

Purwarupa Sistem Internet of Things (IoT) untuk Pemberian Pakan Otomatis pada Peternakan Babi

Tiarabella Kalaena*✉, Djoni Hatidja✉, Edwin Tenda✉
Program Studi Sistem Informasi, Universitas Sam Ratulangi, Indonesia

Abstrak: Pemberian pakan pada peternakan babi secara manual membutuhkan waktu, tenaga, dan perhatian yang besar, serta sering kali menimbulkan ketidakkonsistenan jadwal dan takaran pakan. Ketidakteraturan tersebut berpotensi mengganggu pertumbuhan dan produktivitas ternak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun purwarupa sistem pemberian pakan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan pemantauan suhu, kelembaban, sisa stok pakan, serta kendali jarak jauh melalui web dashboard. Sistem dikembangkan menggunakan metode Prototype yang meliputi tahap identifikasi kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian, serta evaluasi dan perbaikan. Perangkat keras mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur sisa pakan, motor servo MG996R sebagai pembuka/penutup katup pakan, layar LCD 16x2 I2C sebagai tampilan lokal, dan web dashboard sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Penjadwalan otomatis diatur pada pukul 08.00 dan 17.00 WITA menggunakan koordinasi waktu Network Time Protocol (NTP). Kalibrasi distribusi pakan pelet komersial menunjukkan motor servo beroperasi stabil pada sudut bukaan 145 derajat dengan rata-rata waktu pembukaan 4,77 detik untuk mengeluarkan pakan sebanyak 2 Kg. Hasil pengujian sensor DHT22 menunjukkan akurasi suhu yang tinggi dengan rata-rata selisih 0,19°C (eror 0,57%), sedangkan pembacaan kelembaban memiliki selisih rata-rata 9,8% (eror 16,90%) yang dikompensasi melalui offset program agar tidak mengurangi keandalan pemantauan kandang. Kalibrasi sensor ultrasonik pada wadah berkapasitas 3 Kg mencapai akurasi 96,14% dengan rata-rata selisih 0,062 Kg. Pengujian fungsionalitas Blackbox pada 10 skenario dinyatakan valid, didukung evaluasi kuantitatif berupa keberhasilan transmisi data 100%, latensi respon dashboard 1,2 hingga 2,5 detik, dan pemulihan koneksi Wi-Fi rata-rata 3,4 detik. Sistem ini berpotensi membantu mengurangi beban waktu dan tenaga peternak dalam proses pemberian pakan dan pemantauan mikroklimat kandang secara real-time.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT); Pemberian Pakan Otomatis; Peternakan Babi; ESP32; Web Dashboard;

Abstract: Manual feeding in pig farming requires considerable time, effort, and attention, and often results in inconsistent feeding schedules and portion sizes. Such irregularities have the potential to disrupt livestock growth and productivity. This study aims to design and build a prototype of an Internet of Things (IoT)-based automatic feeding system integrated with temperature, humidity, remaining feed levels monitoring, and remote control via a web dashboard. The system was developed using the Prototype method, which includes requirements identification, design, development, testing, and evaluation and improvement. The hardware

integrates an ESP32 microcontroller as the main controller, a DHT22 sensor for temperature and humidity, an HC-SR04 ultrasonic sensor for feed level, an MG996R servo motor for valve actuation, a 16x2 I2C LCD screen for local display, and a web dashboard for remote monitoring and control. Feeding schedules are automated at 08:00 and 17:00 WITA synchronized with Network Time Protocol (NTP). Calibration of commercial pellet feed distribution showed stable servo operation at a 145-degree opening angle with an average duration of 4.77 seconds to dispense 2 kg of feed. DHT22 sensor testing showed high temperature accuracy with an average difference of 0.19°C (0.57% error), while humidity readings had an average difference of 9.8% (16.90% error) which was compensated via programmatic offset to maintain barn monitoring reliability. Ultrasonic sensor calibration on a 3 kg container achieved 96.14% accuracy with an average difference of 0.062 kg. Functional Blackbox testing across 10 scenarios was valid, supported by quantitative evaluations including 100% data transmission success, 1.2 to 2.5 seconds dashboard response latency, and average Wi-Fi reconnection recovery of 3.4 seconds. This system has the potential to help reduce farmers' time and labor in feeding management and real-time barn microclimate monitoring.

Keywords: Internet of Things (IoT); Automatic Feeding; Pig Farming; ESP32; Web Dashboard;

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara, total produksi daging babi di Provinsi Sulawesi Utara mencapai 4.399.711,66 Kg pada tahun 2025 [2]. Daging babi merupakan komoditas ternak strategis yang bernilai ekonomi tinggi serta menjadi sumber pendapatan utama bagi peternak di wilayah pedesaan [16]. Usaha peternakan babi memiliki pangsa pasar yang kuat karena tingginya tingkat konsumsi daging babi oleh masyarakat di berbagai daerah di Sulawesi Utara [13]. Siklus reproduksi dan laju pertumbuhan ternak babi tergolong cepat, sehingga menuntut tatalaksana pemeliharaan yang disiplin, khususnya pada manajemen asupan nutrisi dan keteraturan jadwal pakan harian [3], [7].

