

Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Amonia, Suhu, dan Kelembaban Pada Kandang Ayam *Close House* Berbasis *Internet of Things*

Design and Implementation of an Ammonia, Temperature, and Humidity Monitoring System in a Closed-House Chicken Coop Based on the Internet of Things

Falhan Febrian Rizaldi*, Firdaus, Vera Veronica

Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang 25164, Provinsi Sumatera Barat

Email*: falhanfebrian9@gmail.com

Abstrak - Industri peternakan ayam dengan sistem kandang tertutup (*close house*) mengalami perkembangan pesat, tetapi pengendalian kualitas udara, terutama gas amonia (NH_3), menjadi tantangan utama. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kadar amonia, suhu, dan kelembaban secara real-time menggunakan sensor MQ-135 (ammonia) dan DHT11 (suhu dan kelembaban), yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 dan modul komunikasi LoRa E32. Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama: *node* (unit pengambil data sensor), *master* (pengumpul data dari beberapa *node*), dan *gateway* (pengirim data ke server). Dibandingkan sistem sebelumnya yang menggunakan modul LoRa Ra-02, sistem ini lebih hemat daya dan dirancang khusus untuk kandang tertutup. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini efektif dengan kadar amonia terukur 0,26–1,6 ppm (di bawah batas toleransi 10 ppm), suhu 30–35°C, dan kelembaban 50–70%. Namun, sistem memiliki keterbatasan seperti akurasi sensor yang dipengaruhi faktor lingkungan (kelembaban tinggi, suhu ekstrem). Dengan alat ini, peternak dapat memantau kondisi kandang secara real-time melalui website, meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko penyakit.

Kata kunci: *Internet of Things*, MQ-135, DHT11, ESP32, LoRa E32, Kandang ayam *close house*, Gas amonia (NH_3)

Abstract - The poultry industry with closed-house systems (*close house*) has experienced rapid growth, but controlling air quality, especially ammonia gas (NH_3), remains a major challenge. This research designs and implements an IoT-based monitoring system to measure ammonia levels, temperature, and humidity in real-time using the MQ-135 (ammonia) and DHT11 (temperature and humidity) sensors, connected to an ESP32 microcontroller and LoRa E32 communication module. The system consists of three main components: *node* (sensor data collection unit), *master* (data aggregator from multiple nodes), and *gateway* (data transmitter to the server). Compared to previous systems using the LoRa Ra-02 module, this system is more power-efficient and specifically designed for closed-house environments. Test results show the system is effective, with measured ammonia levels of 0.26–1.6 ppm (below the 10 ppm tolerance limit), temperature of 30–35°C, and humidity of 50–70%. However, the system has limitations, such as sensor accuracy being affected by environmental factors (high humidity, extreme temperatures). With this tool, farmers can monitor coop conditions in real-time via a website, improving productivity and reducing the risk of disease.

Keywords: *Internet of Things*, MQ-135, DHT11, ESP32, LoRa E32, Closed-house chicken coop, Ammonia gas (NH_3)

I. PENDAHULUAN

Industri peternakan ayam, khususnya yang menggunakan sistem kandang tertutup atau *close house*, mengalami perkembangan pesat seiring dengan meningkatnya permintaan terhadap produk unggas. *Close house* merupakan sistem kandang yang dirancang untuk menciptakan lingkungan terkontrol guna meningkatkan efisiensi produksi dan kesehatan ayam. Namun, salah satu tantangan utama dalam sistem ini adalah pengelolaan kualitas udara di dalam kandang, terutama terkait dengan konsentrasi gas amonia (NH_3).

Gas amonia berasal dari dekomposisi kotoran ayam dan dapat terakumulasi di dalam kandang tertutup[1]. Kadar amonia yang dapat ditoleransi pada kandang ayam adalah < 10 ppm[2]. Kualitas produk ayam, seperti daging dan telur, juga dapat terpengaruh oleh paparan kadar amonia yang tinggi dalam jangka Panjang, serta menyebabkan gangguan kesehatan pada ayam, seperti iritasi saluran pernapasan, penurunan nafsu makan, dan penurunan produktivitas. Pemantauan kualitas udara, khususnya konsentrasi gas amonia menjadi sangat penting dalam sistem *close house*. Selain itu, suhu dan kelembapan di dalam kandang juga memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ayam ternak. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara, khususnya konsentrasi gas amonia, suhu, dan kelembapan, menjadi sangat penting dalam sistem *close house*.

