data pakan, mampu diproses oleh sistem untuk menghasilkan keluaran dengan status "*valid*". Hal ini menegaskan bahwa tidak ada kecacatan

logika pemrograman (*bug*) pada aplikasi, sehingga peternak dapat mengoperasikan fitur-fitur pencatatan harian melalui ponsel pintar mereka tanpa mengalami hambatan teknis.

Selain fungsionalitas antarmuka, pengujian ini juga memvalidasi keberhasilan integrasi perangkat keras mikrokontroler dengan sistem basis data *cloud*. Pembacaan sensor suhu otomatis dapat ditransmisikan secara presisi menjadi visualisasi grafik *real-time* dan memicu *push notification* seketika saat suhu menyentuh ambang batas kritis. Keandalan transmisi data tanpa jeda ini merupakan syarat mutlak dalam ekosistem teknologi otomatisasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningrum (2023) ⁶⁷, yang menegaskan keberhasilan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban kandang ayam berbasis IoT sangat bergantung pada kelancaran komunikasi dan pengiriman data dari sensor ke perangkat pengguna, sehingga kondisi iklimat kandang dapat diawasi secara akurat dan responsif kapan saja.

2. Analisis Kelayakan Sistem (Validasi Ahli)

Evaluasi kelayakan teknis dari sistem IoT dilakukan melalui instrumen penilaian oleh validator ahli sistem informatika, yaitu Bapak Ahmad Bagus Setiawan. Berdasarkan sajian data rekapitulasi sebelumnya, instrumen penilaian mencatatkan total skor aktual sebesar 36 dari batas skor maksimal 40. Tingkat kelayakan teknis perangkat dihitung menggunakan persamaan persentase berikut:

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{\text{Nilai Pengujian}}{\text{Total Nilai Pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{36}{40} \times 100\% = 90\%$$

Untuk menginterpretasikan hasil kalkulasi tersebut, digunakan kriteria persentase kelayakan produk yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Kriteria Persentase Kelayakan dan Kepraktisan

Persentase (%)	Kriteria Kelayakan	Keterangan
81% - 100%	Sangat Layak / Sangat Praktis	✓
61% - 80%	Layak / Praktis	
41% - 60%	Cukup Layak	
21% - 40%	Tidak Layak	
< 20%	Sangat Tidak Layak	

Sumber: Data Primer (2026)

3. Analisis Kepraktisan (Usability)

Kepraktisan sistem diukur berdasarkan pengalaman langsung pengguna saat berinteraksi dengan alat dan aplikasi. Penilaian diambil dari dua sudut pandang, peternak sebagai pengguna praktisi di lapangan dan mahasiswa sebagai evaluator yang menilai dari aspek kesesuaian teori manajemen ternak. Gabungan nilai dari kedua kelompok ini memberikan gambaran objektif mengenai kemudahan penggunaan sistem IoT ini.

Tabel 4.9 Analisis Kepraktisan

Kelompok Responden	N	Skor Aktual	Skor Maksimal	Presentase
Pengguna Praktisi	5	220	250	88,0%
Evaluator Independen	15	666	750	88,8%
Total	20	886	1000	88,6%

Sumber: Data Primer (2026)

Nilai dari masing-masing kelompok menunjukkan angka yang konsisten. Kelompok praktisi memberikan penilaian kepraktisan sebesar 88,0%, sementara kelompok evaluator akademis memberikan penilaian

88,8%. Untuk menentukan tingkat kepraktisan akhir secara keseluruhan, dilakukan perhitungan persentase gabungan sebagai berikut:

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{\text{Total Skor Aktual}}{\text{Total Skor Maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{886}{1000} \times 100\% = 88,6\%$$

Tabel 4.10 Kriteria Persentase Kelayakan dan Kepraktisan Evaluator

Persentase (%)	Kriteria Kelayakan	Keterangan
81% - 100%	Sangat Layak / Sangat Praktis	✓
61% - 80%	Layak / Praktis	
41% - 60%	Cukup Layak	
21% - 40%	Tidak Layak	
< 20%	Sangat Tidak Layak	

Sumber: Data Primer (2026)

Perolehan persentase akhir sebesar 88,6% ini secara tegas masuk ke dalam kriteria "*sangat praktis*". Hal ini membuktikan bahwa digitalisasi manajemen kandang menggunakan sistem aplikasi pendamping sangat mudah dioperasikan (*user-friendly*) dan secara signifikan membantu mempercepat alur kerja peternak di Sumber Mili Farm jika dibandingkan dengan metode konvensional.