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di salah satu peternakan babi Kelurahan Tara-tara 3, Kota Tomohon, proses pemberian pakan selama ini masih dijalankan secara manual dua kali sehari (pagi dan sore) menggunakan pakan komersial berbentuk pelet. Metode manual menuntut kehadiran fisik peternak di lokasi secara rutin serta menguras waktu dan tenaga. Selain itu, pemberian pakan manual rentan menimbulkan deviasi jadwal dan fluktuasi takaran pakan, yang berpotensi memicu gangguan pertumbuhan maupun stres pada ternak. Di samping faktor pakan, kondisi iklim kandang seperti suhu dan kelembaban udara memegang peranan krusial terhadap kesehatan babi, mengingat babi sangat sensitif terhadap stres panas (*heat stress*) akibat keterbatasan kelenjar keringat. Oleh sebab itu, dibutuhkan solusi teknologi yang mampu mengotomatisasi distribusi pakan sekaligus memantau kondisi lingkungan kandang secara berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan keunggulan dalam menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan internet untuk pertukaran data, otomasi aktuasi, dan pengawasan jarak jauh secara real-time [6], [17], [19]. Sejumlah penelitian terdahulu telah menerapkan IoT pada sektor peternakan dan perikanan, namun masih memiliki celah penelitian (*research gap*) tersendiri. Penelitian Kusumo [10] mengembangkan sistem pakan ayam otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor DHT11, dan bot Telegram, namun belum menyediakan antarmuka visual terpadu untuk analisis riwayat serta memiliki kapasitas beban pakan yang terbatas untuk ternak besar. Zahrowani et al. [20] merancang sistem pakan pintar berbasis ESP32 pada peternakan

kambing umbaran, tetapi sistem tersebut belum dilengkapi platform pemantauan jarak jauh berbasis web. Sementara itu, penelitian Roza dan Jaya [15] menerapkan IoT untuk pengelolaan kolam ikan air tawar menggunakan ESP8266 dan notifikasi Telegram tanpa integrasi pemantauan mikroklimat kandang

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada integrasi menyeluruh empat pilar fungsionalitas dalam satu ekosistem sistem IoT khusus peternakan babi, yang meliputi:

1. Otomasi penjadwalan pakan presisi berbasis koordinasi waktu Network Time Protocol (NTP) dengan takaran mekanis 2 Kg.
2. Pemantauan mikroklimat kandang (suhu dan kelembaban) menggunakan sensor DHT22 dengan kompensasi offset program.
3. Pemantauan sisa kapasitas pakan pada wadah galon 3 Kg berbasis sensor ultrasonik HC-SR04.
4. Antarmuka web dashboard interaktif yang memungkinkan kendali motor servo jarak jauh secara manual, visualisasi grafik berkala per 5 menit, pencatatan riwayat otomatis ke Firebase Realtime Database, serta ekspor data ke format lembar kerja Excel.

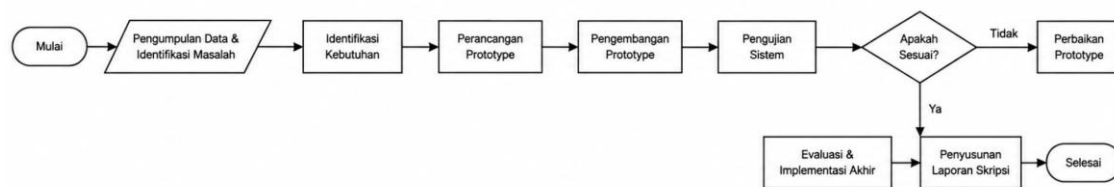
Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun purwarupa sistem pemberian pakan otomatis pada peternakan babi berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 [12], sensor DHT22 [18], sensor ultrasonik HC-SR04 [1], motor servo MG996R [11], LCD 16x2 I2C, serta antarmuka web dashboard terintegrasi Firebase Realtime Database. Purwarupa ini diharapkan dapat membantu peternak menghemat waktu dan tenaga serta memberikan kontribusi nyata pada modernisasi teknologi peternakan babi di Sulawesi Utara.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan mulai bulan April 2026 hingga Juli 2026 di salah satu peternakan babi Kelurahan Tara-tara 3, Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan mengenai tatalaksana kandang, studi pustaka mengenai arsitektur IoT, wawancara mendalam dengan peternak mengenai siklus pakan harian (pukul 08.00 dan 17.00 WITA dengan takaran pelet 2 Kg per pemberian), serta pengujian langsung terhadap purwarupa alat.

