



Implementasi *Edge IoT* dan *ThingsBoard* untuk Monitoring Kandang Sapi *Real-Time*

Buqhori Zuna¹, Cipto Prabowo², Riyan Ikhbal Salam³, Widya Sri Wahyuni⁴,
Dian Eka Putra⁵, Rahman Arief Putra⁶, Septiana Vratwi⁷

^{1,2,3}Teknik Komputer, ⁵Manajemen Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

⁴Akuntansi, Akuntansi, Politeknik Negeri Padang

⁶Informatika, Teknik, Universitas Prof. Dr. Hazairin SH

⁷Informatika, Teknik, Universitas Negeri Padang

¹buqhorizuna186@gmail.co.id. ²cipto@pnp.ac.id ³riyan@pnp.ac.id. ⁴widyayu@pnp.ac.id ⁵dianekaputra@pnp.ac.id.
⁶rahmanariefputra@gmail.com ⁷septianavratwi@unp.ac.id.

Abstract

The environment condition monitoring of cattle housing is an important aspect to support the comfort and the health of the beef cattle. Uncontrolled changes of temperature, humidity and air quality can negatively affect animal productivity and welfare. This study aims to develop a prototype of a cattle housing monitoring system based on Edge Internet of Things (IoT) that is capable for real-time environmental monitoring and providing early warning notifications to users. The system is built by using an ESP8266 microcontroller as the edge device, a DHT22 sensor for temperature and humidity measurement and an MQ135 sensor as an indicator of air quality. Sensor data are transmitted by using the MQTT protocol and visualized through the ThingsBoard platform while warning notifications are delivered via a Telegram bot by using a rule-based mechanism. The implementation results show that the system successfully displays environmental condition information locally through an LCD, visualizes data on the ThingsBoard dashboard and sends Telegram notifications when environmental conditions are detected to be in the danger category. This study demonstrates that the integration of edge IoT, monitoring dashboards and rule-based notifications can serve as a practical solution to support remote monitoring of cattle housing.

Keywords: Edge IoT, Cattle Housing Monitoring, ThingsBoard, Telegram Bot, Internet of Things

Abstrak

Pemantauan kondisi lingkungan kandang sapi merupakan aspek penting dalam mendukung kenyamanan dan kesehatan ternak. Perubahan suhu, kelembapan, dan kualitas udara yang tidak terkontrol dapat berdampak negatif terhadap produktivitas dan kesejahteraan hewan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe sistem monitoring kandang sapi berbasis *Edge Internet of Things (IoT)* yang mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time serta memberikan peringatan dini kepada pengguna. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai perangkat *edge*, sensor DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembapan, serta sensor MQ135 sebagai indikator kualitas udara. Data sensor dikirimkan menggunakan protokol MQTT dan divisualisasikan melalui platform ThingsBoard, sementara notifikasi peringatan dikirimkan melalui Telegram bot berdasarkan mekanisme *rule-based*. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem berhasil menampilkan informasi kondisi lingkungan kandang secara lokal melalui LCD, memvisualisasikan data pada *dashboard ThingsBoard*, serta mengirimkan notifikasi Telegram ketika kondisi lingkungan terdeteksi berada pada kategori bahaya. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *edge*

IoT, *dashboard monitoring*, dan notifikasi berbasis aturan dapat menjadi solusi praktis untuk mendukung pemantauan kandang sapi secara jarak jauh.

Kata kunci: *Edge IoT*, *Monitoring Kandang Sapi*, *ThingsBoard*, *Telegram Bot*, *Internet of Things*

© 2025 Author

Creative Commons Attribution 4.0 International License



1. Pendahuluan

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam sistem monitoring memungkinkan pengawasan kondisi objek secara real-time dan pemberian peringatan otomatis ketika terjadi kondisi abnormal. Integrasi sensor, perangkat *edge*, dan platform monitoring telah terbukti meningkatkan efektivitas pengawasan serta respons pengguna terhadap kondisi lingkungan [1].

