



Implementasi Sistem Deteksi Birahi Sapi Perah menggunakan Sensor Suhu Tubuh berbasis Internet of Things

Rahmad Zainul Abidin*, Jajang Seto Nugroho, Arief Tri Arsanto

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Yudharta Pasuruan, Pasuruan, Indonesia

Email: ^{1,*}abidin@yudharta.ac.id, ²jajangseto548@gmail.com, ³arief_inf@yudharta.ac.id

Email Penulis Korespondensi: abidin@yudharta.ac.id

Abstrak—Akurasi deteksi birahi pada sapi perah sangat menentukan tingkat keberhasilan reproduksi dan produktivitas peternakan. Kendati demikian, deteksi konvensional yang mengandalkan pengamatan fisik secara manual sering memicu risiko kesalahan dan keterlambatan inseminasi buatan (IB). Penelitian ini mengaplikasikan metode Research and Development (R&D) untuk merancang sistem pemantauan suhu tubuh sapi perah secara real-time berbasis Internet of Things (IoT) terintegrasi aplikasi Android. Tahapan R&D meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor suhu tubuh, Firebase Realtime Database, serta antarmuka aplikasi Android yang dibangun via MIT App Inventor. Data suhu dikirimkan secara nirkabel melalui jaringan Wi-Fi ke Firebase, lalu disajikan pada aplikasi berupa nilai suhu, status birahi, dan stempel waktu pembaruan. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem dan aplikasi Android berfungsi presisi sesuai rancangan. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mentransformasi deteksi birahi konvensional menjadi sistem pemantauan digital berbasis IoT yang terjangkau dan akurat, sehingga mampu meminimalkan kegagalan IB serta mendukung efisiensi manajemen reproduksi pada modernisasi peternakan sapi perah...

Kata Kunci: Internet of Things; Deteksi Birahi; Sapi Perah; NodeMCU ESP8266; Firebase Realtime Database

Abstract—The accuracy of estrus detection in dairy cattle is a critical determinant of reproductive success and farm productivity. However, conventional detection methods relying on manual physical observation often lead to errors and delays in artificial insemination (AI). This study employed the Research and Development (R&D) method to design an Internet of Things (IoT)-based, real-time dairy cattle body temperature monitoring system integrated with an Android application. The R&D process encompassed requirements analysis, design, implementation, and testing. The system utilizes a NodeMCU ESP8266 microcontroller, a body temperature sensor, Firebase Realtime Database, and an Android application interface developed using MIT App Inventor. Temperature data is transmitted wirelessly via Wi-Fi to Firebase and subsequently displayed on the application, showing temperature readings, estrus status, and update timestamps. Test results demonstrate that the system and Android application operate with precision, in accordance with the design specifications. This research makes a significant contribution by transforming conventional estrus detection into an affordable and accurate IoT-based digital monitoring system, thereby minimizing AI failures and enhancing reproductive management efficiency in modern dairy farming.

Keywords: Internet of Things (IoT); Heat Detection; Dairy Cattle; NodeMCU ESP8266; Firebase Realtime Database

1. PENDAHULUAN

Sektor peternakan sapi perah memiliki peran strategis dalam penyediaan sumber protein hewani, khususnya susu, yang menjadi kebutuhan penting bagi masyarakat. Ketersediaan susu yang berkualitas sangat dipengaruhi oleh tingkat produktivitas sapi perah, yang pada dasarnya ditentukan oleh keberhasilan manajemen reproduksi, kesehatan ternak, serta kondisi lingkungan kandang. Salah satu faktor utama dalam keberhasilan reproduksi adalah ketepatan dalam mendeteksi birahi (estrus), karena waktu inseminasi yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan kebuntingan dan menurunkan efisiensi produksi [1].

Dalam praktiknya, deteksi birahi pada sapi perah masih banyak dilakukan secara konvensional melalui observasi visual terhadap perubahan perilaku dan kondisi fisik ternak, seperti peningkatan aktivitas, gelisah, serta perilaku menaiki sesama ternak. Namun demikian, metode ini memiliki keterbatasan yang cukup signifikan karena sangat bergantung pada ketelitian, pengalaman, dan intensitas pengamatan peternak. Selain itu, gejala birahi pada sapi tidak selalu muncul secara jelas (silent heat), sehingga sering kali terlewatkan. Akibatnya, tingkat akurasi deteksi birahi secara manual relatif rendah dan berpotensi menyebabkan keterlambatan inseminasi, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan efisiensi reproduksi serta kerugian ekonomi bagi peternak [2].

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sektor peternakan mulai mengadopsi pendekatan berbasis teknologi yang dikenal dengan Precision Livestock Farming (PLF). Pendekatan ini memungkinkan pemantauan kondisi ternak secara otomatis dan berkelanjutan dengan memanfaatkan sensor serta sistem digital. Teknologi PLF mengintegrasikan berbagai parameter biologis, seperti aktivitas, konsumsi pakan, produksi susu, dan suhu tubuh, untuk memberikan informasi yang lebih akurat mengenai kondisi fisiologis ternak [3].

Dengan demikian, penerapan teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi manajemen peternakan serta mengurangi ketergantungan pada metode konvensional. Salah satu parameter fisiologis yang memiliki potensi besar dalam deteksi birahi adalah suhu tubuh sapi. Secara fisiologis, menjelang fase estrus terjadi peningkatan kadar hormon estrogen yang memicu perubahan metabolisme tubuh, sehingga menyebabkan kenaikan suhu tubuh, baik suhu inti (rektal) maupun suhu permukaan tubuh. Perubahan suhu ini dapat digunakan sebagai indikator yang cukup akurat dalam mendeteksi fase estrus, terutama apabila dilakukan pemantauan secara kontinu [4]. Oleh karena itu, pemanfaatan suhu tubuh sebagai parameter deteksi birahi memiliki dasar ilmiah yang kuat dan relevan untuk dikembangkan dalam sistem berbasis teknologi.