2.1. Tahapan Penelitian

Pengembangan purwarupa sistem pemberian pakan otomatis ini mengadopsi metode Prototype yang dilaksanakan secara sistematis melalui lima tahapan berurutan. Alur metodologi penelitian secara menyeluruh ditunjukkan pada Gambar 1.

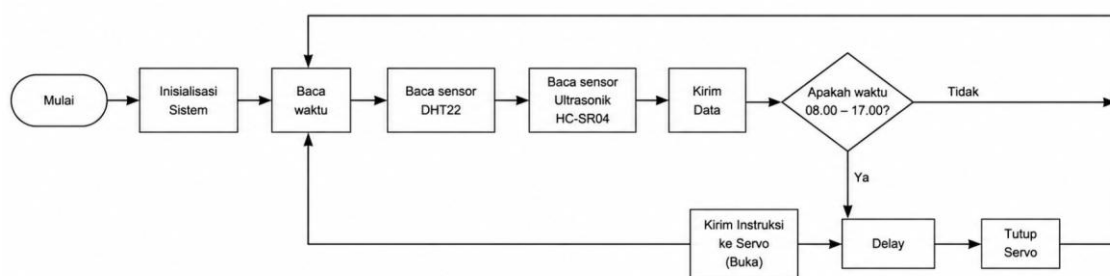


Gambar 1. Flowchart Penelitian

Rincian prosedur pelaksanaan pada setiap tahapan penelitian diuraikan secara rinci sebagai berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan: Merupakan tahap awal untuk menganalisis dan menetapkan spesifikasi kebutuhan sistem. Berdasarkan hasil wawancara dengan peternak, sistem dirancang untuk dapat mengeluarkan pakan pelet sebanyak 2 Kg secara otomatis pada pukul 08.00 dan 17.00 WITA, serta menyediakan antarmuka pemantauan kondisi lingkungan kandang dan sisa pakan secara *realtime*. Pada tahap ini ditentukan

- spesifikasi perangkat keras (mikrokontroler ESP32, *Expansion Board*, sensor DHT22, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo MG996R, LCD 16x2 I2C, serta sumber daya listrik) dan perangkat lunak (*Arduino IDE*, *Firestore Realtime Database*, dan *Web Dashboard* berbasis HTML/CSS/JavaScript).
2. Perancangan Prototype: Merancang skema hubungan antar komponen elektronik (*wiring diagram*), arsitektur komunikasi IoT berbasis Wi-Fi, dan diagram alir (*flowchart*) alur kerja sistem. Mikrokontroler ESP32 dirancang sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor DHT22 dan HC-SR04, mengirimkan data ke *Firestore*, menampilkan data pada LCD I2C, serta memberikan sinyal kontrol *Pulse Width Modulation* (PWM) ke motor servo MG996R. Diagram alir alur kerja sistem pemberian pakan otomatis ditunjukkan pada Gambar 2.
 3. Pengembangan Prototype: Meliputi perakitan fisik (*hardware assembly*) dan pembuatan kode program (*software development*). Komponen peranti keras dirangkai pada *Expansion Board* dan diintegrasikan pada wadah galon pakan berkapasitas 3 Kg. Kode program pada ESP32 dikembangkan menggunakan *Arduino IDE* dengan mengintegrasikan pustaka *WiFi.h*, *FirestoreESP32.h*, *DHT.h*, *ESP32Servo.h*, *LiquidCrystal_I2C.h*, dan *time.h* untuk sinkronisasi waktu *Network Time Protocol* (NTP). Antarmuka *web dashboard* dibangun untuk menyajikan tampilan suhu, kelembaban, persentase/massa pakan, tombol kontrol manual, grafik tren 5-menitan, dan tabel riwayat.
 4. Pengujian Sistem: Meliputi kalibrasi komponen dan pengujian fungsionalitas. Pengujian dilakukan melalui: (a) Kalibrasi durasi waktu bukaan servo untuk penakaran 2 Kg pakan pelet; (b) Kalibrasi sensor suhu dan kelembaban DHT22 terhadap termo-higrometer digital acuan; (c) Kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04 pada rentang jarak 2 cm - 25 cm dan pengujian massa pakan pada wadah galon 3 Kg; serta (d) Pengujian metode *Blackbox* terhadap 10 skenario operasional sistem di lokasi peternakan.
 5. Evaluasi dan Perbaikan: Menganalisis hasil pengujian sistem. Rata-rata selisih pembacaan sensor DHT22 diintegrasikan sebagai nilai koreksi (offset) dalam program C++ *Arduino* ($\text{suhu} = t - 0.19$; $\text{hum} = h - 9.8$;) untuk menyempurnakan akurasi pembacaan. Apabila ditemukan kesalahan atau keterlambatan bukaan aktuator, program dan rangkaian fisik diperbaiki hingga seluruh fungsi sistem dinyatakan valid.