Penelitian ini berasal dari pemasalah yang dihadapi peternak pada kandang ayam *close house* di fakultas peternakan universitas anadala. Berdasarkan diskusi dengan pihak peternakan ayam, terdapat kendala yang cukup signifikan yaitu kesulitan dalam melakukan monitoring gas amonia secara efisien. Saat ini, peternak diharuskan melakukan pemeriksaan manual dengan memasuki area kandang dan mengamati secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan dan menerapkan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat mengukur kadar amonia, suhu, serta kelembapan di dalam kandang ayam tipe *close house* secara *real-time*. Sistem ini dikembangkan untuk membantu peternak dalam mengendalikan kualitas udara di dalam kandang, sehingga dapat mengurangi efek buruk dari tingginya kadar amonia terhadap kesehatan ayam dan hasil produksi. Dengan adanya sistem ini, peternak dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan dengan cepat dan tepat untuk mempertahankan kondisi lingkungan kandang yang optimal.

Berikut merupakan penelitian mengenai pengendalian dan pendeteksi amonia di kandang ayam, misalnya perancangan dan pengembangan sistem monitoring dan kontrol kandang ayam berbasis internet of things menggunakan aplikasi android[3]. Memberikan kesimpulan bahwa alat berhasil berfungsi dengan baik dan dapat meningkatkan efisiensi serta kesejahteraan hewan ternak.

Penelitian lainnya tentang perancangan dan pengembangan jaringan sensor nirkabel sebagai sistem pemantauan kadar gas amonia pada peternakan ayam berbasis Lora[4]. Penelitian ini membahas tentang desain sistem pemantauan gas amonia berbasis LoRa untuk peternakan ayam. Sistem ini menggunakan sensor MQ-137 dan modul LoRa untuk mengirim data ke server Raspberry Pi. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam mengambil dan menyimpan data selama 2 hari.

Penelitian lainnya tentang pemanfaatan teknologi berbasis IoT untuk monitoring dan pengendalian kondisi kandang ayam dalam rangka mencegah gas berbahaya pada industri ayam broiler di desa wonolopo, kecamatan mijen, semarang[5]. Penelitian ini fokus pada penerapan sistem monitoring dan pengendalian kondisi kandang ayam berbasis IoT. Mikrokontroler Arduino Mega 2560, NodeMCU ESP8266, dan sejumlah sensor, termasuk MQ 135, DHT11, RTC, LDR, dan sakelar batas, digunakan untuk mengintegrasikan sistem tersebut. Suhu, kelembapan udara, kipas angin, kadar gas amonia, dan waktu nyata semuanya dapat diukur menggunakan sensor tersebut. Seluruh sistem dapat dihubungkan dan dikendalikan secara remote melalui aplikasi yang terhubung dengan smartphone.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring untuk kandang ayam, namun masih terdapat beberapa keterbatasan. Misalnya, penelitian sebelumnya dilakukan pada kandang ayam dengan sistem terbuka (*open house*), yang memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda dengan sistem *close house*. Selain itu, teknologi komunikasi jarak jauh yang digunakan pada penelitian sebelumnya, seperti modul LoRa Ra-02, memiliki konsumsi daya yang relatif tinggi. Penelitian ini mengatasi keterbatasan tersebut dengan melakukan pengujian pada kandang ayam *close house* dan menggunakan modul LoRa E32 433T20D yang memiliki konsumsi daya lebih rendah. Selain itu, penelitian ini menggunakan sensor MQ-135 dan DHT11 yang

mampu mengukur gas amonia, suhu, dan kelembapan secara akurat.

Dampak negatif dari tidak adanya sistem monitoring amonia yang efektif dapat sangat merugikan peternak. Kadar amonia yang tinggi dalam kandang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada ayam, seperti iritasi saluran pernapasan, penurunan nafsu makan, dan penurunan produktivitas. Selain itu, paparan amonia yang tinggi dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas daging dan telur yang dihasilkan, sehingga mengurangi nilai jual produk. Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT ini, peternak dapat memantau kadar amonia secara real-time dan mengambil tindakan pencegahan sebelum kadar amonia mencapai tingkat yang berbahaya, sehingga kesehatan ayam dan kualitas produksi dapat terjaga.

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan teknologi *Internet of Things* untuk mendeteksi dan memonitoring suhu, kelembapan, dan gas amonia (NH_3) secara *real time* di kandang ayam *close house*. Sistem ini bertujuan untuk membantu peternak dalam memantau kondisi kualitas udara di dalam kandang dengan lebih efektif.