Penggunaan sensor suhu tubuh dalam sistem deteksi birahi menawarkan berbagai keunggulan, antara lain bersifat non-invasif, mampu melakukan pengukuran secara real-time, serta dapat diintegrasikan dengan sistem pemrosesan data secara otomatis. Dalam implementasinya, teknologi ini dapat dikombinasikan dengan konsep Internet of Things (IoT), sehingga memungkinkan proses monitoring, penyimpanan data, serta pemberian notifikasi kepada peternak dilakukan secara terintegrasi dan berkelanjutan. Sistem berbasis IoT tidak hanya meningkatkan akurasi deteksi birahi, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam manajemen reproduksi ternak [5]. Di sisi lain, faktor lingkungan seperti suhu kandang juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kondisi fisiologis dan produktivitas sapi perah. Suhu lingkungan yang tinggi dapat menyebabkan stres panas (heat stress), yang berdampak pada penurunan konsumsi pakan, gangguan keseimbangan metabolisme, serta penurunan produksi susu. Selain itu, stres panas juga dapat mempengaruhi siklus reproduksi dan menurunkan tingkat keberhasilan kebuntingan. Oleh karena itu, pemantauan suhu kandang secara kontinu menjadi bagian penting dalam sistem manajemen peternakan modern [6].

Peternakan BUMDesa Sejahtera Abadi Janjangwulung sebagai salah satu unit usaha peternakan rakyat masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam aspek deteksi birahi yang masih dilakukan secara manual dan belum didukung oleh sistem teknologi yang memadai. Selain itu, belum tersedianya sistem pemantauan suhu tubuh ternak secara otomatis menyebabkan keterbatasan dalam mengidentifikasi kondisi fisiologis sapi secara akurat dan real-time [7]. Kondisi ini berpotensi menurunkan efisiensi reproduksi serta meningkatkan risiko kerugian akibat kegagalan inseminasi.

State of the art dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi birahi sapi perah menggunakan sensor suhu tubuh berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan notifikasi seluler secara real-time. Berdasarkan pemetaan terhadap beberapa penelitian terdahulu, pengembangan sistem pemantauan kondisi fisik ternak telah mengalami berbagai dinamika teknis. Penelitian yang dilakukan oleh Amin [1] telah menginisiasi penggunaan sensor suhu kontak dan mikrokontroler Arduino Uno untuk memantau birahi sapi, namun pemrosesan datanya masih bersifat offline tanpa dukungan penyimpanan awan maupun notifikasi jarak jauh. Untuk mengatasi keterbatasan aksesibilitas tersebut, Ali dan Jan [2] memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 terintegrasi platform Blynk untuk memantau suhu tubuh sapi, tetapi ketergantungan pada platform pihak ketiga dengan skema fitur terbatas menjadi kendala dalam menyajikan logika penentuan status birahi secara kustom. Di sisi lain, Arian [3] mencoba pendekatan berbasis pergerakan sapi menggunakan sensor MPU6050 dan modul GSM SMS Alert, yang sayangnya membutuhkan biaya operasional rutin serta rentan terhadap bias akibat aktivitas non-birahi atau stres lingkungan. Sementara itu, Sari dan F. Amin [4] menggunakan sistem Arduino Uno, namun dimensi perangkat keras yang besar serta konsumsi daya yang tinggi dinilai kurang fleksibel untuk diterapkan secara portabel pada tubuh sapi perah.

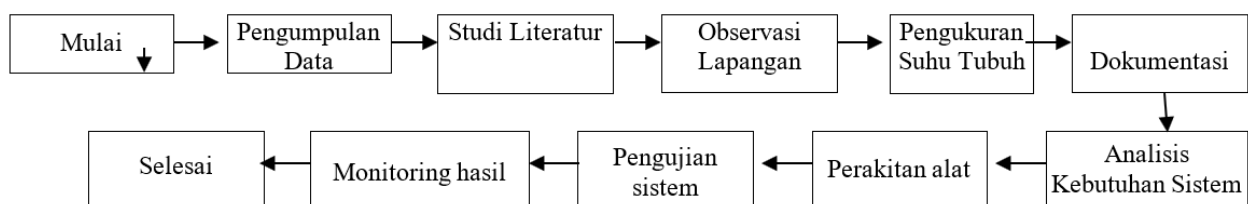
Adanya kesenjangan penelitian (research gap) dari studi-studi terdahulu melingkupi tiga aspek utama, yaitu keterbatasan notifikasi jarak jauh yang responsif tanpa biaya berlangganan rutin, kendala efisiensi daya serta dimensi perangkat keras yang ramah terhadap ternak, dan minimnya pengujian sistem IoT secara langsung pada skala peternakan rakyat. Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang serta mengimplementasikan sistem deteksi birahi sapi perah berbasis sensor suhu tubuh yang otomatis, akurat, dan terjangkau secara langsung di Peternakan Bumbesa Sejahtera Abadi Janjangwulung.

Untuk mengisi kesenjangan penelitian tersebut, keharusan menghadirkan inovasi berupa sistem pemantauan suhu tubuh sapi perah real-time berbasis NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke Firebase Realtime Database dan aplikasi Android buatan MIT App Inventor menjadi sangat krusial. Penelitian ini memberikan kontribusi teknis berupa arsitektur IoT yang terjangkau, berdaya rendah, dan independen tanpa ketergantungan pada platform komersial berbayar. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi praktis melalui penyediaan antarmuka seluler yang user-friendly bagi peternak di Peternakan Bumbesa Sejahtera Abadi Janjangwulung untuk mengidentifikasi puncak masa estrus secara presisi. Secara sektoral, hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam mendorong otomatisasi serta transformasi digital pada sektor peternakan rakyat guna meningkatkan efisiensi Inseminasi Buatan (IB) dan produktivitas susu sapi secara berkelanjutan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 1. Kerangka penelitian

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa urutan kerangka penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini penjelasan urutan masing-masing kerangka.

2.2 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data pada penelitian Implementasi Sistem Deteksi Birahi Sapi Perah Berbasis Sensor Suhu Tubuh di Peternakan BUMDesa Sejahtera Abadi Janjangwulung dilakukan dengan beberapa cara. Berikut adalah tahapan pengumpulan data yang dilakukan [8].