Gambar 2. Flowchart Sistem Pemberian Pakan Otomatis

Dalam pemrosesan data sensor ultrasonik HC-SR04 untuk menghitung jarak permukaan pakan dari pemancar gelombang di bagian atas wadah, durasi waktu pantul pulsa gelombang dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Durasi} \times 0,034}{2} \quad (1)$$

Berdasarkan dimensi fisik wadah galon pakan, jarak permukaan pakan saat penuh ditetapkan sebesar 3,0 cm (100% / 3 Kg) dan jarak wadah saat kosong sebesar 16,5 cm (0% / 0 Kg). Persentase ketersediaan pakan dikalkulasikan menggunakan Persamaan (2):

$$\text{Persentase Pakan} = \frac{\text{Jarak Kosong} - \text{Jarak}}{\text{Jarak Kosong} - \text{Jarak Penuh}} \times 100\% \quad (2)$$

Guna mengevaluasi tingkat akurasi pembacaan sensor pada tahap kalibrasi, besarnya persentase kesalahan (error) dihitung dengan membandingkan nilai ukur sensor terhadap nilai acuan fisik menggunakan Persamaan (3):

$$\text{Error (\%)} = \frac{|\text{Nilai Ukur} - \text{Nilai Acuan}|}{\text{Nilai Acuan}} \times 100\% \quad (3)$$

2.2. Metode Prototype

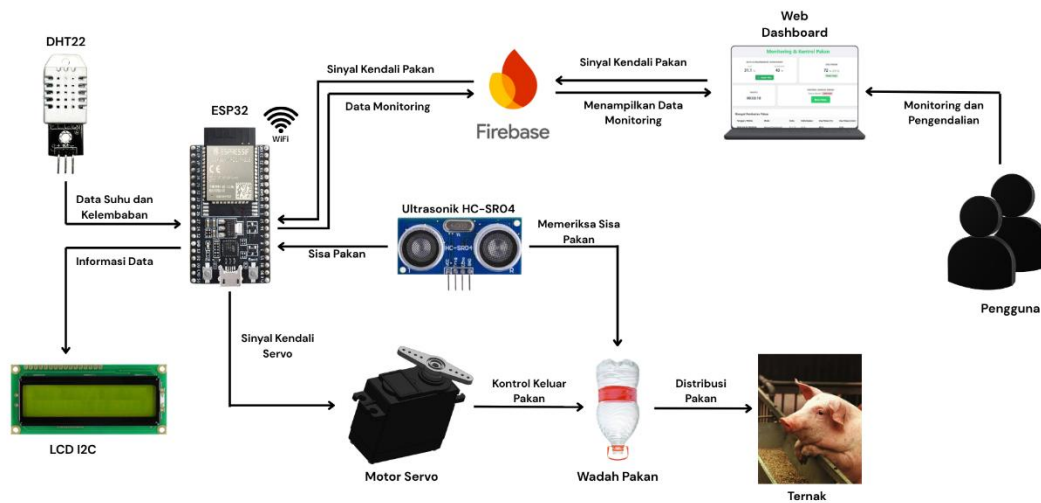
Metode Prototype dipilih dalam penelitian ini karena menyediakan pendekatan yang sangat fleksibel dan terstruktur untuk pengembangan sistem terintegrasi *Internet of Things* (IoT). Karakteristik pengembangan IoT membutuhkan integrasi erat antara komponen fisik mekanis (mekanisme katup motor servo MG996R), komponen sensing elektronik (sensor suhu-kelembaban DHT22 dan sensor ultrasonik HC-SR04), jaringan komunikasi nirkabel (*NTP time server* dan *Firebase Realtime Database*), serta antarmuka perangkat lunak (*web dashboard*).

Melalui penerapan metode Prototype, rancangan awal purwarupa alat dapat diuji coba secara langsung pada kondisi operasional riil di kandang babi. Pengujian berulang memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kendala teknis secara dini, seperti hambatan aliran pakan pelet pada katup servo, penggarisan sinyal ultrasonik akibat debu pakan, atau fluktuasi waktu respon transmisi Firebase. Masalah-masalah teknis tersebut dapat langsung dievaluasi dan disempurnakan; misalnya dengan menentukan sudut bukaan servo yang presisi (145° ke 180°), menghitung rata-rata waktu bukaan servo yang konsisten (4,77 detik), serta memasukkan koreksi variabel offset pembacaan sensor, sebelum purwarupa akhir dinyatakan siap digunakan secara penuh oleh peternak.