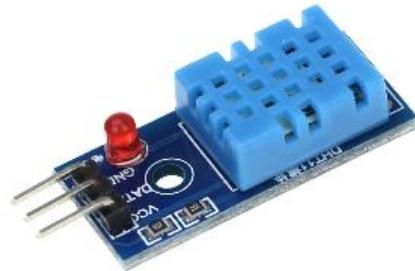
A. Komponen Utama Penelitian

Sistem yang dirancang ini merupakan sebuah sistem pemantauan kualitas udara, khususnya konsentrasi gas amonia (NH_3), di dalam kandang ayam tipe *close house*. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) dari sistem pemantauan tersebut.

Sensor MQ135 dipilih sebagai sensor utama karena memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap gas amonia, seperti yang terlihat pada **Gambar 1**. Sensor MQ135 memiliki kemampuan untuk merespon dengan cepat terhadap berbagai jenis gas berbahaya, seperti amonia dan sulfida[6]. Selanjutnya, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**, sensor DHT11 juga digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan internal kandang. DHT11 memiliki keluaran data digital yang nantinya dikirimkan ke mikrokontroler[7]. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai unit pengolah data pusat yang menghubungkan sensor-sensor dengan jaringan, yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Data yang telah diolah kemudian dikirimkan ke sebuah server melalui modul LoRa E32, memungkinkan komunikasi jarak jauh, yang terlihat pada **Gambar 4**. Data yang diterima oleh server selanjutnya akan ditampilkan pada sebuah situs web.



Gambar 1. Sensor MQ-135



Gambar 2. Sensor DHT11



Gambar 3. Modul NodeMCU ESP32



Gambar 4. LoRa E32

Sebelum digunakan, sensor MQ-135 dikalibrasi menggunakan program yang memanfaatkan library `#include <MQUnifiedsensor.h>`. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk memastikan akurasi pembacaan sensor terhadap gas amonia (NH_3). Berikut adalah langkah-langkah kalibrasi yang dilakukan:

1. Persiapan Lingkungan Kalibrasi:
Sensor MQ-135 ditempatkan dalam lingkungan dengan konsentrasi gas amonia yang diketahui. Konsentrasi gas amonia diatur menggunakan alat kalibrasi gas amonia standar.
2. Pengaturan Parameter Sensor:
Library `MQUnifiedsensor.h` digunakan untuk mengatur parameter sensor, seperti nilai RL

(resistansi beban), Ro (resistansi sensor dalam udara bersih), dan faktor kalibrasi untuk gas amonia. Berikut adalah kode untuk mengatur parameter sensor:

```
#include <MQUnifiedsensor.h>

#define BOARD "Esp-32"
#define VOLTAGE_RESOLUTION 5.0
#define ADC_BIT_RESOLUTION 12
#define SENSOR_TYPE "MQ-135"
#define RATIO_MQ135_CLEAN_AIR 3.6
#define PIN_MQ135 33

MQUnifiedsensor          MQ135(BOARD,
VOLTAGE_RESOLUTION,     ADC_BIT_RESOLUTION,
PIN_MQ135,  SENSOR_TYPE);
DHT11 dht11(27);

Void setup() {
MQ135.setRegressionMethod(1);
MQ135.init();
MQ135.setR0(57.00);
}

Void loop(){
MQ135.update();
MQ135.setA(102.0503);
MQ135.setB(-2.5066);
float NH3 = MQ135.readSensor();
}
```

3. Proses Kalibrasi:

Sensor MQ-135 dibiarkan selama beberapa menit untuk menstabilkan pembacaannya. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dibandingkan dengan nilai referensi dari alat kalibrasi gas amonia standar. Jika terdapat perbedaan, faktor kalibrasi (A dan B) pada library disesuaikan untuk meningkatkan akurasi pembacaan.

4. Verifikasi Akurasi:

Setelah kalibrasi, sensor diuji kembali dalam lingkungan dengan konsentrasi gas amonia yang berbeda untuk memverifikasi akurasi pembacaan. Persentase akurasi dihitung dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan nilai referensi.

Sedangkan sensor DHT11 dikalibrasi dengan membandingkan pembacaan suhu dan kelembapan terhadap termometer dan higrometer digital yang telah terkalibrasi. Proses kalibrasi ini memastikan bahwa sensor memberikan pembacaan yang akurat dan konsisten selama pengujian.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian tahapan sistematis untuk mengembangkan sistem yang efisien dalam pemantauan kualitas udara pada kandang ayam. Tahap pertama adalah studi literatur, di mana penulis mempelajari teknologi

Internet of Things (IoT), serta komponen seperti ESP32, LoRa, dan berbagai sensor yang relevan untuk merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan peternakan. Setelah itu, dilakukan perancangan sistem yang terdiri dari tiga komponen utama: Node, Master, dan Gateway.