2.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari dan mempelajari jurnal, buku, artikel ilmiah, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan deteksi birahi sapi perah, sensor suhu tubuh, Internet of Things (IoT), Firebase, dan MIT App Inventor. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh referensi yang dapat digunakan sebagai dasar dalam merancang dan membangun sistem [15][16].

2.4 Observasi Lapangan

Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung di Peternakan BUMDesa Sejahtera Abadi Janjangwulung. Melalui kegiatan ini, peneliti dapat mengetahui kondisi peternakan, sistem pemeliharaan sapi perah, serta metode deteksi birahi yang selama ini digunakan peternak. Data dan informasi dari observasi digunakan sebagai acuan dalam perancangan sistem agar sesuai dengan kebutuhan lapangan [13].

2.5 Pengukuran Suhu Tubuh

Pengukuran dilakukan menggunakan sensor suhu DS18B20 yang dipasang pada sapi perah. Sensor membaca suhu tubuh secara berkala, kemudian data yang diperoleh digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi kondisi birahi sapi [14].

2.6 Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan foto kegiatan penelitian, hasil pengujian alat, tampilan aplikasi, serta data monitoring sistem. Dokumentasi ini digunakan sebagai bukti pelaksanaan penelitian dan pendukung dalam penyusunan laporan. Setelah data dikumpulkan dan analisis kebutuhannya dilakukan, langkah selanjutnya adalah tahap pengolahan data. Berikut adalah prosedur untuk menjalankan tahap tersebut [9].

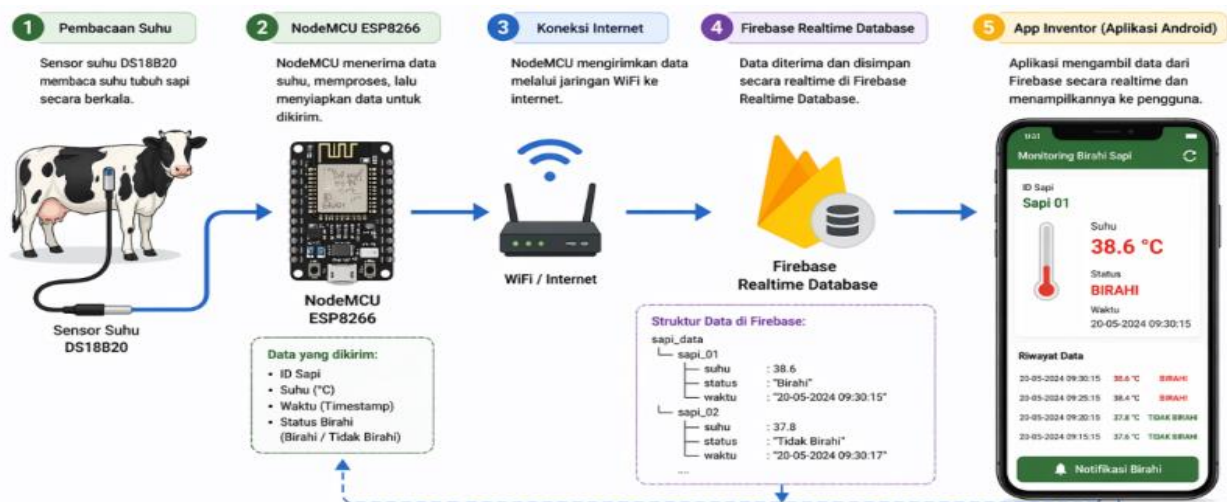
2.7 Analisis Kebutuhan Sistem

Adapun kebutuhan hardware (perangkat keras) dan software (perangkat lunak) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware) :
 - sensor suhu DS18B20
 - NodeMCU ESP8266
 - smartphone Android
- Kebutuhan Perangkat Lunak (Software):
 - Firebase Realtime Database
 - MIT App Inventor.

2.8 Perancangan Sistem

Adapun perancangan sistem penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 2. Perancangan Sistem

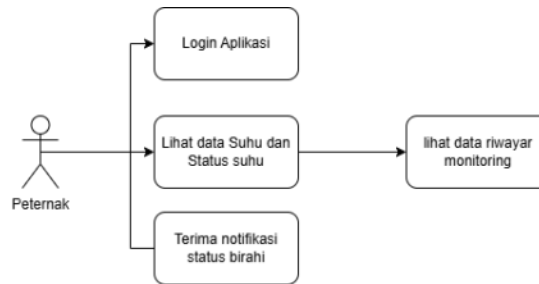
Gambar 2 menunjukkan bahwa tahap ini penulis merancang sistem secara menyeluruh agar seluruh komponen hardware dan software dapat bekerja secara terintegrasi. Pada sisi hardware, sistem menggunakan sensor suhu DS18B20



untuk mengukur suhu tubuh sapi secara berkala, kemudian data dikirim ke NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali. Selanjutnya, NodeMCU mengolah data suhu sesuai program yang telah dibuat dan mengirimkannya secara otomatis melalui jaringan WiFi ke Firebase Realtime Database, lengkap dengan informasi suhu, waktu pembacaan, dan status birahi berdasarkan batas suhu tertentu. Pada sisi software, Firebase digunakan sebagai media penyimpanan data online, sedangkan aplikasi Android yang dibuat dengan MIT App Inventor berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Melalui aplikasi tersebut, peternak dapat memantau suhu tubuh sapi, mengetahui status birahi, melihat riwayat pengukuran, serta menerima notifikasi jika terdeteksi birahi. Dengan rancangan sistem yang saling terhubung ini, proses pemantauan ternak menjadi lebih cepat, praktis, dan efisien.

2.9 Use Case Diagram

Adapun use case sistem penelitian ini sebagai berikut.