4. Pengujian Signifikansi Performa (*Paired Sample T-Test*)

Berlandaskan pada pemenuhan syarat kelayakan jumlah sampel observasi dan uji prasyarat sebaran data, analisis dilanjutkan ke tahap uji beda komparatif. Sebagaimana dijelaskan oleh Sugiyono (2018), statistik parametrik berupa uji t sampel berpasangan digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan rata-rata dua kelompok data dari sampel yang saling berpasangan atau berkorelasi karena adanya intervensi perlakuan alat (*treatment*).

Dalam konteks ini, pengujian ditujukan untuk membuktikan secara empiris perbedaan performa produksi harian N=35 akibat penerapan inovasi teknologi IoT pada lingkungan mikroklimat kandang. Menurut Sugiyono (2018), hipotesis alternatif menyatakan perbedaan

performa secara nyata diterima apabila nilai *Two-Sided* $p < 0,05$. Hasil rekapitulasi *output* pengujian disajikan pada tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil *Paired Sample T-Test* Performa Produksi Harian

Pasangan Parameter Uji (Manual dan IoT)	Rata-rata Selisih	t-hitung	df	Sig.	Kesimpulan
ADG	6,0488	-10,427	34	<0,001	Signifikan
<i>Feed Conversion Ratio</i>	0,3966	11,453	34	<0,001	Signifikan
Mortalitas Harian	11,829	8,448	34	<0,001	Signifikan
<i>Index Performance</i>	197,7612	-6,542	34	<0,001	Signifikan

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

a. ADG

Hasil uji beda mencatatkan nilai selisih rata-rata ADG harian (*mean paired difference*) sebesar 6,0488 gram/hari dengan nilai t-hitung sebesar -10,427 pada derajat bebas (df) = 34, serta nilai signifikansi *Two-Sided* $p < 0,001$. Karena nilai probabilitas berada jauh di bawah taraf nyata 0,05 ($Sig. < 0,05$), maka hipotesis alternatif (H_1) diterima secara mutlak. Hal ini membuktikan secara empiris bahwa intervensi sistem teknologi IoT memberikan perbedaan ADG ayam broiler yang sangat signifikan dibandingkan manajemen manual konvensional. Stabilitas suhu dan kelembaban otomatis yang terjaga pada kandang IoT sukses memitigasi cekaman lingkungan, sehingga kurva pertumbuhan broiler dapat bergerak optimal secara konsisten dari hari ke hari. Faktor ini menjadi krusial mengingat fluktuasi iklim mikro merupakan salah satu sumber risiko produksi terbesar yang paling sulit dikendalikan secara manual di lapangan (Vinanda *et al.*, 2016).

b. *Feed Conversion Ratio* Harian

Parameter FCR harian menorehkan nilai rata-rata selisih sebesar 0,3966 dengan perolehan nilai t-hitung sebesar 11,453 (df = 34) serta nilai *Two-Sided* $p < 0,001$. Karena nilai signifikansi berada jauh di bawah batas kritis $\alpha = 0,05$ ($Sig. < 0,05$), analisis statistik ini berhasil memvalidasi adanya perbedaan efisiensi

konversi pakan harian yang nyata secara statistik. Terciptanya zona kenyamanan termal (*thermal comfort zone*) yang stabil berkat pengawasan IoT terbukti secara signifikan mampu memotong inefisiensi pakan harian akibat stres lingkungan. Ketiadaan kontrol lingkungan yang presisi pada sistem manual memaksa ayam mengonsumsi energi pakan bukan untuk pertumbuhan daging, melainkan habis terbuang sia-sia untuk fungsi termoregulasi fisik (Maulana *et al.*, 2024). Dampak negatif *heat stress* ini secara masif terbukti meningkatkan angka konversi pakan (FCR) secara merugikan jika tidak dimitigasi sejak dini (Liu *et al.*, 2020).

c. Mortalitas Harian

Uji beda signifikansi terhadap angka kematian harian menorehkan nilai rata-rata selisih sebesar 11,829 ekor dengan capaian nilai *t*-hitung sebesar 8,448 ($df = 34$) dan nilai *Two-Sided p* < 0,001. Karena nilai probabilitas jauh di bawah taraf nyata 0,05 ($Sig. < 0,05$), maka parameter mortalitas harian resmi dinyatakan berbeda sangat signifikan secara statistik inferensial deret waktu. *Output* ini membuktikan bahwa dari hari ke hari, tingkat kematian di kandang manual akibat manajemen kandang tidak terkontrol dengan baik. Penggunaan sensor nirkabel terbukti mutlak mampu menyelamatkan populasi dari risiko fatalitas paparan suhu ekstrem yang mendadak (Elwakeel, 2025).