Tahap berikutnya adalah implementasi alat, yang mencakup pembangunan sistem dengan integrasi berbagai sensor yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Alat ini ditempatkan di dua tempat yang berbeda, yaitu di kandang ayam *close house* fakultas peternakan universitas andalas dan di Gedung AC Politeknik Negeri Padang. Di kandang terdapat tiga Node yang terdiri dari sensor, dan Master yang berfungsi untuk pengumpul data dari ketiga Node tersebut. Di Gedung AC terdapat *Gateway* yang berfungsi sebagai pengiriman data ke website. Modul LoRa digunakan untuk mendukung komunikasi antara *Master* dan *Gateway*. **Gambar 5** menunjukkan lokasi dari Kandang dan Gedung AC. Terlihat pada gambar tersebut jarak antara Kandang dan Gedung AC adalah 138 meter, dimana ini juga menunjukkan jarak antara *master* dan *gateway*.



Gambar 5. Lokasi Pengujian

Setelah alat selesai diimplementasikan, dilakukan pengujian untuk memastikan seluruh fungsi berjalan dengan baik. Pengujian ini mencakup pengumpulan data dari sensor, transmisi data melalui LoRa, tampilan data di LCD, dan website. Parameter yang diuji meliputi kadar amonia, suhu, dan kelembapan. Pengujian dilakukan selama 3 hari dengan interval pengambilan data setiap 10 detik untuk memastikan konsistensi dan akurasi sistem. Alat bantu yang digunakan dalam pengujian meliputi termometer digital, higrometer, dan alat kalibrasi gas amonia untuk memverifikasi hasil pembacaan sensor.

C. Skema Perancangan dan Kerja Sistem

Sistem yang dirancang merupakan suatu sistem untuk memonitoring kualitas udara di dalam kandang ayam *close house*. Pada penelitian ini di

fokus untuk perancangan dan pembuatan hardware dari sistem monitoring ini. Sensor yang digunakan yaitu sensor MQ135, sensor ini digunakan karena sensitifitas yang baik terhadap gas amonia dan DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam kandang. ESP32 digunakan sebagai pusat pengolahan data yang menghubungkan sensor ke sistem jaringan. Kemudian terdapat sebuah LoRa E32 yang berfungsi mengirim data yang dapat digunakan komunikasi jarak jauh.

Gambar 6 menggambarkan tentang topologi sistem yang akan penulis kerjakan. Sistem tersebut terdiri dari 3 *node* sebagai pengambil data sensor, *master* sebagai penerima data sensor dari ketiga *node*, gateway yang akan meneruskan data ke internet, dan dari internet data sensor tersebut dapat di monitoring melalui website

D. Analisis Data

Untuk menilai kemandirian dan fungsionalitas sistem yang telah diterapkan, analisis data dilakukan pada sistem pemantauan amonia, suhu, dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) di kandang ayam tertutup. Data yang dikumpulkan dari sensor MQ-135 dan DHT11 mencakup kadar amonia, suhu, dan kelembaban yang diukur secara *real-time*. Proses analisis dimulai dengan

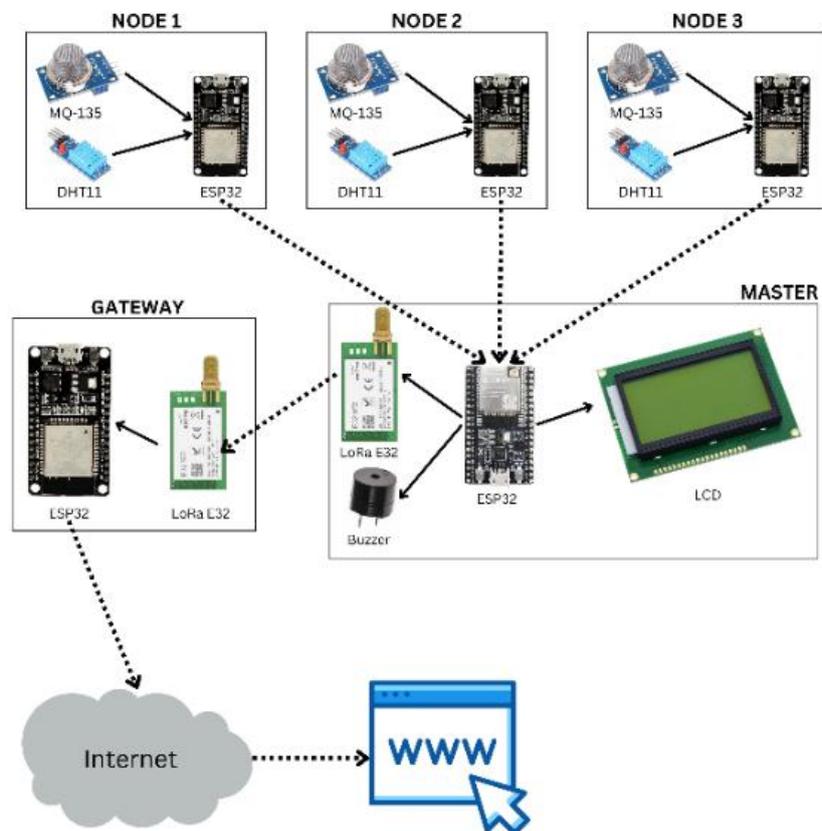
pengumpulan data dari berbagai node yang tersebar di dalam kandang. Data ini kemudian dikirim ke unit master, yang bertanggung jawab untuk mengolah dan menyimpan informasi tersebut sebelum diteruskan ke gateway.