Pada sektor peternakan, kondisi lingkungan kandang seperti suhu, kelembapan, dan kualitas udara memiliki peran penting terhadap kenyamanan dan kesehatan ternak. Penelitian berbasis IoT pada kandang sapi menunjukkan bahwa pemantauan lingkungan secara kontinu dapat membantu peternak dalam mengantisipasi kondisi yang berpotensi membahayakan ternak [2]. Selain itu, pendekatan *smart farming* yang memanfaatkan parameter suhu dan kelembapan sebagai dasar pengambilan keputusan berbasis ambang telah banyak diterapkan dalam sistem monitoring pertanian dan peternakan [3].

Komunikasi data pada sistem IoT umumnya memanfaatkan protokol MQTT karena bersifat ringan dan sesuai untuk perangkat dengan sumber daya terbatas [4]. ESP8266 banyak digunakan sebagai perangkat *edge* pada sistem IoT karena telah dilengkapi modul Wi-Fi dan mampu menangani proses akuisisi serta pengiriman data sensor [5].

Pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22 perlu memperhatikan aspek kalibrasi agar hasil pengukuran tetap reliabel, khususnya pada lingkungan tropis [6]. Sementara itu, sensor gas seperti MQ135 pada aplikasi IoT berfungsi sebagai indikator kualitas udara dan bersifat sensitif terhadap kondisi lingkungan serta proses kalibrasi [7], [8].

Untuk visualisasi data dan mekanisme peringatan dini, platform ThingsBoard menyediakan fitur dashboard dan *rule engine* yang dapat diintegrasikan dengan layanan pesan instan seperti Telegram [9]. Implementasi notifikasi berbasis Telegram pada sistem monitoring real-time terbukti membantu pengguna dalam merespons kondisi lingkungan tanpa harus memantau dashboard secara terus-menerus [10].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengimplementasikan sistem monitoring kandang sapi berbasis *Edge IoT* yang terintegrasi dengan ThingsBoard dan Telegram bot untuk pemantauan kondisi lingkungan secara real-time.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem (engineering-oriented research) dengan membangun prototipe sistem monitoring kandang sapi berbasis Edge IoT. Sistem dirancang untuk melakukan akuisisi data lingkungan, pemrosesan awal pada perangkat edge, pengiriman data menggunakan MQTT, serta penyajian informasi dan peringatan melalui ThingsBoard dan Telegram bot, sebagaimana diterapkan pada berbagai sistem monitoring IoT sebelumnya [4], [9].

2.1. Lokasi dan Objek Implementasi

Implementasi sistem dilakukan pada kandang sapi di wilayah Jorong Tiga Batur (Peternakan Atos). Objek penelitian difokuskan pada pemantauan suhu, kelembapan, dan indikator kualitas udara di lingkungan kandang.

2.2. Perangkat Keras

Perangkat keras utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP8266 sebagai perangkat *edge*, sensor DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembapan, sensor MQ135 sebagai indikator gas, LCD 16×2 I2C sebagai media tampilan lokal, serta LED sebagai indikator status kondisi kandang. Pemilihan ESP8266 dan sensor lingkungan mengacu pada praktik umum pengembangan sistem IoT berbasis *edge computing* [5], [6].

2.3. Perangkat Lunak dan Platform

Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE untuk pemrograman ESP8266, protokol MQTT untuk komunikasi *telemetry*, serta platform ThingsBoard untuk visualisasi data dan pengelolaan alarm berbasis *rule engine*. Telegram bot digunakan sebagai kanal notifikasi peringatan dini, sebagaimana direkomendasikan pada implementasi monitoring IoT real-time [9], [10].

2.4. Arsitektur Sistem dan Alur Data

Sensor membaca nilai suhu, kelembapan, dan gas, kemudian data diproses pada ESP8266 dan ditampilkan pada LCD sebagai monitoring lokal. Selanjutnya, data dikirim ke ThingsBoard melalui MQTT untuk divisualisasikan pada dashboard. Ketika nilai parameter melewati ambang yang telah ditentukan, sistem memicu notifikasi Telegram secara otomatis [4], [9].