d. *Index Performance* (IP) Harian

Parameter IP akumulatif harian mencatatkan nilai selisih rata-rata sebesar 197,7612 dengan nilai *t*-hitung sebesar -6,542 pada $df = 34$, serta nilai probabilitas *Two-Sided p* < 0,001. Hasil pengujian ini menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat capaian indeks prestasi harian yang sangat nyata secara statistik di antara kedua kelompok sistem manajemen kandang. Integrasi data dari platform prototipe digital memperlihatkan bahwa fluktuasi indeks performa di kandang IoT bergerak jauh lebih konsisten secara kualitas, karena kalkulasi data harian didasarkan pada basis

data digital yang minim dari risiko kesalahan pencatatan akibat *human error* (Jejen *et al.*, 2025) . Keunggulan ini menegaskan bahwa implementasi otomatisasi instrumen hitung IP sangat vital bagi peternak untuk mengevaluasi efisiensi dan mengukur prestasi manajemen usahanya secara objektif dan transparan (Adijaya dan Alawiyah, 2018).

5. Analisis Efektivitas Produksi (Deskriptif Komparatif)

Analisis efektivitas bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana implementasi sistem *internet of things* berdampak pada peningkatan produktivitas pemeliharaan ayam broiler. Parameter keberhasilan diukur dengan mengkomparasikan empat indikator performa utama antara siklus pemeliharaan pengawasan manual dengan siklus pemeliharaan menggunakan teknologi IoT.

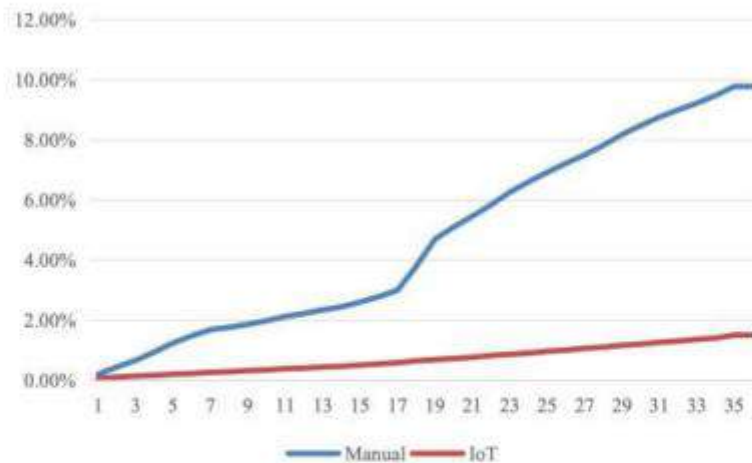
a. Persentase Mortalitas

Tingkat mortalitas merupakan indikator primer dalam menilai keberhasilan manajemen lingkungan mikro kandang. Penurunan angka mortalitas menjadi bukti empiris bahwa sistem mampu memitigasi risiko lingkungan, terutama fluktuasi suhu ekstrem.

$$1) \text{ Rumus} : \text{Mortalitas}(\%) = \frac{\text{Jumlah Ayam Mati (Ekor)}}{\text{Populasi Awal (Ekor)}} \times 100\%$$

$$1) \text{ Manual} : \text{Mortalitas}(\%) = \frac{489}{5000} \times 100\% = 9,78\%$$

$$2) \text{ Prototipe IoT} : \text{Mortalitas}(\%) = \frac{75}{5000} \times 100\% = 1,50\%$$



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tingkat Mortalitas Harian

Berdasarkan perhitungan di atas, siklus manual mencatat tingkat mortalitas sebesar 9,78% (489 ekor dari 5.000), sedangkan siklus IoT hanya mencatat 1,50% (75 ekor dari 5.000). Terjadi penurunan mortalitas sebesar 8,28%. Sistem peringatan dini (*early warning system*) yang terintegrasi pada aplikasi ponsel secara *real-time* memungkinkan peternak untuk segera mengintervensi kondisi lingkungan setelah suhu menyentuh batas peringatan, sehingga insiden kematian massal berkelanjutan berhasil dicegah secara total.

Penurunan angka mortalitas ini sejalan dengan temuan Hadyanto (2022), yang menyatakan penerapan sistem *monitoring* suhu berbasis IoT dapat meningkatkan stabilitas lingkungan dan secara langsung mengurangi risiko mortalitas ayam broiler. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Elwakeel (2025), yang menegaskan bahwa integrasi modul *early warning system* yang responsif sangat krusial dalam mengamankan populasi ayam broiler dari risiko fatalitas akibat buruknya tata kelola iklim mikro kandang *closed house*.

b. **Feed Conversion Ratio (FCR)**

FCR mengukur efisiensi konversi pakan menjadi daging. Semakin rendah nilai FCR, semakin tinggi efisiensi manajemen pakan dan suhu mikroklimat.