Parameter keberhasilan sistem meliputi konsistensi data selama periode pengujian. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan pembacaan yang akurat dan konsisten.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Keras

Hasil penelitian berupa sebuah implementasi sistem monitoring ammonia, suhu, dan kelembapan. Sistem ini terdiri dari *box node*, *box master*, dan *box gateway*. Implementasi perangkat dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu di kandang ayam *close house* fakultas peternakan universitas andalas dan Gedung AC politeknik negeri padang. Di kandang ayam ditempatkan 3 buah *box node* dan 1 buah *box master*. Di Gedung AC ditempatkan sebuah *box gateway*. *Box node* terdiri dari ESP32, sensor MQ-135, sensor DHT11, dan power supply. Gambar 7 menunjukkan hasil implementasi *box node*.



Gambar 6. Topologi Sistem



Gambar 7. implementasi box node

Box master terdiri dari ESP32, buzzer, LCD, LoRa E32, dan power supply. Pada Gambar 8 terlihat implementasi box master.



Gambar 8. implementasi box master

Box gateway terdiri dari ESP32, LoRa E32, dan power supply. Pada gambar 7 terlihat implementasi box master. Box gateway dapat terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. implementasi box master

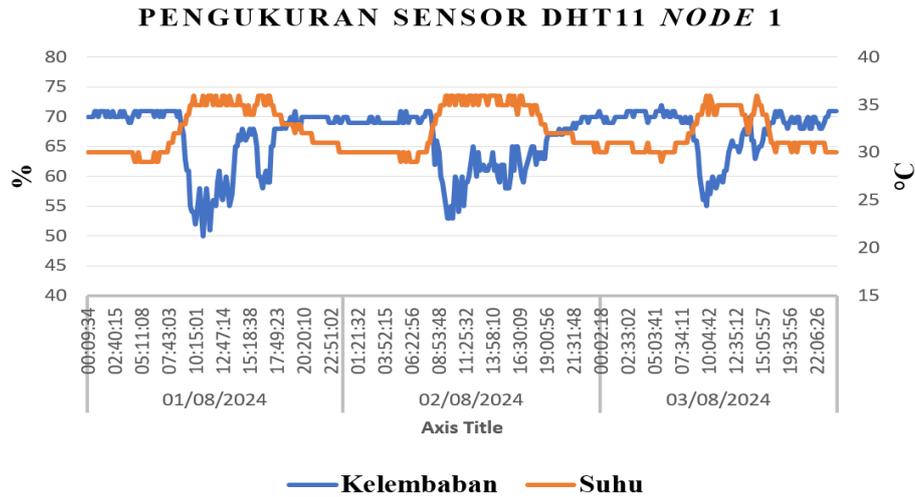
B. Hasil Pengujian Suhu dan Kelembaban

Dari hasil pengujian suhu dan kelembaban, didapatkan hasil sebagai berikut. Pada Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12 dilakukan pengujian sensor Suhu Kelembaban node 1, node 2, dan node 3 yang dilakukan 24 jam selama 3 hari. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan kelembaban cenderung stabil pada malam dan pagi hari yaitu berkisar 70%. Sedangkan pada siang hari nilainya lebih fluktuatif yaitu antara 50% hingga 70%. Untuk hasil pengujian suhu, didapatkan suhu relative lebih rendah pada malam dan pagi hari yaitu sekitar 30 C. Sedangkan pada siang hari suhu lebih tinggi bisa mencapai 35 C. Hal ini disebabkan oleh pola harian yang berbeda, di mana suhu biasanya lebih tinggi pada siang hari dan lebih rendah pada malam hari, sementara kelembaban biasanya lebih tinggi pada malam hari dan lebih rendah pada siang hari.