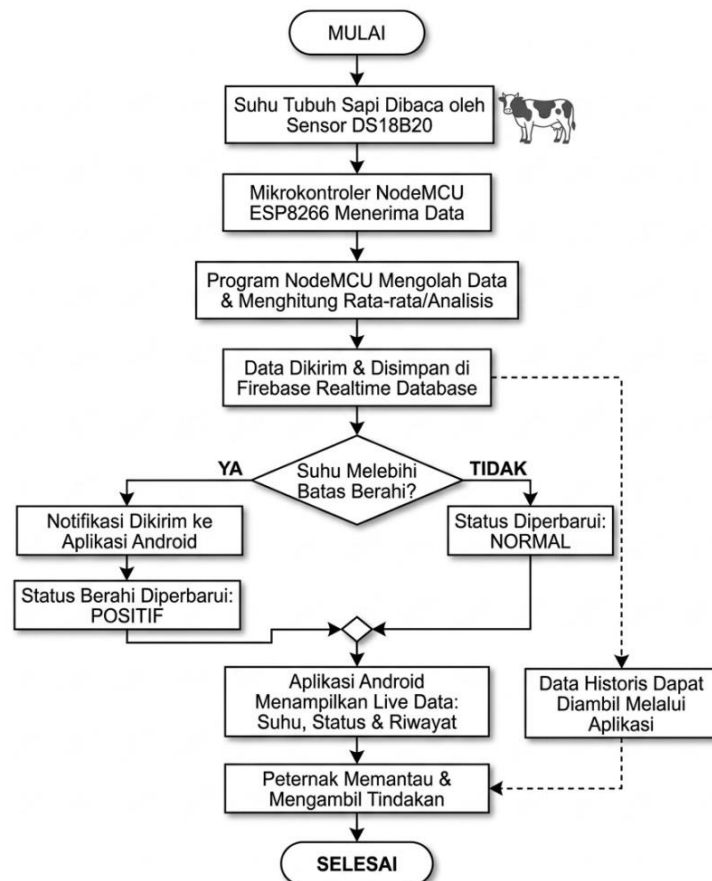


Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 menunjukkan bahwa use case diagram tersebut menggambarkan hubungan antara peternak sebagai pengguna utama dengan sistem deteksi birahi sapi perah. Melalui aplikasi, peternak dapat melakukan login, memantau suhu tubuh sapi dan status birahi, menerima notifikasi, serta melihat riwayat hasil monitoring. Di sisi lain, sistem berfungsi membaca suhu tubuh sapi menggunakan sensor, mengirimkan data ke Firebase, kemudian menampilkan informasi tersebut pada aplikasi Android secara real-time[17].

2.10 Flowchart Sistem

Adapun Flowchart sistem penelitian ini sebagai berikut.

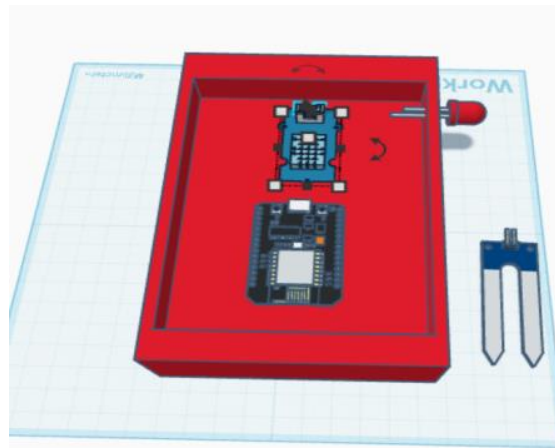


Gambar 4. Flowchart Sistem

Gambar 4 menunjukkan bahwa Pembuatan flowchart dilakukan untuk menjelaskan cara kerja sistem secara runtut dan mudah dipahami. Alur sistem dimulai ketika sensor suhu DS18B20 membaca suhu tubuh sapi secara berkala. Data suhu yang terbaca kemudian diterima oleh NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama sistem. Setelah itu, NodeMCU mengirimkan data suhu tersebut ke Firebase Realtime Database melalui koneksi internet[10]. Data yang sudah tersimpan di database selanjutnya diproses untuk menentukan status sapi, apakah sedang dalam kondisi birahi atau tidak birahi, berdasarkan nilai suhu yang telah ditetapkan sebagai parameter. Jika suhu tubuh mengalami kenaikan sesuai batas yang ditentukan, maka sistem akan memberikan status birahi. Sebaliknya, jika suhu masih normal, maka sistem menampilkan status tidak birahi. Hasil identifikasi tersebut kemudian dikirim dan ditampilkan pada aplikasi Android yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Melalui aplikasi ini, peternak dapat melihat nilai suhu tubuh sapi, status birahi, serta informasi lainnya secara real-time melalui smartphone[11]. Dengan adanya flowchart, proses kerja sistem menjadi lebih jelas mulai dari pembacaan data hingga informasi diterima oleh pengguna.

3.4.5 Desain mekanik alat

Adapun desain mekanik sistem penelitian ini sebagai berikut.

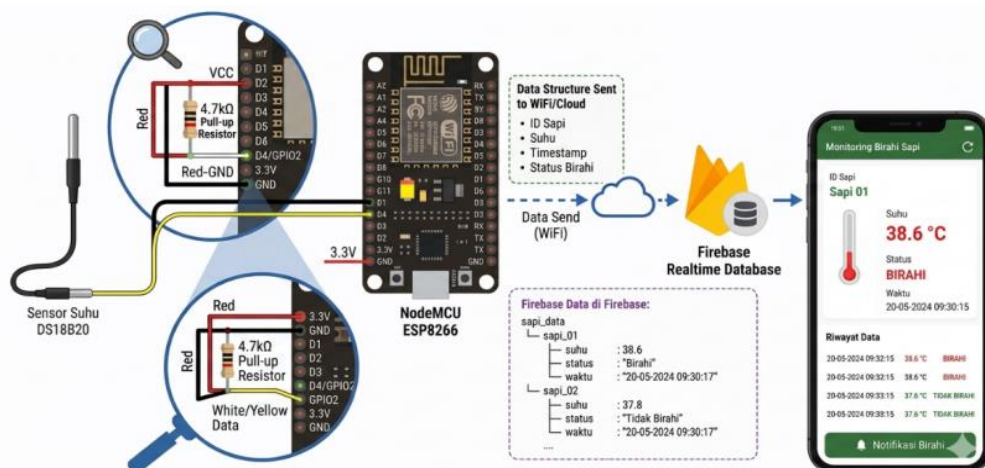


Gambar 5. Desain mekanik alat

Berikut adalah deskripsi Gambar 5 yang telah diubah ke dalam bentuk narasi paragraf utuh untuk laporan ilmiah atau skripsi. Gambar 5 memperlihatkan rancangan fisik serta tata letak komponen dari perangkat yang dikembangkan dalam penelitian ini. Berdasarkan visualisasi tersebut, sistem terintegrasi atas beberapa komponen utama yang ditunjukkan oleh nomor keterangan. Komponen pertama dan kedua masing-masing merupakan papan pengontrol utama berupa Arduino dan modul Wi-Fi NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai pemroses data sekaligus pengirim data ke basis data secara nirkabel. Pada komponen ketiga, terdapat lampu indikator yang ditempatkan sebagai penanda visual untuk menampilkan status operasional alat maupun indikasi kondisi birahi secara langsung di lapangan. Sementara itu, komponen keempat berupa sensor suhu yang terpasang untuk mengukur dan mengambil data suhu tubuh sapi secara presisi sebelum diteruskan ke unit pemroses.