- 1) Rumus : $FCR = \frac{\text{Total Konsumsi Pakan (kg)}}{\text{Total Bobot Panen (kg)}}$
- 2) Manual : $FCR = \frac{14.850}{10.149,75} = 1,46$
- 3) *Prototipe IoT* : $FCR = \frac{15.300}{11.327,5} = 1,35$

Perbandingan FCR akumulatif akhir antara kedua siklus menunjukkan perbedaan yang signifikan: siklus manual mencatat FCR sebesar 1,46, sementara siklus IoT mencatat FCR sebesar 1,35. Penurunan FCR sebesar 0,11 poin ini membuktikan secara empiris terciptanya zona kenyamanan termal (*thermal comfort zone*) yang konsisten bagi pertumbuhan ayam broiler.

Dengan adanya intervensi teknologi *monitoring IoT*, pakan yang dikonsumsi oleh ternak dapat secara utuh diserap dan dikonversi secara efisien, sehingga nilai efisiensi pakan harian meningkat secara nyata. Efektivitas tata kelola ini didukung oleh temuan Maulana *et al.* (2024), yang menegaskan ketidaksesuaian suhu mikroklimat internal kandang *closed house* berdampak langsung pada inefisiensi biologis berupa kenaikan nilai rasio FCR secara merugikan. Keandalan mitigasi stres termal ini juga diperkuat oleh bukti Liu *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa paparan suhu ekstrem yang tidak termonitor secara presisi akan memicu pemborosan energi metabolisme tubuh ayam broiler yang berdampak fatal pada rusaknya indeks konversi pakan harian.

c. *Average Daily Gain*

ADG digunakan untuk mengukur rata-rata pertumbuhan bobot harian selama masa pemeliharaan 35 hari.

- 1) Rumus : $ADG = \frac{\text{Bobot Badan Rata-rata (g)} - \text{Bobot DOC (g)}}{\text{Umur Panen (Hari)}}$
- 2) Manual : $ADG = \frac{2,25 - 0,034}{35} = 0,0633 \text{ Kg (63,3 gram)}$
- 3) *Prototipe IoT* : $ADG = \frac{2,30 - 0,034}{35} = 0,0647 \text{ Kg (64,7 gram)}$

Perbandingan ADG kedua siklus menunjukkan perbedaan yang terukur: siklus manual mencatat ADG sebesar 63,3 gram/hari, sementara siklus IoT mencatat ADG sebesar 64,7 gram/hari, dengan selisih 1,4 gram/hari. Keandalan kontrol menjadi faktor penentu, mengingat bukti oleh Liu *et al.* (2020), menegaskan bahwa paparan cekaman panas (*heat stress*) secara langsung menekan laju pertumbuhan bobot badan serta merusak efisiensi penyerapan nutrisi pakan harian pada ayam broiler.

d. *Index Performance (IP)*

IP adalah skor prestasi manajemen peternakan secara menyeluruh.

$$1) \text{ Rumus} : IP = \frac{(100 - \% \text{Mortalitas}) \times \text{Bobot Rata-rata (kg)}}{\text{FCR} \times \text{Umur Panen (Hari)}}$$

$$2) \text{ Manual} : IP = \frac{90,22 \times 2,25}{1,46 \times 35} \times 100 = 396$$

$$3) \text{ Prototipe IoT} : IP = \frac{98,50 \times 2,30}{1,35 \times 35} \times 100 = 479$$

Berdasarkan perhitungan di atas, siklus manual menghasilkan IP sebesar 396, sementara siklus IoT mencatat IP sebesar 479. Meskipun kedua nilai menempatkan dalam rentang kategori "*sangat istimewa*" $IP > 300$, skor IoT yang jauh lebih tinggi membuktikan keunggulan nyata dari intervensi teknologi..

Keunggulan skor indeks performa pada ekosistem IoT ini mengonfirmasi bahwa implementasi teknolog dapat menghadirkan model bisnis peternakan yang jauh lebih aman, stabil, dan secara nyata jauh lebih menguntungkan. Keunggulan tersebut bertumpu pada konsistensi jaminan daya hidup populasi (*livability*) yang sukses menyentuh angka 98,50% serta efisiensi penekanan rasio konversi pakan FCR akumulatif akhir sebesar 1,35.

Keempat kondisi ini selaras dengan fundamental ilmu ekonomi peternakan unggas modern bahwa menjaga kelangsungan hidup jumlah populasi secara utuh melalui kontrol lingkungan yang presisi memiliki nilai investasi jangka panjang yang jauh lebih logis dan bernilai

ekonomis tinggi, dibandingkan dengan membiarkan terjadinya kondisi depopulasi akibat suhu dan kelembaban tidak terkontrol. Pendekatan manajemen presisi ini diperkuat oleh hasil penelitian Sukafona ⁴ *et al.* (2025), menunjukkan bahwa penerapan sistem pemantauan berbasis IoT mampu menciptakan optimalisasi manajemen lingkungan kandang secara konsisten, sehingga meminimalkan potensi kerugian finansial akibat kelalaian penanganan suhu serta mendukung keberlanjutan usaha peternakan ayam broiler secara lebih terukur.