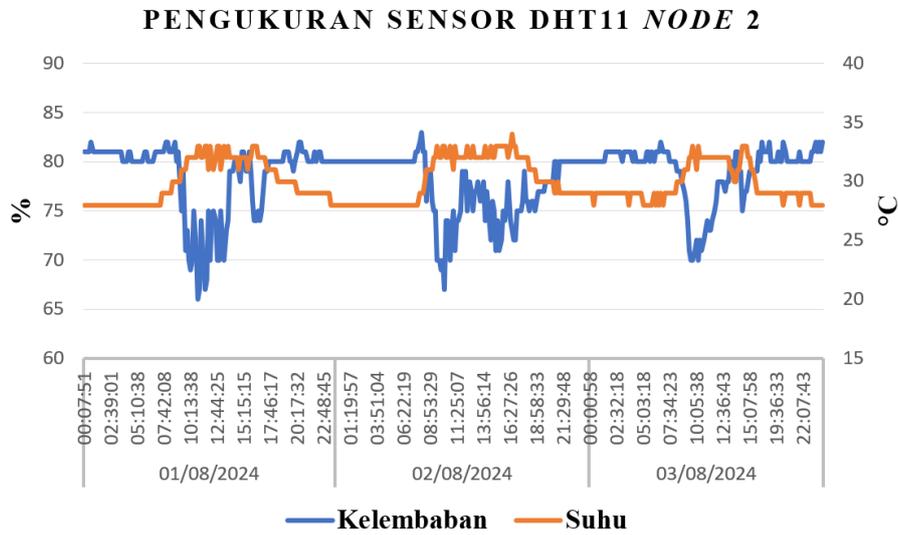
Berdasarkan standar industri, suhu ideal untuk kandang ayam *close house* berkisar antara 20°C hingga 30°C, sedangkan kelembaban ideal berkisar antara 50% hingga 70%²². Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau suhu dan kelembaban dengan akurasi yang cukup baik, meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada siang hari. Fluktuasi ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti sirkulasi udara yang kurang. Untuk meningkatkan akurasi, dapat dilakukan peningkatan sirkulasi udara di dalam kandang.

C. Hasil Pengujian Amonia

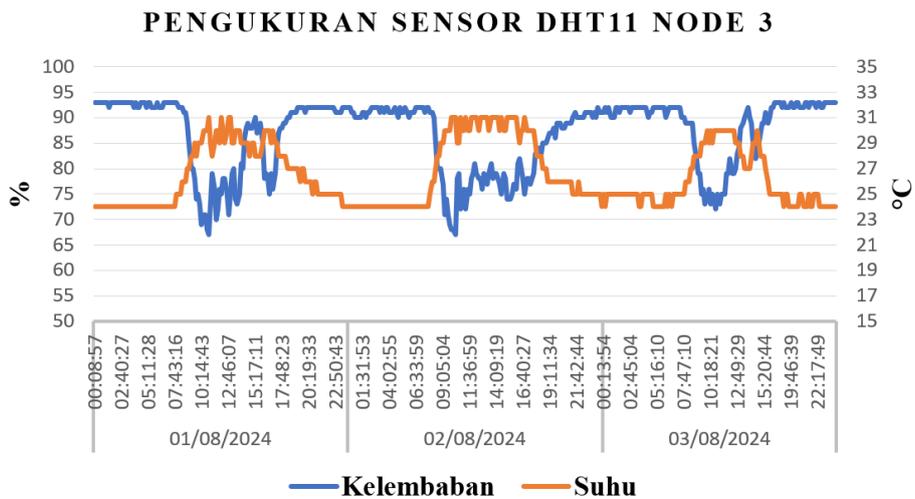
Dari hasil pengujian Amonia, didapatkan hasil sebagai berikut. Pada Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15 dilakukan pengujian amonia untuk mengukur gas amonia yang dilakukan 24 jam selama 3 hari. Data menunjukkan bahwa nilai gas amonia berfluktuatif antara 0.26 ppm sampai 1.6 ppm. Nilai tertinggi terdapat pada node 1 nilai terendah terdapat pada node 3. Berdasarkan pengujian selama 3 hari ini didapatkan bahwa nilai amonia tidak melebihi 5 ppm, ini menunjukkan bahwa kandang ayam *close house* di fakultas peternakan unand memenuhi standar yang diinginkan. Tetapi tetap harus melakukan pengawasan terus-menerus terhadap nilai gas amonia untuk memastikan bahwa kualitas udara didalam kandang tetap terjaga.