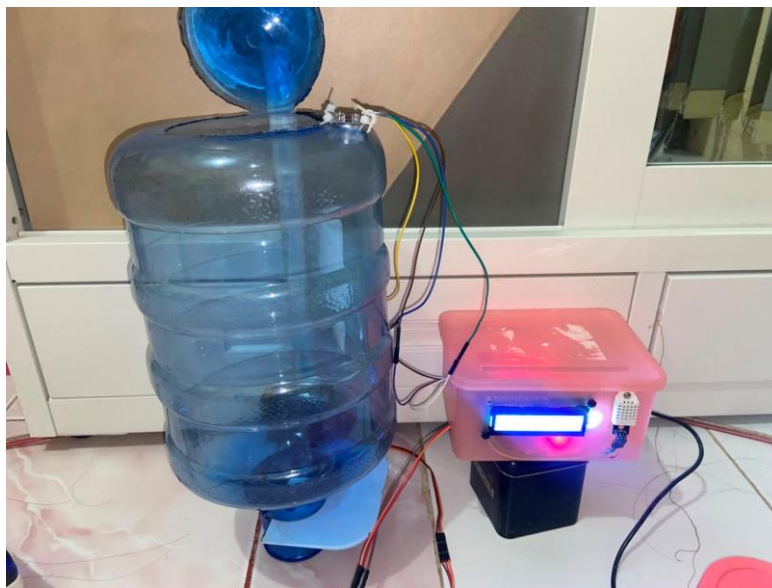
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Purwarupa sistem IoT yang berhasil dibangun terdiri dari perangkat keras (*hardware*) yang terpasang di kandang babi dan perangkat lunak (*software*) antarmuka pemantauan. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai unit pemroses utama. Sensor DHT22 terhubung pada GPIO13 untuk membaca suhu dan kelembaban udara kandang. Sensor ultrasonik HC-SR04 terhubung pada GPIO5 (*Trigger*) dan GPIO18 (*Echo*) untuk mengukur jarak sisa pakan. Motor servo MG996R terhubung pada GPIO27 untuk menggerakkan katup penutup wadah pakan. Layar LCD 16x2 I2C terhubung pada GPIO21 (SDA) dan GPIO22 (SCL) untuk menampilkan jam, suhu, dan kelembaban secara lokal. Arsitektur komunikasi sistem secara menyeluruh ditunjukkan pada Gambar 3. Fisik purwarupa alat pemberi pakan otomatis ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram Arsitektur Sistem IoT Pemberian Pakan Otomatis



Gambar 4. Foto Keseluruhan Rangkaian Alat Purwarupa

Perangkat lunak web dashboard menyajikan pemantauan indikator suhu, kelembaban, sisa stok pakan (% dan Kg), waktu aktual NTP, tombol kendali manual, grafik tren berkala per 5 menit, serta tabel riwayat aktivitas pakan yang dilengkapi tombol ekspor data ke file Excel.

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan secara bertahap meliputi kalibrasi durasi pakan, kalibrasi sensor DHT22, kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04, kalibrasi volume pakan, dan pengujian fungsionalitas metode *Blackbox*.

1. Kalibrasi Sistem Distribusi Pakan

Kalibrasi distribusi pakan bertujuan menentukan waktu pembukaan katup servo yang diperlukan untuk mengeluarkan pakan pelet babi sebanyak 2 Kg. Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kalibrasi Waktu Pemberian Pakan

No	Volume Target (Kg)	Waktu yang dibutuhkan (Detik)
1	2	4,84
2	2	4,90
3	2	4,90
4	2	4,59
5	2	4,64
6	2	4,71
7	2	4,67
8	2	4,83
9	2	4,84
10	2	4,77
Rata-rata		4,77

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata waktu yang dibutuhkan motor servo untuk mendistribusikan 2 Kg pakan pelet adalah 4,77 detik. Nilai ini dijadikan acuan pembukaan servo otomatis dalam kode program ESP32.

2. Kalibrasi Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan pembacaan suhu dan kelembaban terhadap alat acuan termo-higrometer digital sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Kalibrasi Suhu DHT22

No	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Acuan (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1	33,4	33,3	0,1	0,30%
2	33,4	33,3	0,1	0,30%
3	33,3	33,1	0,2	0,60%
4	33,3	33,1	0,2	0,60%
5	33,2	33,1	0,1	0,30%
6	33,4	33,1	0,3	0,91%
7	33,3	33,1	0,2	0,60%
8	33,3	33,0	0,3	0,91%
9	33,2	33,0	0,2	0,61%
10	33,3	33,1	0,2	0,60%
Rata-rata			0,19	0,57%

Tabel 3. Kalibrasi Kelembaban DHT22

No	Kelembaban DHT22 (%)	Kelembaban Acuan (%)	Selisih (%)	Error (%)
1	67	58	9	15,52%
2	67	58	9	15,52%
3	68	58	10	17,24%
4	68	58	10	17,24%
5	68	58	10	17,24%
6	68	58	10	17,24%
7	68	58	10	17,24%
8	68	58	10	17,24%
9	68	58	10	17,24%
10	68	58	10	17,24%
Rata-rata			9,8	16,90%

Tabel 2 memperlihatkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi suhu yang sangat tinggi dengan selisih rata-rata hanya 0,19°C (eror 0,57%). Sebaliknya, Tabel 3 menunjukkan bahwa pembacaan kelembaban memiliki selisih rata-rata 9,8% dengan eror 16,90%.