³⁰ D. Revisi Produk

Berdasarkan hasil uji coba lapangan dan pemaparan evaluasi akhir, tidak terdapat revisi struktur maupun fungsionalitas sistem dari dosen penguji. Hal ini didasarkan pada pencapaian performa sistem yang telah beroperasi secara optimal dan terbukti efektif dalam memitigasi risiko *heat stress* pada siklus pemeliharaan broiler di lapangan.

Penyempurnaan produk tetap dilakukan secara formatif pada tahapan sebelumnya, yakni merujuk pada penilaian dosen validator ahli. Pada tahap validasi awal, terdapat indikator kecepatan notifikasi *push alert* dan stabilitas koneksi internet yang mendapatkan skor 3, serta adanya masukan revisi untuk mengevaluasi radius pembacaan sensor alat di dalam kandang. Sebagai tindak lanjut penyempurnaan, dilakukan penyesuaian algoritma pengiriman data pada perangkat ESP32 serta mengoptimalkan aplikasi agar notifikasi peringatan suhu dapat diterima seketika (*real-time*) oleh perangkat pengguna, bahkan saat kondisi jaringan seluler di area kandang sedang tidak stabil. Terkait evaluasi jangkauan alat, pengujian lapangan telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang sangat responsif, pada saat diuji di titik terjauh dari lokasi penempatan alat di dalam kandang, sensor tetap mampu mengakuisisi data dengan selisih akurasi 1°C. Melalui optimalisasi awal dan pengujian radius tersebut, sistem pemantauan berbasis *internet of things* ini telah mencapai titik performa terbaiknya. Dengan demikian, sistem ini ditetapkan sebagai produk akhir yang sangat layak, praktis, dan tidak memerlukan revisi lanjutan pasca evaluasi tahap akhir.

E. Kajian Produk Akhir

Sistem *internet of things* dan aplikasi yang telah dikembangkan, divalidasi, dan diujicobakan. Berdasarkan seluruh rangkaian penelitian, produk akhir ini dinyatakan telah memenuhi standar spesifikasi rekayasa perangkat lunak dan terbukti mampu menjawab seluruh rumusan masalah penelitian, dengan penjabaran sebagai berikut:

1. Kelayakan dan Spesifikasi Produk Akhir

Produk akhir berupa sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ini dinyatakan "*sangat layak*" 90% secara teknis. Sistem ini mampu mengintegrasikan perangkat keras sensor di kandang dengan basis data *cloud* secara *real-time*. Pengujian *black box* mengonfirmasi bahwa aplikasi beroperasi tanpa kecacatan logika (*bug*), memastikan data iklim mikro dan notifikasi peringatan dini dapat tersampaikan dengan cepat. Keberhasilan validasi arsitektur ini sejalan dengan penelitian Mujiono *et al.* (2023), yang menyimpulkan keandalan fungsionalitas sistem (*bug-free*) dan sinkronisasi transmisi sensor mikrokontroler menuju basis data merupakan syarat mutlak agar sistem IoT dapat digunakan secara berkelanjutan tanpa gangguan operasional.

2. Kepraktisan Penggunaan Produk

Dari aspek usability, produk akhir ini dinilai "*sangat praktis*" 88,6% oleh kelompok pengguna peternak dan evaluator independen. Desain yang intuitif membuat proses digitalisasi manajemen kandang ini sangat mudah diadopsi oleh pekerja tanpa memerlukan pelatihan khusus, sehingga secara signifikan mempercepat rekapitulasi data harian. Tingkat penerimaan pengguna yang tinggi ini didukung oleh kajian Isya Alfassa *et al.* (2025), yang membuktikan bahwa variabel *perceived ease of use* (persepsi kemudahan penggunaan) pada aplikasi memberikan dampak positif yang sangat kuat terhadap percepatan adaptasi pekerja operasional dalam mentransformasi pencatatan manual menjadi digital.

3. Efektivitas Produk Terhadap Performa Produksi

Kajian paling krusial dari produk akhir ini adalah efektivitasnya saat diimplementasikan langsung pada siklus pemeliharaan 5.000 ekor ayam broiler di Sumber Mili Farm. Sistem IoT terbukti sangat efektif dalam meningkatkan performa produksi ayam broiler melalui mitigasi risiko lingkungan berbasis peringatan dini (*early warning*).