Gambar 10. Pengujian Suhu dan Kelembaban Node 1

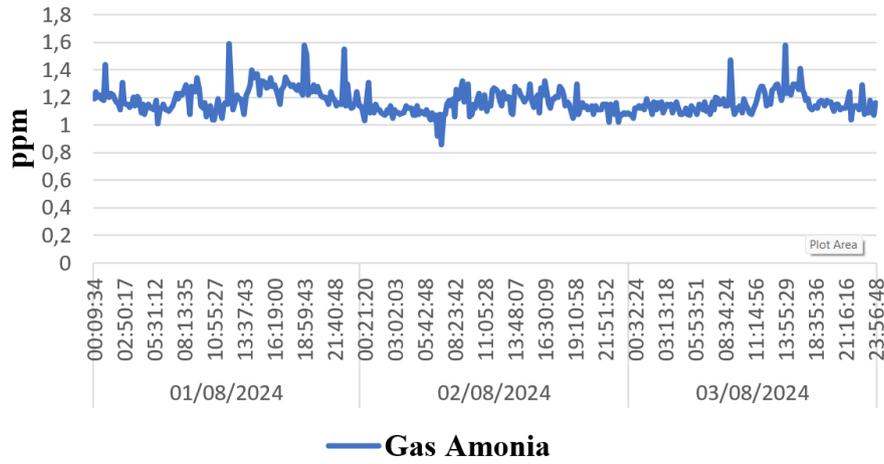


Gambar 11. Pengujian Suhu dan Kelembaban Node 2



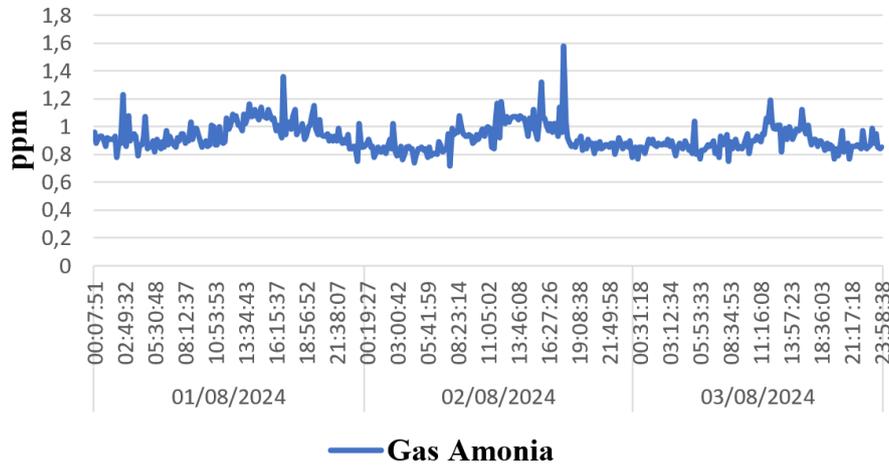
Gambar 12. Pengujian Suhu dan Kelembaban Node 3