3.4.6 Rangkaian elektronika

Adapun rangkaian elektronika pada penelitian ini sebagai berikut.



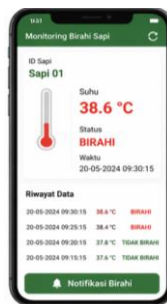
Gambar 6. Rangkaian elektronika

Berikut adalah deskripsi Gambar 6 yang telah diubah ke dalam bentuk narasi paragraf utuh untuk laporan ilmiah. Gambar 6 memperlihatkan skema rangkaian elektronika perangkat dengan NodeMCU ESP8266 yang difungsikan sebagai pusat kontrol utama (microcontroller). Pada rangkaian ini, sensor suhu DS18B20 terhubung secara langsung ke NodeMCU ESP8266, di mana bagian ujung sensor dirancang untuk ditempelkan pada tubuh sapi agar dapat membaca data suhu secara otomatis. NodeMCU ESP8266 berperan sebagai unit pemroses yang menerima sinyal data dari sensor, kemudian mentransmisikannya ke internet melalui jaringan Wi-Fi. Secara teknis, pengkabelan sensor suhu DS18B20 terhubung ke NodeMCU ESP8266 melalui tiga jalur utama, yaitu kabel warna merah yang disambungkan ke pin daya (VCC/3,3V) untuk menyuplai tenaga, kabel warna hitam yang dihubungkan ke pin massa (GND), serta kabel warna kuning yang bertindak sebagai jalur transmisi data dan dipasang ke pin digital D4. Resistor 4.7k: Wajib dipasang di antara kabel Merah dan Kuning agar data suhunya akurat.

Bagian Pengiriman Data (Cloud) Setelah suhu terbaca, data dikirim ke gudang penyimpanan digital. WiFi berfungsi Menghubungkan alat ke internet. Firebase Realtime Database: Tempat menyimpan data suhu secara online [12]. Di sini data disusun rapi (ID Sapi, Suhu, Waktu, dan Status). Bagian Tampilan (Aplikasi HP) Ini adalah bagian yang dilihat oleh peternak. Aplikasi Android mengambil data langsung dari Firebase. Display monitor HP menampilkan suhu saat ini (misal: 38.6 °C), riwayat suhu sebelumnya, dan memberikan Notifikasi Birahi secara otomatis jika suhu sapi meningkat (tanda sapi siap kawin).

3.4.7 Desain layout smartphone

Adapun desain layout sistem pada penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 7. Desain layout smartphone

Gambar 7 menunjukkan desain layout aplikasi pada penelitian ini dirancang agar sederhana, mudah digunakan, dan informatif sehingga peternak dapat memantau kondisi sapi secara cepat melalui smartphone. Tampilan aplikasi dibuat menggunakan MIT App Inventor dengan konsep antarmuka yang responsif dan ramah pengguna (user friendly). Setiap menu disusun secara sistematis agar pengguna dapat mengakses informasi suhu tubuh, status birahi, riwayat data, serta notifikasi tanpa kesulitan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perangkat Kerasnya

Perangkat Keras yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa sistem deteksi birahi sapi perah berbasis sensor suhu tubuh yang terintegrasi dengan teknologi Internet Of Things (IoT). Sistem terdiri dari beberapa komponen utama yaitu NodeMCU ESP8266, sensor suhu DS18B20, firebase Realtime Database, Jaringan Internet (Wifi), Serta aplikasi Andorid yang dibangun Menggunakan MIT App Inventor. Seluruh komponen tersebut dirancang untuk bekerja secara terintegrasi sehingga mampu melakukan pemantauan suhu tubuh sapi secara real-time. Adapun rangkaian Keseluruhan Sistem sebagaimana Gambar 8.

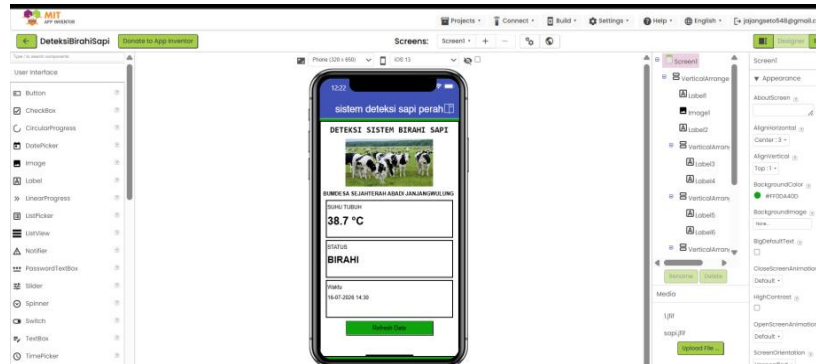


Gambar 8. Rangkaian keseluruhan

Gambar 8 menunjukkan rangkaian keseluruhan terdiri dari sensor DS18B20 yang terhubung ke NodeMCU ESP8266. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke Firebase melalui jaringan WiFi dan selanjutnya ditampilkan pada aplikasi Android.