Berdasarkan analisis deskriptif komparatif, sistem ini berhasil menekan angka mortalitas secara drastis dari 9,78% pada metode manual menjadi hanya 1,50% pada siklus IoT, setara penurunan 8,28 poin persentase, sehingga secara efektif mencegah insiden kematian massal akibat *heat stress*. Terciptanya *thermal comfort zone* yang stabil berkat intervensi sensor DHT22 juga memperbaiki FCR dan ADG yang proporsional.

Secara keseluruhan, pemeliharaan berbasis teknologi ini mampu menjamin tingkat kelangsungan hidup populasi dan memberikan tingkat efisiensi pakan yang jauh lebih rasional bagi keberlanjutan usaha peternakan. Efektivitas luar biasa ini diperkuat oleh temuan empiris Manullang *et al.* (2025), yang membuktikan bahwa pemeliharaan ayam broiler menggunakan kandang berbasis *internet of things* tidak hanya signifikan dalam menekan persentase mortalitas dan memperbaiki rasio FCR harian secara nyata, tetapi juga secara konsisten mampu mengkatrol capaian skor IP akhir peternakan dengan nilai di atas 400.

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai penerapan *internet of things* pada ayam broiler dalam performance produksi dan manajemen lingkungan kandang, dapat ditarik kesimpulan sebagai jawaban atas rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Sistem IoT berbasis ESP32 dan sensor DHT22 berhasil dirancang dan terbukti mampu memantau suhu serta kelembaban kandang *closed house* secara *real-time* dengan sistem peringatan dini yang tervalidasi secara fungsional. Pengujian *black box testing* mengonfirmasi seluruh fitur sistem berjalan dengan status “valid”, dan penilaian validator ahli informatika mencatatkan kelayakan teknis sebesar 90% (kategori sangat layak).
2. Aplikasi berhasil dikembangkan sebagai platform pencatatan data performa harian meliputi FCR, ADG, IP, dan mortalitas secara digital dan terstruktur. Sistem mendapatkan penilaian kepraktisan sebesar 88,6% (kategori sangat praktis) berdasarkan evaluasi gabungan dari 5 peternak praktisi dan 15 evaluator independen akademis.
3. Penerapan sistem IoT terintegrasi terbukti efektif dalam meningkatkan pemantauan lingkungan kandang dan pencatatan data performa harian ayam broiler dibandingkan metode manual konvensional. Hasil analisis inferensial menggunakan uji *paired samples t-test* terhadap data deret waktu harian ($N = 35$) menunjukkan adanya perbedaan rata-rata yang signifikan pada seluruh parameter produksi ($p < 0,05$), yaitu ADG ($p < 0,001$), FCR ($p < 0,001$), mortalitas ($p < 0,001$), dan *index performance* ($p < 0,001$). Secara deskriptif komparatif, siklus IoT berhasil menekan mortalitas dari 9,78% pada metode manual menjadi 1,50%, memperbaiki FCR akumulatif dari 1,46 menjadi 1,35, serta meningkatkan skor *index performance* hingga kategori sangat istimewa (dari skor 396 menjadi 479).

B. Saran

Pengelola peternakan disarankan untuk mulai mengadopsi ekosistem teknologi IoT dan platform pencatatan digital ini secara permanen guna menjamin stabilitas daya hidup populasi ayam broiler secara berkelanjutan, dengan tetap melakukan perawatan kebersihan perangkat keras secara berkala. Peneliti selanjutnya, disarankan untuk meningkatkan fungsionalitas *sistem aplikasi* dari pemantauan jarak jauh menjadi ekosistem kontrol otomatis penuh (*auto control system*) dengan menambahkan integrasi sensor kualitas udara parametrik lainnya seperti sensor gas amonia. Selain itu, kumpulan basis data log historis yang telah terekam secara aman di dalam *cloud database* sangat potensial untuk diintegrasikan dengan algoritma kecerdasan buatan (*machine learning*) guna membangun model prediktif yang andal dalam mendeteksi pola fluktuasi lingkungan serta potensi kemunculan wabah penyakit secara lebih dini.

PENERAPAN IOT PADA AYAM BROILER DALAM PERFORMA PRODUKSI DAN MANAJEMEN LINGKU KANDANG

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 eprints.uny.ac.id

Internet Source

2 repository.upi.edu

Internet Source

3 Submitted to UIN KH. Achmad Siddiq Jember

Student Paper

4 repository.unsulbar.ac.id

Internet Source

5 etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

6 repository.umsu.ac.id

Internet Source

7 mazirul.blogspot.com

Internet Source

8 Submitted to Universiti Teknologi Malaysia

Student Paper

9 repository.uinsaizu.ac.id

Internet Source

10 Utami, Yuli Hana Puji. "Pengaruh Wisata Religi Terhadap Penguatan Spiritual dan Pemahaman Keislaman Bagi Siswa MTs di Kabupaten Cilacap.", Universitas Islam Negeri Saifuddin Zuhri (Indonesia)