Tingginya persentase eror kelembaban ini disebabkan oleh karakteristik sensor kapasitif DHT22 yang mengalami bias positif sistematis (pembacaan secara konstan lebih tinggi dari kondisi aktual). Untuk mengatasi bias tersebut dan memastikan fungsi pengawasan kandang tetap andal, selisih 9,8% dikompensasi secara langsung pada kode program mikrokontroler ($\text{suhu} = t - 0.19$ dan $\text{hum} = h - 9.8$). Melalui kalibrasi offset ini, data kelembaban yang dikirim ke Firebase dan ditampilkan di dashboard web telah terkalibrasi presisi mendekati alat ukur standar, sehingga deteksi risiko stres panas (heat stress) pada ternak babi tetap terjaga akurat.

3. Kalibrasi Sensor Ultrasonik dan Volume Wadah Pakan

Pengujian jarak ultrasonik HC-SR04 terhadap pengukuran meteran fisik (2 cm - 25 cm) menghasilkan rata-rata selisih 0,12 cm dengan error 2,75% (tingkat akurasi 97,25%). Pengujian dilanjutkan untuk mengukur massa pakan dalam wadah berkapasitas 3 Kg seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kalibrasi Volume Wadah Pakan

No	Banyaknya Pakan	Pembacaan Sensor	Persentase	Selisih (Kg)	Error
1	1kg	0,96Kg	32%	0,04	4,00%
2	1,5Kg	1,35Kg	45%	0,15	10,00%
3	2Kg	1,95Kg	65%	0,05	2,50%
4	2,5Kg	2,43Kg	81%	0,07	2,80%
5	3Kg	3Kg	100%	0,00	0,00%
Rata-rata				0,062	3,86%

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata selisih pembacaan sensor ultrasonik terhadap penimbangan pakan aktual hanya 0,062 Kg dengan error 3,86% (tingkat akurasi mencapai 96,14%), sehingga sensor sangat layak digunakan untuk memantau stok pakan.

4. Pengujian Sistem Menggunakan Metode *Blackbox*

Pengujian fungsionalitas sistem secara menyeluruh dilakukan menggunakan metode Blackbox terhadap 10 skenario pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sistem dengan Metode *Blackbox*

NO	Komponen/Fitur	Skenario Pengujian (Input)	Hasil yang Diharapkan (Output)	Status Valid/Tidak
1	ESP32 & Expansion Board	Sistem diberi daya menggunakan adaptor	LED indikator menyala dan sistem mikrokontroler aktif bekerja	Valid
2	Sensor DHT22	Sensor aktif membaca kondisi suhu dan kelembaban	Nilai suhu dan kelembaban berhasil terbaca oleh sistem	Valid
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Sensor mengukur jarak permukaan pakan	Nilai persentase sisa pakan (%) berhasil dihitung dan terbaca oleh sistem	Valid
4	LCD I2C	Sistem aktif	Layar LCD menampilkan jam, suhu, dan kelembaban	Valid
5	Buka Manual Servo	Tombol manual pakan dibuka melalui web dashboard	Servo membuka pakan, dan status servo di web dashboard menjadi "Terbuka", dan muncul tulisan "Beri Pakan" pada LCD I2C	Valid
6	Tutup Manual Servo	Tombol manual pakan ditutup melalui web dashboard	Servo menutup pakan, dan status servo di web dashboard menjadi "Tertutup", dan LCD kembali ke tampilan awal	Valid

7	Kontrol Otomatis	Servo	Waktu pada sistem menunjukkan pukul 08.00 atau 17.00	Servo otomatis membuka pakan selama 4,77 detik lalu servo menutup kembali secara otomatis	Valid
8	Pencatatan riwayat		Proses pemeberian pakan selesai (manual/otomatis)	Data riwayat (tanggal/waktu, mode, suhu, kelembaban, dan sisa pakan) berhasil dicatat dan muncul pada tabel riwayat di web dashboard	Valid
9	Jaringan WiFi & Firebase		ESP32 menginisiasi koneksi internet WiFi dan autentikasi Firebase	ESP32 terhubung ke WiFi dan data muncul di web dashboard	Valid
10	Sistem Rekoneksi & Keamanan Jaringan		Memutuskan koneksi WiFi saat sistem sedang berjalan, dan menghubungkan WiFi kembali	Sistem dapat terhubung kembali ke WiFi secara otomatis tanpa perlu di restart	Valid

Secara kuantitatif, evaluasi performa sistem menunjukkan tingkat keberhasilan transmisi data dari ESP32 ke Firebase Realtime Database sebesar 100% selama siklus operasional pengujian. Waktu respon eksekusi perintah (latensi) dari penekanan tombol di web dashboard hingga motor servo bergerak berkisar antara 1,2 hingga 2,5 detik. Pengujian keandalan jaringan membuktikan bahwa ketika sinyal Wi-Fi terputus secara sengaja, fitur pemulihan otomatis mikrokontroler mampu menghubungkan kembali perangkat ke Firebase dalam rata-rata waktu 3,4 detik setelah koneksi internet pulih, tanpa memerlukan restart manual perangkat keras.