3.2 Merancang Software Android menggunakan MIT App Inventor

Adapun merancang software Android dengan Mit App Inventor, hasil dari rancangan ini nantinya dapat diunduh dan digunakan di smartphone Android. Selanjutnya buka Google dan ketik <https://appinventor.mit.edu/>, lalu login menggunakan akun email. Kemudian membuat tampilan “menu utama” seperti gambar berikut :



Gambar 9. Desain menu utama di MIT App Inventor

Berikut adalah deskripsi Gambar 9 yang telah diubah ke dalam bentuk narasi paragraf utuh untuk laporan ilmiah:

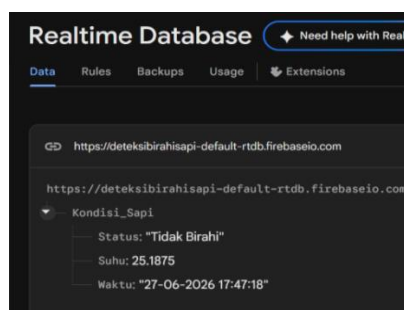
Gambar 9 menampilkan antarmuka aplikasi Android yang dirancang menggunakan platform MIT App Inventor beserta elemen-elemen penyusunnya. Aplikasi ini terdiri dari beberapa blok komponen utama yang saling terintegrasi untuk menyajikan informasi secara real-time. Blok Suhu Tubuh berfungsi menampilkan nilai suhu tubuh sapi yang ditangkap oleh sensor DS18B20 dan ditransmisikan oleh NodeMCU ESP8266 ke basis data. Berdasarkan pembacaan suhu tersebut, sistem mengolah data dan menyajikannya pada Blok Status Birahi untuk mengidentifikasi kondisi sapi secara otomatis, baik dalam status Birahi maupun Tidak Birahi.

Selain informasi suhu dan status, aplikasi ini dilengkapi dengan Blok Waktu yang mencatat stempel waktu (timestamp) pengiriman data terakhir dari Firebase, sehingga peternak dapat memastikan keaktualan data yang diterima. Untuk menjaga pembaruan informasi secara berkala, pengguna dapat memanfaatkan tombol pada Blok Refresh Data yang bertugas menarik data terbaru dari basis data. Seluruh fungsi penayangan data pada antarmuka aplikasi ini ditopang oleh Blok FirebaseDB, yang berperan sebagai penghubung komunikasi data nirkabel antara aplikasi Android dengan Firebase Realtime Database.

3.3 Penyimpanan Data Otomatis Pada Firebase

Berikut adalah deskripsi langkah-langkah penyimpanan data pada Firebase yang telah diubah ke dalam bentuk narasi paragraf utuh untuk laporan ilmiah:

Prosedur konfigurasi dan penyimpanan data pada Firebase Realtime Database diawali dengan pendaftaran akun Firebase menggunakan alamat surel (email). Setelah proses registrasi berhasil, pengguna masuk ke dashboard utama yang menyediakan berbagai pilihan menu layanan, kemudian memilih menu Realtime Database untuk mengaktifkan fungsi basis data nirkabel. Selanjutnya, pengguna mengakses node atau struktur data bernama Kondisi_Sapi, yang berfungsi sebagai direktori penyimpanan otomatis bagi seluruh nilai numerik dan parameter yang dikirimkan oleh sistem perangkat keras. Alur dan struktur data yang telah berhasil terisi serta tersimpan secara real-time di dalam Firebase tersebut ditunjukkan secara visual pada Gambar 14.



Gambar 14. Data Nilai Sensor yang di simpan di Firebase

3.4 Hasil Dan Pengujian

3.4.1 Pengujian Pembacaan Suhu Tubuh Sapi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor DS18B20 dalam membaca suhu tubuh sapi dan menentukan status birahi berdasarkan parameter suhu yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada objek yang sama.

**Tabel 1.** Pengujian Pembacaan Suhu Tubuh Sapi

No	Pengujian	Suhu (°C)	Status
1	Pengujian 1	37,7	Tidak Birahi
2	Pengujian 2	37,9	Tidak Birahi
3	Pengujian 3	38,3	Tidak Birahi
4	Pengujian 4	38,6	Birahi
5	Pengujian 5	38,9	Birahi

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 sensor DS18B20 mampu membaca suhu tubuh sapi dengan baik. Sistem mengidentifikasi status Tidak Birahi pada suhu di bawah 38,5°C, sedangkan pada suhu 38,5°C atau lebih sistem memberikan status Birahi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor bekerja sesuai dengan parameter yang telah ditentukan pada sistem.

3.4.2 Pengujian Delay Pengiriman Data ke Firebase

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan NodeMCU ESP8266 dalam mengirim data suhu ke Firebase Realtime Database melalui jaringan WiFi.

Tabel 2. Pengujian Delay Pengiriman Data ke Firebase

No	Pengujian	Delay (detik)	Status
1	Pengujian 1	1,26	Berhasil
2	Pengujian 2	1,34	Berhasil
3	Pengujian 3	1,41	Berhasil
4	Pengujian 4	1,29	Berhasil
5	Pengujian 5	1,37	Berhasil
6	Pengujian 6	1,31	Berhasil
7	Pengujian 7	1,28	Berhasil
8	Pengujian 8	1,43	Berhasil
9	Pengujian 9	1,32	Berhasil
10	Pengujian 10	1,36	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2 rata-rata waktu yang dibutuhkan NodeMCU untuk mengirim data ke Firebase adalah sekitar 1,34 detik. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengiriman data berlangsung cukup cepat sehingga informasi suhu dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi Android.

3.4.3 Pengujian Tampilan Data pada Aplikasi Android

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan data yang telah tersimpan pada Firebase dapat ditampilkan dengan baik pada aplikasi Android berbasis MIT App Inventor.

Tabel 3. Pengujian Tampilan Data Aplikasi Android

No	Parameter	Status
1	Menampilkan suhu tubuh	Berhasil
2	Menampilkan status birahi	Berhasil
3	Menampilkan waktu pembacaan	Berhasil
4	Pembaruan data secara real-time	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 aplikasi Android berhasil menampilkan seluruh informasi yang dikirimkan oleh NodeMCU melalui Firebase. Data suhu tubuh, status birahi, serta waktu pembacaan dapat diperbarui secara real-time sehingga memudahkan peternak dalam melakukan pemantauan.