2.5. Basis Pengetahuan dan Aturan Keputusan

Sistem menerapkan mekanisme *rule-based* (sistem berbasis pengetahuan) untuk mengklasifikasikan status lingkungan kandang dan menentukan respons indikator. Kriteria kelembapan dirumuskan ke dalam kategori kondisi normal, terlalu kering, dan terlalu lembap; sedangkan kualitas udara dikategorikan baik, sedang, dan buruk berbasis nilai ppm. Output indikator visual dirancang menggunakan LED dengan pembagian status (normal/waspada/bahaya) dan disertai notifikasi Telegram saat kondisi melewati ambang batas [3].

Untuk memastikan keputusan sistem bersifat deterministik (tidak tumpang tindih), rentang ambang dibuat saling eksklusif. Rangkuman basis aturan (pemetaan input sensor terhadap keluaran LED dan notifikasi) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Basis Aturan (Rule Base) Penentuan Status dan Respons Sistem

Parameter	Kondisi (Ambang)	Pengujian	Indikator LED	Notifikasi Telegram
Suhu (°C)	≤ 30	Normal	Hijau	Tidak
Suhu (°C)	> 30 s.d. 35	Waspada	Kuning	Tidak
Suhu (°C)	> 35	Bahaya	Merah	Ya
Kelembapan (%)	55 s.d. 85	Normal	Hijau	Tidak
Kelembapan (%)	< 55 atau > 85	Tidak Normal	Merah	Ya
Gas (ppm)	< 30	Baik/Normal	Hijau	Tidak
Gas (ppm)	30 s.d. < 50	Sedang/Waspada	Kuning	Tidak
Gas (ppm)	≥ 50	Buruk/Bahaya	Merah	Ya

2.6. Prosedur Implementasi

Tahap implementasi sistem monitoring kandang sapi berbasis *Edge IoT* meliputi beberapa langkah utama. Pertama, dilakukan perakitan perangkat keras yang terdiri dari mikrokontroler ESP8266, sensor DHT22, sensor MQ135, LCD 16×2 I2C, serta LED indikator. Kedua, dilakukan pemrograman ESP8266 menggunakan Arduino IDE untuk membaca data sensor, menampilkan nilai pada LCD, dan mengirimkan data *telemetry* ke server menggunakan protokol MQTT. Ketiga, dilakukan konfigurasi platform ThingsBoard yang mencakup pendaftaran perangkat (*device*), pembuatan dashboard visualisasi, serta penyusunan aturan (*rule engine*) untuk mendeteksi kondisi ambang. Terakhir, sistem diintegrasikan dengan Telegram bot sebagai kanal notifikasi peringatan dini ketika kondisi lingkungan kandang berada pada kategori bahaya.

2.7. Metode Pengujian

Pengujian sistem dilakukan secara **fungsional dan end-to-end** untuk memastikan keterpaduan seluruh komponen sistem. Pengujian mencakup verifikasi pembacaan sensor suhu, kelembapan, dan gas; tampilan nilai pada LCD sebagai monitoring lokal; pengiriman data *telemetry* ke platform ThingsBoard; serta pengiriman notifikasi Telegram ketika kondisi lingkungan melewati ambang batas yang telah ditetapkan. Pengujian difokuskan pada validasi fungsi sistem secara operasional, tanpa melakukan pengujian kuantitatif berbasis statistik.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian pada penelitian ini difokuskan pada verifikasi fungsional dan implementasi end-to-end sistem monitoring kandang sapi berbasis Edge IoT. Evaluasi dilakukan untuk memastikan keterpaduan antara perangkat edge, platform monitoring, dan sistem notifikasi peringatan dini, tanpa melakukan pengujian kuantitatif berbasis statistik.

3.1. Monitoring Lokal Menggunakan LCD

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan nilai suhu, kelembapan, dan indikator gas secara real-time melalui LCD yang terpasang pada perangkat edge. Tampilan ini berfungsi sebagai monitoring lokal sehingga kondisi lingkungan kandang dapat diketahui secara langsung di lokasi tanpa bergantung pada koneksi internet.

