

Perancangan Sistem Monitoring Suhu Sapi dan Mengontrol Suhu Sapi Menggunakan Sensor Infrared

Aldy Sasongko¹

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *1aldysasongko99@gmail.com

Abstrak – Cekaman panas (*heat stress*) secara signifikan menghambat produktivitas sapi potong di daerah tropis karena memicu penurunan konsumsi pakan dan metabolisme. Pemantauan suhu manual yang dilakukan peternak saat ini dinilai kurang efektif dan lambat dalam memberikan penanganan yang akurat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring suhu sapi non-kontak berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor infrared MLX90614, dan sensor DHT11. Sistem ini mengimplementasikan algoritma logika fuzzy Mamdani untuk mengontrol durasi pendinginan otomatis melalui pompa air berdasarkan input suhu tubuh dan lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan sensor MLX90614 memiliki akurasi tinggi dengan rata-rata error 4,3% pada jarak 3 cm. Integrasi logika fuzzy berhasil mengeksekusi durasi penyiraman secara presisi dengan tingkat error 0% dibandingkan hasil simulasi. Pengguna dapat memantau data secara real-time melalui dashboard aplikasi serta menerima notifikasi otomatis via telegram saat suhu melebihi 30°C. Sistem ini sangat penting dalam meningkatkan efisiensi manajemen kesehatan ternak dan mencegah kerugian akibat stres panas pada sapi secara proaktif dan berkelanjutan.

Kata Kunci — Sapi, Sensor Infrared, IoT, Logika Fuzzy, Monitoring.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor pada era industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk manajemen peternakan cerdas. Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara merupakan parameter krusial yang menentukan produktivitas dan kesejahteraan hewan ternak [3]. Sapi merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia dengan populasi yang terus meningkat setiap tahunnya, mencapai lebih dari 17,9 juta ekor pada tahun 2021 [4]. Namun, potensi ekonomi ini seringkali terhambat oleh kondisi iklim tropis yang ekstrem.

Masalah utama yang dihadapi peternak di daerah tropis seperti Lampung adalah cekaman panas. Cekaman panas terjadi ketika suhu lingkungan melebihi batas zona nyaman termal sapi, yang idealnya berkisar antara 38°C hingga 40°C [1]. Pada kondisi suhu tinggi yang disertai kelembaban udara yang pekat, sapi akan mengalami kesulitan dalam membuang panas tubuhnya, sehingga memicu respons fisiologis berupa peningkatan frekuensi pernapasan dan denyut jantung [1]. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini berdampak buruk pada penurunan nafsu makan, gangguan metabolisme, hingga penurunan berat badan yang signifikan.

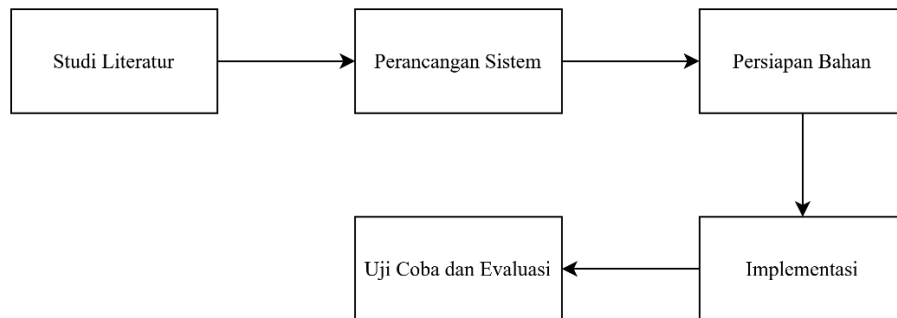
Selain faktor suhu, kondisi sanitasi kandang yang buruk juga menjadi tantangan tersendiri bagi kesehatan ternak. Penumpukan limbah kotoran yang tidak terkelola dengan baik menghasilkan gas amonia dalam konsentrasi tinggi, yang dapat mengganggu sistem pernapasan sapi dan meningkatkan risiko infeksi [3]. Selama ini, sebagian besar peternak lokal masih melakukan pemantauan kondisi kandang secara konvensional atau manual. Peternak biasanya hanya melakukan penyiraman air ke tubuh sapi ketika melihat gejala kelelahan fisik yang sudah parah, yang mana tindakan ini sering kali terlambat dan tidak efisien secara waktu maupun tenaga [2].

Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi kelemahan sistem manual tersebut. Dengan mengintegrasikan sensor suhu infrared MLX90614 dan mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino Uno, peternak dapat memantau kondisi fisiologis sapi secara *realtime* dari jarak jauh [2], [4]. Melalui sistem ini, tindakan preventif seperti pendinginan otomatis melalui pompa air dapat diaktifkan seketika saat sensor mendeteksi suhu tubuh sapi mencapai ambang batas kritis [2]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah prototipe sistem monitoring dan kontrol suhu otomatis yang tidak hanya memudahkan tugas peternak, tetapi juga memastikan sapi tetap berada dalam kondisi kesehatan yang optimal demi menjaga produktivitas ternak.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Langkah Penelitian

Tahapan penelitian digambarkan dalam bentuk alur kerja yaitu pada Gambar 1 yang sistematis untuk memastikan keberhasilan pengembangan prototipe. Proses penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memahami variabel fisiologis sapi, diikuti dengan perancangan sistem dan persiapan alat serta bahan. Tahap akhir melibatkan uji coba dan evaluasi untuk memastikan respons sistem sesuai dengan parameter yang ditentukan.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

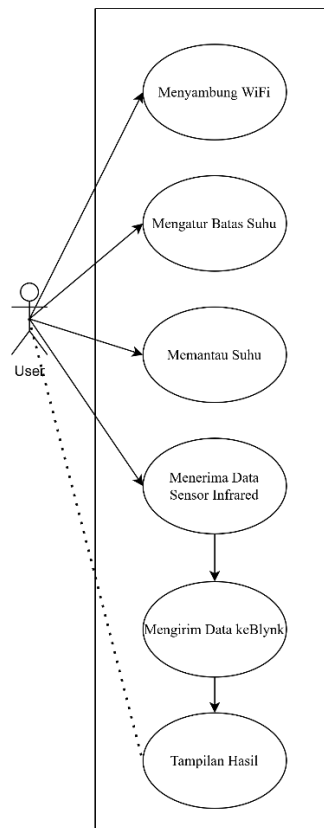
1. Studi Literatur
Pada tahap ini mengumpulkan referensi terkait respons sapi terhadap cekaman panas, standar suhu tubuh normal, serta penggunaan sensor infrared, untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dari artikel, jurnal, observasi lapangan, dan sumber – sumber yang menuju kedalam proses pembuatan alat.
2. Perancangan Sistem
Tahap ini bertujuan untuk merancang sistem yang mencakup model alat, cara kerja alat, dan desain program.
3. Persiapan bahan
Pada tahap ini untuk mengumpulkan bahan yang diperlukan seperti ESP32, sensor MLX90614, sensor DHT11, serta pompa air mini.
4. Implementasi
Tahap ini melakukan perakitan komponen sesuai desain serta penulisan program untuk mengintegrasikan pembacaan sensor dengan sistem kendali otomatis.
5. Uji Coba dan Evaluasi
Untuk uji coba dan evaluasi dibutuhkan pengujian akurasi sensor terhadap suhu tubuh aktual sapi serta stabilitas koneksi dalam pengiriman data ke database.

2.2 Rancangan Sistem

1. Arsitektur Alat

- a) Sensor MLX90614 berguna untuk mengukur radiasi gelombang inframerah dari permukaan tubuh sapi untuk dikonversi menjadi data suhu digital tanpa menyentuh ternak.
- b) ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler pusat yang menerima input data dari sensor, mengolahnya melalui logika fuzzy, dan mengirimkan data ke cloud melalui jaringan Wi-Fi.
- c) Sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban udara di lingkungan kandang guna menghitung indeks kenyamanan ternak.
- d) Pompa air mini sebagai aktuator yang dikontrol oleh relay untuk menyiram tubuh sapi saat terdeteksi kondisi suhu kritis.
- e) Relay berfungsi untuk menyambung dan memutus aliran listrik untuk pompa air mini.
- f) Adaptor 12v untuk mendayai mikrokontroler dan pompa air mini.
- g) Aplikasi Blynk IoT untuk melihat sistem berjalan atau tidak melalui user *smartphone*.

Pada Gambar 2. merupakan use case diagram dari sistem yang akan dibuat, alat ini memiliki alur kerjadengan cara ESP32 menerima data dari sensor infrared dan mengolahnnya, setelah diolah data akan dikirimkan kepada pengguna melalui aplikasi blynk yang dapat dilihat langsung oleh pengguna melalui *smartphone*.