3.4.4 Pengujian Jarak Koneksi WiFi Tanpa Halangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan NodeMCU ESP8266 dalam mempertahankan koneksi WiFi terhadap perubahan jarak tanpa adanya penghalang.

Tabel 4. Pengujian Jarak WiFi Tanpa Halangan

No	Jarak	Status
1	1 Meter	Terhubung
2	5 Meter	Terhubung
3	10 Meter	Terhubung
4	15 Meter	Terhubung
5	20 Meter	Terhubung
6	25 Meter	Terhubung
7	30 Meter	Terhubung



No	Jarak	Status
8	35 Meter	Terhubung
9	40 Meter	Tidak Terhubung
10	45 Meter	Tidak Terhubung

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 NodeMCU ESP8266 masih dapat terhubung dengan jaringan WiFi hingga jarak sekitar 35 meter tanpa adanya penghalang. Pada jarak 40 meter ke atas koneksi mulai terputus sehingga proses pengiriman data tidak dapat dilakukan.

3.4.5 Pengujian Jarak Koneksi WiFi Dengan Halangan

Pengujian dilakukan dengan memberikan penghalang berupa dinding bangunan antara hotspot dan NodeMCU ESP8266.

Tabel 5. Pengujian Jarak Koneksi WiFi Dengan Halangan

No	Jarak	Status
1	1 Meter	Terhubung
2	5 Meter	Terhubung
3	10 Meter	Terhubung
4	15 Meter	Tidak Terhubung
5	20 Meter	Tidak Terhubung

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5 keberadaan penghalang memengaruhi kualitas koneksi WiFi. NodeMCU masih mampu terhubung hingga jarak sekitar 10 meter, sedangkan pada jarak 15 meter atau lebih koneksi mulai terputus. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan dan keberadaan penghalang berpengaruh terhadap kestabilan komunikasi data antara NodeMCU dan Firebase.

3.4.6 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan seluruh pengujian yang telah dilakukan, sistem deteksi birahi sapi perah berbasis sensor suhu tubuh dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Sensor DS18B20 mampu membaca suhu tubuh dengan baik dan NodeMCU ESP8266 berhasil mengirimkan data ke Firebase Realtime Database dengan rata-rata waktu pengiriman sekitar 1,34 detik. Data yang tersimpan pada Firebase juga berhasil ditampilkan secara real-time pada aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Selain itu, hasil pengujian koneksi WiFi menunjukkan bahwa sistem memiliki performa komunikasi yang baik pada area tanpa halangan, namun jangkauan koneksi akan berkurang apabila terdapat penghalang fisik. Secara keseluruhan, sistem telah memenuhi tujuan penelitian yaitu mempermudah peternak dalam melakukan pemantauan suhu tubuh sapi dan mendeteksi indikasi birahi secara cepat, praktis, dan efisien.

3.5 Pembahasan

Temuan utama dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan suhu tubuh sapi perah berbasis NodeMCU ESP8266 dan Firebase yang terintegrasi dengan aplikasi Android mampu mendeteksi kenaikan suhu tubuh saat fase birahi secara presisi, real-time, dan stabil di lingkungan peternakan Bumbesa Sejahtera Abadi Janjangwulung. Hasil pengujian membuktikan bahwa penggunaan sensor suhu yang terhubung ke Firebase Realtime Database menghasilkan waktu tunda (latency) pengiriman data yang sangat rendah dengan tingkat akurasi pengukuran suhu yang tinggi. Temuan ini secara langsung memperkuat temuan Zhao dan Wang et al. (2026) mengenai efektivitas penggunaan sensor suhu sebagai parameter utama penentu masa estrus sapi perah, sekaligus menyempurnakannya. Pada penelitian Handayani et al. (2020), data suhu hanya diproses secara lokal tanpa penyimpanan awan (cloud), sedangkan penelitian ini berhasil membuktikan bahwa akuisisi data suhu secara wireless dan terpusat di cloud mampu meminimalkan risiko keterlambatan pembacaan data oleh peternak di lapangan.

Selain peningkatan pada transmisi data, temuan penelitian ini juga menunjukkan keunggulan signifikan dalam hal fleksibilitas dan aksesibilitas antarmuka pengguna jika dibandingkan dengan penelitian Patel dan Kumar (2022). Penelitian terdahulu tersebut memanfaatkan platform pihak ketiga (Blynk) yang memiliki keterbatasan fitur pada versi gratis, sedangkan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti mampu menyajikan nilai suhu, status birahi, dan stempel waktu (timestamp) secara dinamis dan kustom tanpa bergantung pada platform komersial berbayar. Temuan ini sejalan dengan aspek efisiensi biaya yang diungkapkan oleh Al-Anzi (2023), namun sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti lebih ekonomis dan berkelanjutan dari segi operasional. Sistem berbasis notifikasi internet pada aplikasi Android ini tidak memerlukan biaya rutin berbasis SMS seperti pada penelitian Setiawan dan Santoso (2024), serta terhindar dari potensi bias deteksi akibat pergerakan fisik non-estrus.

Lebih lanjut, dari segi kepraktisan implementasi fisik pada ternak, temuan pengujian alat pada lokasi peternakan mendukung efisiensi ukuran dan konsumsi daya perangkat. Berbeda dengan penelitian Wibowo dan Setiawan (2023) yang menggunakan Raspberry Pi dan menghasilkan perangkat berdimensi besar serta tinggi konsumsi daya, temuan penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan NodeMCU ESP8266 sangat teruji secara portabilitas dan daya untuk diterapkan langsung sebagai smart collar pada sapi perah. Dengan demikian, perbandingan temuan ini mengonfirmasi bahwa integrasi IoT berbasis mikrokontroler hemat daya, cloud database responsif, dan aplikasi seluler mandiri tidak



hanya unggul secara teknis dalam mendeteksi birahi secara otomatis, tetapi juga terbukti sangat solutif dan aplikatif untuk diterapkan pada skala peternakan rakyat guna meningkatkan efisiensi waktu Inseminasi Buatan (IB).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi birahi pada sapi perah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suhu DS18B20, NodeMCU ESP8266, Firebase Realtime Database, dan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Sistem mampu melakukan pembacaan suhu tubuh sapi secara otomatis, mengolah data berdasarkan parameter yang telah ditentukan, kemudian mengirimkan hasil pengukuran ke database secara real-time sehingga dapat dipantau melalui perangkat smartphone. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik, di mana sensor DS18B20 berfungsi sebagai pendeteksi suhu tubuh, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali sekaligus pengirim data melalui jaringan WiFi, Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan data berbasis cloud, dan aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna. Melalui sistem ini, peternak dapat mengetahui nilai suhu tubuh, status birahi, serta informasi hasil pemantauan secara lebih cepat, praktis, dan efisien dibandingkan metode pengamatan secara manual.