Monitoring lokal melalui LCD juga memungkinkan pengguna melakukan pengecekan cepat terhadap kondisi lingkungan kandang, khususnya ketika terjadi gangguan jaringan atau keterbatasan akses ke platform monitoring jarak jauh. Hal ini menegaskan peran edge device dalam menjaga kontinuitas informasi pada sistem IoT.

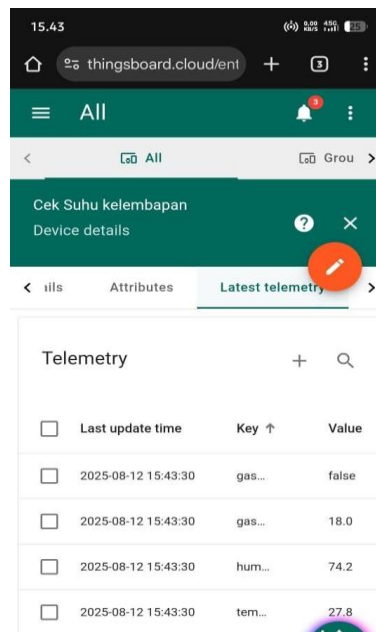


Gambar 1. Tampilan LCD Monitoring Kandang Sapi

3.2. Visualisasi Data pada Dashboard ThingsBoard

Data sensor yang dikirimkan dari perangkat edge berhasil divisualisasikan pada platform ThingsBoard dalam bentuk grafik dan indikator real-time. Dashboard ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan kandang dari jarak jauh melalui antarmuka web maupun mobile.

Penggunaan ThingsBoard sebagai platform visualisasi telemetry sejalan dengan implementasi sistem monitoring IoT yang menekankan kemudahan akses data dan pemantauan real-time oleh pengguna [9].

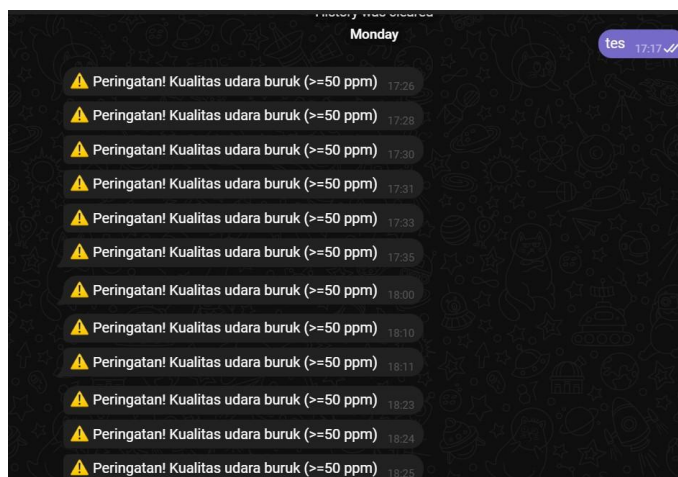


Gambar 2. Tampilan Dashboard ThingsBoard untuk Monitoring Kondisi Kandang Sapi

3.3. Implementasi Notifikasi Telegram sebagai Peringatan Dini

Ketika nilai parameter lingkungan terdeteksi berada pada kategori bahaya berdasarkan basis aturan yang telah ditetapkan, rule engine ThingsBoard memicu pengiriman notifikasi otomatis melalui Telegram bot. Mekanisme ini memungkinkan pengguna menerima peringatan dini tanpa harus memantau dashboard secara terus-menerus.

Integrasi notifikasi berbasis Telegram pada sistem monitoring real-time terbukti meningkatkan responsivitas pengguna terhadap perubahan kondisi lingkungan, sebagaimana dilaporkan pada penelitian serupa [10].



Gambar 2. Notifikasi Telegram pada Kondisi Lingkungan bahaya

3.4 Pembahasan dan Keterbatasan Sistem

Berdasarkan hasil implementasi, sistem monitoring kandang sapi berbasis *Edge IoT* telah mampu menjalankan fungsi utama berupa pemantauan kondisi lingkungan dan pemberian peringatan dini secara otomatis. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *smart farming* yang memanfaatkan sensor lingkungan sebagai dasar pengambilan keputusan operasional [3].

Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan pada sistem. Sensor MQ135 yang digunakan sebagai indikator kualitas udara bersifat indikatif dan sensitif terhadap kondisi lingkungan serta proses kalibrasi, sehingga hasil pengukuran gas tidak diposisikan sebagai pengukuran laboratorium yang presisi [7], [8]. Selain itu, sistem belum dilengkapi mekanisme penyimpanan data lokal ketika koneksi internet terputus, sehingga histori data pada periode gangguan jaringan tidak terekam. Keterbatasan ini membuka peluang pengembangan lanjutan, seperti penambahan fitur *data logging* dan peningkatan akurasi sensor.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan sistem monitoring kandang sapi berbasis *Edge Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan platform ThingsBoard dan Telegram bot untuk pemantauan kondisi lingkungan secara real-time. Sistem yang dibangun mampu membaca parameter suhu, kelembapan, dan indikator kualitas udara, menampilkan informasi secara lokal melalui LCD, serta memvisualisasikan data *telemetry* pada dashboard ThingsBoard. Selain itu, mekanisme *rule-based* yang diterapkan memungkinkan sistem mengirimkan notifikasi peringatan dini melalui Telegram ketika kondisi lingkungan kandang terdeteksi berada pada kategori bahaya.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa integrasi perangkat *edge*, protokol MQTT, dashboard monitoring, dan sistem notifikasi berjalan secara end-to-end sesuai dengan rancangan arsitektur sistem. Pendekatan ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau kondisi kandang secara jarak jauh tanpa harus berada di lokasi secara terus-menerus.

Meskipun demikian, sistem yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan. Sensor gas yang digunakan bersifat indikatif dan sensitif terhadap kondisi lingkungan serta proses kalibrasi, sehingga hasil pengukuran tidak diposisikan sebagai pengukuran laboratorium yang presisi. Selain itu, sistem belum dilengkapi mekanisme penyimpanan data lokal ketika koneksi internet terputus. Pengembangan lanjutan dapat difokuskan pada peningkatan akurasi sensor, penambahan fitur *data logging*, serta analisis data historis untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih komprehensif.

Daftar Rujukan

- [1] yulia sosmita, riyan ikhbal salam, dan dian . eka putra, “Pengembangan Website Apotik Sejati untuk Meningkatkan Aksesibilitas dan Kualitas Pelayanan Kesehatan”, *Jurnal Pustaka AI*, vol. 4, no. 2, hlm. 58–63, Agu 2024.
- [2] F. A. Pratama, Asminah, dan S. Aminah, “Prototype Pembersih Kotoran Kandang Sapi Berbasis Internet of Things Menggunakan Fuzzy Logic,” *Jurnal Pustaka AI*, vol. 3, no. 2, 2023.
- [3] H. N. Nasution *et al.*, “Smart Farming Berdasarkan Suhu dan Kelembapan Berbasis Arduino,” *Jurnal Pustaka AI*, vol. 5, no. 2, 2025.
- [4] C. Bayılmış *et al.*, “A survey on communication protocols and performance evaluations for Internet of Things,” *Digital Communications and Networks*, 2022.
- [5] S. Aswandi *et al.*, “IoT-Based Adaptive Room Temperature Monitoring Using NodeMCU ESP8266,” *Journal of Applied Informatics and Computing*, 2025.
- [6] R. A. Koestoer *et al.*, “Calibration Methods of DHT22 Sensor for Tropical Climates,” *AIP Conference Proceedings*, 2019.
- [7] A. Hasibuan *et al.*, “Design of Ammonia Gas Detection Devices for Farms,” *MOTIVECTION*, 2023.
- [8] R. S. Harsanti dan R. M. Yasi, “Implementation of Ammonia Gas Detection Tool,” *Journal of Educational Engineering and Environment*, 2023.
- [9] H. Nurwarsito dan R. W. Adaby, “Pengembangan IoT dengan Platform ThingsBoard,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2024.
- [10] D. N. Bestari dan A. Wibowo, “An IoT-Based Real-Time Monitoring System Using Telegram Bot and ThingsBoard,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 2023.