Gambar 2. Use Case diagram

2.3 Pengacuan Pustaka

Penelitian terdahulu mengenai monitoring sapi potong menunjukkan bahwa penggunaan sensor manual sering kali memberikan hasil yang kurang cepat dalam penanganan stres panas. Penelitian ini mengikuti konsep sistem monitoring yang telah dikembangkan sebelumnya, namun dengan penambahan metode logika *fuzzy* Mamdani untuk mengontrol durasi penyiraman otomatis. Penggunaan mikrokontroler ESP32 juga memberikan keunggulan dalam hal memori yang lebih besar dan kemampuan multitasking dibandingkan NodeMCU ESP8266.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan prototipe sistem monitoring suhu sapi yang mengintegrasikan teknologi IoT dengan sensor inframerah untuk menjaga stabilitas termal ternak. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

3.1 Pengujian Akurasi Sensor MLX90614/ Infrared

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor infrared MLX90614 dalam mendeteksi suhu tubuh sapi pada jarak yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak sangat memengaruhi presisi pembacaan sensor.

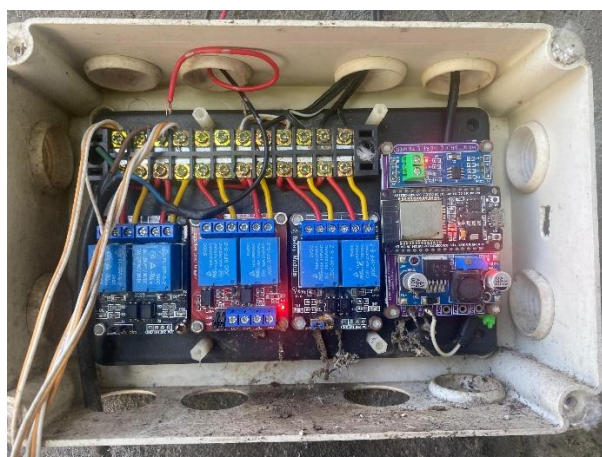
Tabel 1. Presisi pembacaan sensor

Jarak (cm)	Rata – rata error (%)	Rata – rata selisih (°C)
3 cm	4,20%	1,6°C
5 cm	4,30%	1,7°C
10 cm	5,20%	2,0°C
20 cm	9,60%	3,6°C

Berdasarkan data di atas, sensor bekerja paling efektif pada jarak 5 cm. Penggunaan sensor ini terbukti lebih efisien dibandingkan pengukuran manual karena dapat mendeteksi radiasi inframerah secara non-kontak.

3.2 Perancangan Sistem atau Model

Peneliti merancang sebuah model dan alur kerja alat berdasarkan komponen yang akan digunakan, yaitu termasuk mikrokontroler ESP32, sensor MLX90614, dan sensor DHT11. Sistem dirancang agar mikrokontroler dapat memproses data dari sensor suhu yang mengukur tingkat kepanasan suhu, untuk, gambaran alur kerja sistem ini sebagai berikut:



Gambar 3. Konfigurasi Sistem

3.2 Implementasi Logika Fuzzy untuk Kontrol Pendinginan

Sistem pendinginan otomatis menggunakan *mini water pump* dikendalikan oleh logika fuzzy Mamdani. Input dari sensor MLX90614 (suhu sapi) dan DHT11 (suhu lingkungan) diproses untuk menentukan durasi penyiraman. Pengujian pada *rule* fuzzy menghasilkan rata-rata error sebesar 0% dibandingkan dengan perhitungan simulasi Matlab, yang membuktikan bahwa algoritma kontrol berjalan sesuai rancangan. Pompa akan menyala dalam durasi "Lama" (5 menit) apabila suhu tubuh sapi berada pada status kritis ($>40^{\circ}\text{C}$) dan suhu lingkungan panas ($>33^{\circ}\text{C}$).



Gambar 4. Akutuator untuk kontrol pendinginan

3.3 Monitoring dan Notifikasi Secara Langsung

Data suhu tubuh, kelembaban, dan suhu lingkungan dikirim secara berkala ke database melalui ESP32/NodeMCU. Peternak dapat memantau kondisi fisiologis sapi melalui grafik pada website secara *real-time*. Selain itu, sistem ini dilengkapi fitur notifikasi peringatan otomatis melalui telegram yang akan aktif jika suhu tubuh sapi melebihi ambang batas normal atau masuk kategori bahaya. Hal ini memungkinkan peternak mengambil tindakan cepat meskipun tidak berada di lokasi kandang.