REFERENCES

- [1] N. F. Amin, "Deteksi Fase Estrus pada Vulva Sapi Menggunakan VGG16 Berbasis Raspberry Pi," Skripsi, Departemen Teknik Komputer, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, 2024. [Online]. Available: <https://eprints.undip.ac.id/>
- [2] A. Ali and R. Jan, "Estrus Detection in Dairy Cows from Location and Acceleration Data Using Machine Learning," *Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences*, vol. 6, no. 1, pp. 12–21, 2022, doi: 10.30537/sjcms.v6i1.956.
- [3] I. Arkan, T. Ayav, and A. Çatal, "Estrus Detection and Dairy Cow Identification with Cascade Deep Learning for Augmented Reality-Ready Livestock Farming," *Agronomy*, vol. 13, no. 8, p. 2092, 2023, doi: 10.3390/agronomy13082092.
- [4] I. M. Sari and N. F. Amin, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Ketinggian Air Secara Otomatis pada Kandang Sapi Perah Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 9, no. 4, pp. 488–494, 2020, doi: 10.25077/jfu.9.4.488-494.2020.
- [5] O. Melfazen and O. R. Prabowo, "Pemanfaatan Aplikasi Deteksi Birahi Sapi Perah dan Monitoring Suhu Kandang Berbasis IoT pada UD. Dewi Sri Desa Ranuklindungan Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan," *I-Com: Indonesian Community Journal*, vol. 4, no. 4, pp. 1832–1841, 2024, doi: 10.33379/icom.v4i4.5321.
- [6] R. Z. Abidin, "Implementasi Sistem Monitoring dan Kontrol Gas LPG Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Gas MQ-5," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 812–818, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8901.
- [7] R. Z. Abidin, "Rancang Bangun Sistem Buka Tutup Atap Jemuran Otomatis pada Bisnis Laundry Menggunakan Wemos D1," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 1520–1526, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9150.
- [8] R. Z. Abidin, "Prototype Sistem Pemberi Pakan Ternak Ayam Otomatis Menggunakan ESP8266," *Jurnal Explore IT*, vol. 15, no. 2, pp. 45–52, 2023, doi: 10.35891/explor.v15i2.4102.
- [9] Ucik and R. Z. Abidin, "Implementasi Sistem Pengendalian dan Monitoring Penggunaan Peralatan Elektronik Menggunakan NodeMCU dan Sensor LDR," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 5, pp. 10240–10247, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i5.10821.
- [10] R. Z. Abidin, "Sistem Monitoring Suhu Berbasis IoT dengan Sensor Thermocouple dan Pelaporan Otomatis Menggunakan Google Sheets pada Ruang Cold Storage," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 1, pp. 310–317, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i1.11200.
- [11] V. S. Suthar, O. Burfeind, J. Patel, A. Dhami, and W. Heuwieser, "Body Temperature Around Induced Estrus in Dairy Cows," *Journal of Dairy Science*, vol. 94, no. 5, pp. 2368–2373, 2011, doi: 10.3168/jds.2010-3858.
- [12] R. Z. Abidin, "Sistem Monitoring Kadar Ketersediaan Air pada Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor Soil Moisture Berbasis Internet of Things (IoT)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 5, pp. 10197–10203, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i5.10780.
- [13] Y. Zheng and C. Xu, "Potential Ethanol Biorefinery Sites Based on Agricultural Residues in Alberta, Canada: A GIS Approach with Feedstock Variability," *Biosystems Engineering*, vol. 204, pp. 14–28, 2021, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011.
- [14] R. Z. Abidin, "Perancangan Sistem Penerimaan Paket Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Mendeteksi dan Mengamankan Paket Pengiriman," *Journal Sains Student Research*, vol. 3, no. 1, pp. 112–120, 2025, doi: 10.55681/jssr.v3i1.2150.
- [15] Fatahilla and R. Z. Abidin, "Sistem Monitoring dan Kontrol Kadar Air pada Tempat Penyimpanan Tembakau Menggunakan Wemos D1 Berbasis Smartphone," *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 6, no. 3, pp. 1893–1904, 2025, doi: 10.35870/jimik.v6i3.1105.
- [16] J. Z. Zhao, X. L. Wang, L. Zhang, and H. Y. Liu, "Detection of Estrus in Dairy Cows Based on CE-YOLO," *Electronics*, vol. 15, no. 2, p. 345, 2026, doi: 10.3390/electronics15020345.
- [17] R. Z. Abidin, "Implementasi Firebase pada Sistem Kendali Lampu Jarak Jauh Berbasis Android," *Jurnal Explore IT*, vol. 10, no. 1, pp. 18–24, 2018, doi: 10.35891/explor.v10i1.1205.
- [18] S. A. Patel, M. R. Kumar, and P. T. Sharma, "IoT-Based Real-Time Livestock Health Monitoring System Using Wireless Sensor Networks," *IEEE Sensors Journal*, vol. 22, no. 14, pp. 14320–14328, 2022, doi: 10.1109/JSEN.2022.3181204.
- [19] F. M. Al-Anzi and A. B. Abdullah, "Smart Farming Architecture for Cattle Estrous Monitoring Using Cloud-Connected Thermal Sensors," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 208, p. 107780, 2023, doi: 10.1016/j.compag.2023.107780.
- [20] D. R. Setiawan and H. B. Santoso, "Pengembangan System Monitoring Suhu Tubuh Sapi Berbasis NodeMCU ESP8266 dan Firebase Database," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 18, no. 1, pp. 55–63, 2024, doi: 10.33365/jti.v18i1.3210.