Publication

11 e-theses.iaincurup.ac.id

Internet Source

12 Submitted to Universitas Islam Riau

Student Paper

13 repo.iainbatusangkar.ac.id

Internet Source

14 repository.binadarma.ac.id

Internet Source

-
- 15 www.journal.ipm2kpe.or.id
Internet Source
-
- 16 digilib.unila.ac.id
Internet Source
-
- 17 Submitted to Universitas Negeri Makassar
Student Paper
-
- 18 Submitted to Universitas PGRI Palembang
Student Paper
-
- 19 Ajeng Safitri, Puti Febrina Niko, Baidarus ., Abunawas .. "PSIKOEDUKASI BIMBINGAN KARIER SISWA PADA GURU SMA DATUK BATU HAMPAR PEKANBARU", Jurnal Pengabdian UntukMu Negeri, 2018
Publication
-
- 20 Submitted to Institut Agama Islam Al-Zaytun Indonesia
Student Paper
-
- 21 Julinda Romauli Manullang, Bayu Agung Laksono, Nurul Fajrih H, Dinar Anindyasari. "PERFORMANCE AYAM BROILER DENGAN PERKANDANGAN SISTEM CLOSED HOUSE DAN CLOSED HOUSE BERBASIS IoT (INTERNET OF THINGS) DI PT.INTEGRASI TEKNOLOGI UNGGAS YOGYAKARTA", Jurnal Peternakan Nusantara, 2024
Publication
-
- 22 Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya
Student Paper
-
- 23 jiip.stkipyapisdompu.ac.id
Internet Source
-
- 24 jurnalistiqomah.org
Internet Source
-
- 25 repository.unmuhjember.ac.id
Internet Source
-
- 26 www.coursehero.com
Internet Source
-
- 27 Nyoman Adi Andrian Kusuma Putra. "Monitoring dan Pemberian Pakan Ikan Lele Otomatis berbasis Internet of Things (IoT) di Tambak Good's Lele", Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika), 2025
Publication
-
- 28 bemj.akbidbunda.ac.id
Internet Source
-

-
- 29 ejournal.uika-bogor.ac.id
Internet Source
-
- 30 www.scribd.com
Internet Source
-
- 31 Submitted to Universitas Sebelas Maret
Student Paper
-
- 32 jurnal.untan.ac.id
Internet Source
-
- 33 Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Student Paper
-
- 34 Submitted to Universitas Andalas
Student Paper
-
- 35 Submitted to Universitas Islam Syekh-Yusuf Tangerang
Student Paper
-
- 36 docobook.com
Internet Source
-
- 37 id.123dok.com
Internet Source
-
- 38 Bramanti Isman Patty, Bakhtiyar Hadi Prakoso, Rossalina Adi Wijayanti, Efri Tri Ardianto. "Rancang Bangun Sistem Informasi Sensus Harian Rawat Inap di RSD Kalisat", Health & Medical Sciences, 2026
Publication
-
- 39 Submitted to Universitas Terbuka
Student Paper
-
- 40 repository.ub.ac.id
Internet Source
-
- 41 Julinda Romauli Manullang, Khaidir Khafid, Ardiansyah Ardiansyah, Rita Mariati. "PERFORMA PRODUKSI BROILER PADA KANDANG CLOSED HOUSE BERBASIS INTERNET THINGS", Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman, 2025
Publication
-
- 42 Submitted to Universitas Muhammadiyah Sukabumi
Student Paper
-
- 43 digilib.uin-suka.ac.id
Internet Source
-
- 44 eprints.upj.ac.id
Internet Source
-

45

text-id.123dok.com

Internet Source

46

Hajratul Wahda, Nasrullah Nasrullah, Muhammad Adil. "Pengaruh Teknologi Blockchain Terhadap Transparansi Dan Efisiensi Pengelolaan Keuangan Pada Lembaga Keuangan Syariah Di Kabupaten Bulukumba", Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research, 2026

Publication

47

Putri Agustin, Aufia Aisa, Rina Dian Rahmawati. "Pengembangan E-book Berbasis Canva pada Mata Pelajaran PAI untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP Kosgoro Jombang YASIN, 2025

Publication

48

[Submitted to Universitas Maritim Raja Ali Haji](#)

Student Paper

49

[Submitted to Wageningen University](#)

Student Paper

50

ijble.com

Internet Source

51

lib.unnes.ac.id

Internet Source

52

library.binus.ac.id

Internet Source

53

openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id

Internet Source

54

people.usd.ac.id

Internet Source

55

repository.undha.ac.id

Internet Source

56

repository.upstegal.ac.id

Internet Source

57

unsri.portalgaruda.org

Internet Source

58

Charles William Kojansow, Pinrolinvic D. K. Manembu, Arthur M. Rumagit. "Pengembangan Platform Internet Of Things (IoT) menggunakan komunikasi WebSockets Jurnal Teknik Informatika, 2024