3.4 Analisis Kondisi Lingkungan

Hasil pengamatan menunjukkan kondisi iklim mikro kandang di lokasi penelitian memiliki rata-rata *Temperature Humidity Index* (THI) sebesar 83,58. Angka ini menunjukkan bahwa ternak berpotensi mengalami stres panas sedang, mengingat ambang batas nyaman sapi adalah pada nilai $THI < 74$. Melalui sistem monitoring ini, dampak negatif dari kelembaban tinggi (73,48%) dan suhu udara yang meningkat pada siang hari dapat diminimalisir melalui tindakan pendinginan otomatis yang terukur.



Gambar 5. Kondisi lingkungan saat cuaca panas

Disini diperlihatkan bahwa suhu panas sangat mempengaruhi nafsu makan sapi. Untuk hal ini peneliti membuat sistem kontrol suhu otomatis yang bertujuan untuk mengatur suhu sapi dan lingkungan agar tetap ideal buat suhu sapi. Tapi masalah belum sampai disitu peneliti harus mencocokkan lingkungan apakah ditempat ternak tersebut

memiliki sirkulasi udara yang bagus , hal ini sangat berpengaruh bagi sistem yang dibuat. Kalau sirkulasi udara kurang bagus itu bisa diselesaikan dengan menambahkan kipas atau blower untuk meningkatkan kualitas sirkulasi udara yang bagus.

4. SIMPULAN

Prototipe sistem monitoring suhu sapi berbasis IoT ini berhasil dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor infrared MLX90614 untuk mendeteksi suhu tubuh secara non-kontak dengan tingkat akurasi terbaik pada jarak dekat (5 cm) yang menghasilkan rata-rata error 4,3%. Implementasi logika fuzzy Mamdani terbukti sangat akurat dalam mengontrol sistem penyiraman otomatis untuk stabilisasi suhu tubuh sapi dengan tingkat error 0% pada pengujian aturan fuzzy. Penggunaan teknologi ini meningkatkan efisiensi peternak melalui fitur pemantauan *real-time* berbasis grafik serta notifikasi otomatis via telegram ketika kondisi suhu mencapai ambang batas waspada, sehingga mengurangi beban kerja manual dan risiko keterlambatan penanganan stres panas.

5. SARAN

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar menggunakan model sensor MLX90614ESF-DCI yang memiliki jarak pembacaan lebih jauh guna meningkatkan fleksibilitas pemasangan di kandang sebenarnya. Penggunaan sumber energi alternatif seperti panel surya dapat dipertimbangkan agar sistem lebih efisien dalam penggunaan daya di lokasi terbuka. Selain itu, integrasi sensor gas amonia (MQ-135) sangat disarankan untuk meningkatkan cakupan monitoring kesehatan lingkungan kandang secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Adhitia, A. Qisthon, A. Husni, dan M. Hartono, "Respons Fisiologis dan Daya Tahan Sapi Peranakan Ongole dan Sapi Brahman Cross Terhadap Cekaman Panas di KPT Maju Sejahtera Lampung Selatan," *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, vol. 6, no. 3, hlm. 300-304, 2022.
- [2] A. T. Utama, A. P. Sasmito, dan A. Faisol, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Online Suhu Sapi Potong Berbasis IoT," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 1, hlm. 16-24, 2021.
- [3] F. Untoro, Nurchim, dan Pramono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Lingkungan Pada Kandang Sapi Berbasis Internet of Things," *SMATIKA: STIKI Informatika Jurnal*, vol. 15, no. 1, hlm. 14-23, 2025.
- [4] I. A. Priliansyah dan E. Junianto, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kandang Sapi Berbasis Website Menggunakan ESP32," *E-Prosiding Teknik Informatika*, vol. 6, no. 2, hlm. 223-233, 2025.
- [5] A. P. Aryaputra, M. F. Shodiq, P. D. Adilla D. S., dan J. Sulaksono, "Perancangan Sistem Pendeteksi Isi Tempat Sampah Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik HC SR04," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sains*, vol. 4, hlm. 44-48, 2025.