3.3. Analisis Perbandingan

Perbandingan fitur sistem yang dikembangkan dengan penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Sistem dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Objek Ternak	Pengendali & Sensor Utama	Antarmuka Pemantauan	Fitur Terintegrasi
Kusumo (2024) [10]	Ayam	ESP8266, DHT11, Servo SG90	Telegram Bot	Pakan otomatis skala kecil, pemantaun suhu dasar.
Zahrowani et al. (2025) [20]	Kambing	ESP32, Sensor Ultrasonik	Lokal/Terbatas	Pakan otomatis tanpa pemantauan mikroklimate web
Roza & Jaya (2023) [15]	Ikan Air Tawar	ESP8266, ESP32-Cam, HC-SR04	Telegram Bot	Pakan ikan, pemantauan kekeruhan dan kamera kolam
Penelitian Ini (2026)	Tawar	ESP32, DHT22, HC-SR04, MG996R	Web Dashboard Terintegrasi	Pakan terjadwal 2Kg, suhu-kelembaban, level pakan, kontrol web, ekspor Excel.

Berdasarkan perbandingan pada Tabel 6, sistem yang dibangun memiliki keunggulan integrasi fungsi yang lebih komprehensif. Jika dibandingkan dengan metode konvensional yang menuntut peternak hadir dua kali sehari di kandang, purwarupa sistem otomatis ini berpotensi membantu mengurangi beban waktu dan tenaga peternak dalam proses pemberian pakan dan pemantauan mikroklimat kandang. Sinkronisasi waktu NTP menjamin ketepatan jam makan pada pukul 08.00 dan 17.00 WITA, sementara kalibrasi servo 4,77 detik menjaga konsistensi takaran pakan sebesar 2 Kg.

4. KESIMPULAN

Purwarupa Sistem Internet of Things (IoT) untuk Pemberian Pakan Otomatis Pada Peternakan Babi telah berhasil dirancang, dibangun, dan diuji dengan performa yang handal. Sistem mampu mendistribusikan pakan secara otomatis berdasarkan koordinasi waktu NTP pada pukul 08.00 dan 17.00 WITA maupun kontrol manual jarak jauh melalui web dashboard. Hasil kalibrasi pakan pelet komersial menunjukkan motor servo beroperasi stabil pada sudut bukaan 145° dengan durasi rata-rata 4,77 detik untuk mengeluarkan 2 Kg pakan. Sensor DHT22 memiliki akurasi suhu tinggi dengan eror 0,57%, sedangkan bias kelembaban (eror 16,90%) berhasil dinetralkan melalui penyesuaian offset program. Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki akurasi 96,14% dalam mendeteksi sisa stok pakan pada wadah galon 3 Kg. Pengujian fungsionalitas Blackbox pada 10 skenario dinyatakan valid dan didukung hasil kuantitatif berupa tingkat keberhasilan transmisi data 100%, latensi respon dashboard 1,2 hingga 2,5 detik, serta waktu rekoneksi Wi-Fi rata-rata 3,4 detik. Sistem ini berpotensi membantu peternak babi mengurangi waktu dan tenaga serta menjaga keteraturan jadwal pakan dan kenyamanan lingkungan kandang.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS (CREDIT)

Tiarabella Kalaena: Konseptualisasi, Metodologi, Perangkat lunak, Investigasi, Kurasi data, Validasi, Penulisan. **Djoni Hatidja:** Konseptualisasi, Metodologi, Pengawasan, Analisis formal, Penulisan, peninjauan dan penyuntingan. **Edwin Tenda:** Metodologi, Perangkat lunak, Pengawasan, Validasi, Penulisan, peninjauan dan penyuntingan.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat kepentingan finansial atau hubungan pribadi yang diketahui yang dapat memengaruhi hasil penelitian yang dilaporkan dalam artikel ini.

PERNYATAAN PENDANAAN

Penulis tidak menerima dukungan finansial untuk penelitian, kepenulisan, dan/atau publikasi artikel ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Gerald H. Tamuntuan, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA UNSRAT, Christie E. J. C. Montolalu, S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Prodi Sistem Informasi, Dr. Djoni Hatidja, S.Si, M.Si dan Edwin Tenda, S.Kom, M.Kom selaku Dosen Pembimbing, serta peternak babi di Kelurahan Tara-tara 3 Kota Tomohon yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama penelitian ini.