Publication

59

[Submitted to Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan](#)

Student Paper

60 Goldy Praba Chandra Subagyo. "Pembangunan Sistem Informasi Kepegawaian Menggunakan Metode Extreme Programming (Studi Kasus: PT Surganya Motor Indone Cabang Surabaya)", *Journal of Technology and System Information*, 2026
Publication

61 Naningsih, Septi. "Manajemen Program Kultur Religius di MI Muhammadiyah Gumiwar dan MI Ma'arif NU 01 Sokanegara Kecamatan Kejobong Kabupaten Purbalingga.", *Universitas Islam Negeri Saifuddin Zuhri (Indonesia)*
Publication

62 Teguh Setiadi, Tody Inggil Arifiandi. "PROTOTYPE ALAT PAKAN AYAM OTOMATIS DAN MONITORING SUHU KANDANG BERBASIS IOT", *Journal of Computer Science and Technology (JCS-TECH)*, 2024
Publication

63 Submitted to Universitas Diponegoro
Student Paper

64 abdulpurwanto.blogspot.com
Internet Source

65 eprints.undip.ac.id
Internet Source

66 jellygamat.yandipermana.com
Internet Source

67 jurnal.polibatam.ac.id
Internet Source

68 kpi.pertamina.com
Internet Source

69 www.repository.uinjkt.ac.id
Internet Source

70 I Gusti Ngurah Puger, Rofi'ud Darojatin Nisaa, Putu Ary Sastrawan. "HUBUNGAN ANTAI STRES AKADEMIK DENGAN REGULASI EMOSI PADA SISWA KELAS VII SMP N 1 SERIRIT TAHUN AJARAN 2024/2025", *Daiwi Widya*, 2026
Publication

71 Marselia Hari, Mayun Erawati Nggaba. "Pengaruh Model Problem Based Learning deng Pendekatan STEM Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP Katolik Anda Luri", *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 2025
Publication

72 Maynard Ludwig Senduk, Rosalina A.M. Koleangan, George M.V. Kawung. "PENGARUH KOMPETENSI, INDEPENDENSI DAN MOTIVASI TERHADAP KUALITAS PENGAWASAN

KEUANGAN DI DINAS PARIWISATA PROVINSI SULAWESI UTARA", JURNAL PEMBANGUNAN EKONOMI DAN KEUANGAN DAERAH, 2019

Publication

73 Submitted to Universitas Kristen Satya Wacana
Student Paper

74 adoc.pub
Internet Source

75 ardidafa78.wordpress.com
Internet Source

76 docplayer.info
Internet Source

77 e-journals.unmul.ac.id
Internet Source

78 eprints.dinus.ac.id
Internet Source

79 eprints.radenfatah.ac.id
Internet Source

80 eprints.uns.ac.id
Internet Source

81 eprints.walisongo.ac.id
Internet Source

82 es.scribd.com
Internet Source

83 journal.um.ac.id
Internet Source

84 jurnal.pdgi.or.id
Internet Source

85 mcmunandar.blogspot.com
Internet Source

86 pedagogi.uniku.ac.id
Internet Source

87 repository.metrouniv.ac.id
Internet Source

88 www.jurnalp4i.com
Internet Source

- 90 Erwin Mandala Putra. "Model Peningkatan Customer Satisfaction melalui Product Quality Service, dan di Mediasi oleh Brand Image (Studi pada Franchise Mie Gacoan di Kabupaten Pati)", ARZUSIN, 2026
Publication

- 91 Muhammad Anas Kusuma Amir, Prio Kustanto. "Arsitektur Mikrolayanan pada Platform Penilaian Risiko Kardiovaskular Menggunakan Vue.js dan Integrasi Vertex AI", Journal of Students' Research in Computer Science, 2026
Publication

- 93 Asrofi Huda Hanafi, Juhri Abdul Mu'in, Siswoyo Siswoyo, Tri Yuni Hendrowati. "Pengaruh Budaya Sekolah dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Guru di Gugus Bougenvile 4 Kecamatan Ulubelu", Paedagogie, 2026
Publication

- 94 Suratiyah. "Pengaruh Permainan Congklak Modifikasi Terhadap Kemampuan Literasi Numerasi Awal Dan Kemampuan Motorik Halus Pada Anak Usia Dinidi RA Darul Ulum Tarisi Kecamatan Wanareja Kabupaten Cilacap.", Universitas Islam Negeri Saifuddin Zu (Indonesia)
Publication

Exclude quotes

Off

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

On