PERNYATAAN PENGGUNAAN AI GENERATIF DAN TEKNOLOGI BERBANTUAN AI DALAM PROSES PENULISAN

Para penulis menggunakan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk membantu meningkatkan kejelasan dan keterbacaan penulisan draf artikel ini. Seluruh konten yang dibantu oleh AI telah ditinjau, diperiksa, dan disunting secara mandiri oleh penulis, dan para penulis bertanggung jawab sepenuhnya atas isi akhir artikel yang dipublikasikan.

REFERENCES

- [1] T. N. Arifin, G. F. Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak," *Jurnal Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55-62, 2022.
- [2] Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara, "Jumlah Produksi Daging Babi Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Produksi di Provinsi Sulawesi Utara (kg), 2025," BPS Sulawesi Utara, 2026.
- [3] F. U. Datta, N. D. F. K. Foeh, A. I. R. Detha, G. A. Mandala, C. D. R. I. Bero, L. R. W. Toha, and N. A. Ndaong, "Manajemen Pemeliharaan Ternak Babi Pada Peternakan Babi Tolu Wei Sumba Timur," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 2, pp. 1-11, 2024.
- [4] Y. Firmansyah, W. E. Jayanti, M. S. Maulana, A. Sasongko, and I. Prasetya, "Implementasi Model Prototype pada Sistem Informasi Pelayanan Donor pada Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Pontianak Berbasis Mobile," *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (Justin)*, vol. 9, no. 4, p. 420, 2021.
- [5] E. W. Fridayanthie, Haryanto, and T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Paradigma Jurnal Komputer Dan Informatika*, vol. 23, no. 2, pp. 151-157, 2021.
- [6] M. S. Gitakarma and L. P. A. S. Tjahyanti, "Peranan Internet of Things Dan Kecerdasan Buatan Dalam Teknologi Saat Ini," *Jurnal Komputer Dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, vol. 1, no. 1, pp. 1-8, 2022.
- [7] R. Gultom, K. F. Rinca, M. T. Luju, and M. F. Bollyn, "Potensi Kandungan Nutrisi Pakan Babi pada berbagai Fase Produksi di Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, vol. 26, no. 2, pp. 60-64, 2024.
- [8] D. Hidayat, U. Ristian, and I. Ruslianto, "Perancangan Sistem Monitoring Air Ballast Kapal Klotok Menggunakan ESP32 berbasis Website," *Coding: Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, vol. 13, no. 3, pp. 260-267, 2025.
- [9] V. A. Kurniyanti and D. Murdiani, "Perbandingan Model Waterfall Dengan Prototype Pada Pengembangan System Informasi Berbasis Website," *Jurnal Syntax Fusion*, vol. 2, no. 8, pp. 2003-2005, 2022.
- [10] B. Kusumo, "Simulasi Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ayam Dan Monitoring Suhu Kandang," *Journal of System and Computer Engineering (JSCE)*, vol. 5, no. 2, pp. 192-203, 2024.
- [11] K. Lesmana and S. A. Sukarno, "Prototipe Penggunaan Motor Servo Untuk Dispenser Otomatis Berbasis Arduino Dan Sensor Hc-Sr04," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, pp. 16-22, 2025.
- [12] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 767-772, 2022.

- [13] F. N. S. Oroh, R. E. M. F. Osak, and F. I. Iroth, "Gambaran Studi Kasus; Analisis Keuntungan Usaha Ternak Babi di CV Anugerah," *Jambura Journal of Animal Science*, vol. 6, no. 1, pp. 57-69, 2023.
- [14] N. Pratama, H. Ramdani, K. Kurniawan, and A. Arasya, "Sistem Informasi Barang Hilang Di Fakultas Sains dan Teknologi Menggunakan Metode Prototype," *IJIRSE: Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 118-126, 2024.
- [15] A. Roza and P. Jaya, "Penerapan Teknologi Berbasis Internet Of Things (IoT) Untuk Pengelola Peternakan Ikan Air Tawar," *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, vol. 11, no. 1, p. 71, 2023.
- [16] S. H. Rumawir, N. M. Santa, and T. D. F. Lumy, "Analisis titik impas usaha peternakan babi di desa Lemoh Uner Kecamatan Tombariri Timur Kabupaten (studi kasus)," *Jurnal Zootec*, vol. 45, no. 1, pp. 147-154, 2025.
- [17] D. Saputra and A. Aprilio, "Pemberian Pakan Burung Berbasis Internet Of Things," *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi (SNISTEK)*, vol. 4, pp. 198-203, 2022.
- [18] I. Suwandi, "Perancangan Sistem Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Otomatis Dengan MD_Parola Dan Sensor DHT22," *Journal Of Power Electric And Renewable Energy*, vol. 1, no. 2, pp. 30-37, 2024.
- [19] A. Syahfitri, "Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya," *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains Dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 92-99, 2025.
- [20] R. Zahrowani, J. Kuswanto, and E. Pramono, "Sistem Pakan Cerdas Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Peternakan Kambing Umbaran di Era Digital Farm," *Jurnal Buana Informatika*, vol. 16, no. 1, pp. 45-55, 2025.