PENGUKURAN SENSOR MQ-135 NODE 1



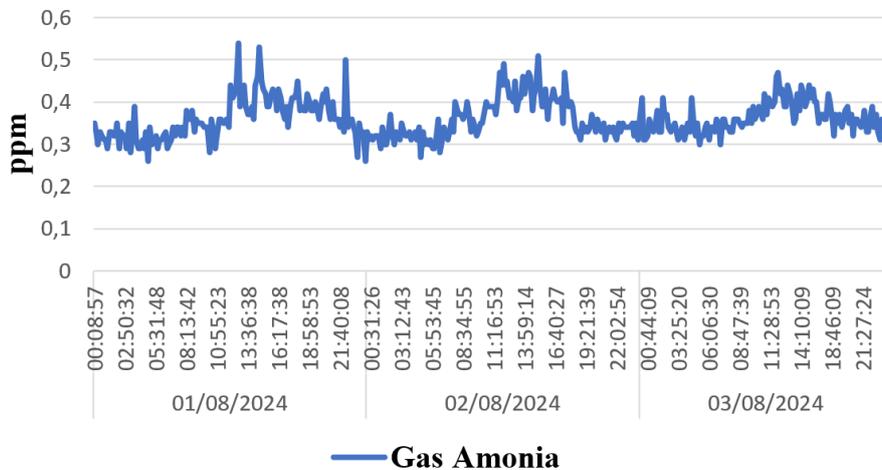
Gambar 13. Pengujian Amonia Node 1

PENGUKURAN SENSOR MQ-135 NODE 2



Gambar 14. Pengujian Amonia Node 2

Pengukuran Sensor MQ-135 Node 3



Gambar 15. Pengujian Amonia Node 3

D. Analisis Pola Perubahan Kadar Amonia, Suhu, dan Kelembapan

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat pola perubahan kadar amonia, suhu, dan kelembapan yang dipengaruhi oleh waktu dan kondisi lingkungan. Kadar amonia cenderung meningkat pada malam hari. Suhu dan kelembapan juga menunjukkan pola harian yang konsisten, dengan suhu lebih tinggi pada siang hari dan kelembapan lebih tinggi pada malam hari. Sistem ini mampu merespons perubahan lingkungan dengan baik, namun diperlukan optimasi lebih lanjut untuk meningkatkan kecepatan respons dan akurasi.

E. Optimasi Sistem Berdasarkan Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, terdapat beberapa kemungkinan optimasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem. Pertama, algoritma pemrosesan data dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode *machine learning* untuk memprediksi perubahan kadar amonia, suhu, dan kelembapan berdasarkan data historis. Kedua, sistem dapat diintegrasikan dengan sistem pendinginan otomatis untuk mengontrol suhu dan kelembapan secara lebih efektif.

IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring berbasis IoT untuk memantau kadar amonia, suhu, dan kelembapan di kandang ayam close house telah berhasil dikembangkan dan diuji. Sistem ini mampu memberikan data real-time yang akurat, membantu peternak dalam menjaga kualitas udara kandang dan meningkatkan produktivitas ternak. Dengan adanya sistem ini, peternak dapat memantau kondisi lingkungan kandang secara berkala dan mengambil tindakan pencegahan sebelum kadar amonia atau suhu mencapai tingkat yang berbahaya. Hal ini tidak hanya meningkatkan kesejahteraan ayam tetapi juga mengurangi risiko kerugian produksi. Namun, sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti akurasi sensor yang dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (seperti kelembapan tinggi atau suhu ekstrem). Untuk pengembangan di masa depan, sistem dapat diintegrasikan dengan sistem otomatisasi ventilasi atau pendingin, serta menggunakan sensor yang lebih presisi dan teknologi komunikasi yang lebih cepat. Dengan optimasi ini, sistem diharapkan dapat menjadi lebih

andal dan efisien, mendukung peternakan ayam yang lebih modern dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Akbar, "Sensor Gas Amonia Berbasis Polimer Konduktif Polianilina: Sebuah Review," vol. 3, pp. 1–8, 2022.
- [2] W. Lunardi and A. Fahrudin Husen, *Budi Daya Ayam Broiler*. Jakarta: Edu Farmers International Foundation, 2023.
- [3] P. Rahardjo, A. W. Wibowo, T. Pramuji, A. Mahda, and K. A. Winagih, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Controlling Kandang Ayam Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Android," *Orbith Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa dan Sos.*, vol. 19, no. 2, pp. 144–153, 2023.
- [4] A. W. Widodo, B. Fatkhurrozi, and Y. L. R. E. Nugrahini, "Rancang Bangun Wireless Sensor Network sebagai Sistem Monitoring Kadar Gas Amonia pada Peternakan Ayam Berbasis Lora," *ULIL ALBAB J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 887–898, 2023, [Online]. Available: <https://journal-nusantara.com/index.php/JIM/article/view/1233>
- [5] I. Sayekti, F. I. Baharudin, R. A. Putra, D. U. Damayanti, and W. A. Mabur, "Penerapan Teknologi Sistem Monitoring dan Pengendalian Kondisi kandang Ayam Berbasis IoT terhadap Gas Berbahaya pada Usaha Ayam Potong di Kelurahan Wonolopo Kecamatan Mijen Semarang," *Pros. Semin. Penelit. dan Pengabd. Masy. Polines*, vol. 3, no. 1, pp. 753–769, 2020.
- [6] Pendriadi, S. Meliala, M. A. Muthalib, and A. Bintoro, "Studi Kadar Gas Amonia Menggunakan Sensor Amonia Mq135 Menggunakan Spreadsheet Berbasis Internet of Thing (Iot)," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 2, pp. 75–84, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.2.75-84.
- [7] H. Supriyono, F. Suryawan, R. M. A. BastomI, and U. Bimantoro, "Sistem Monitoring Suhu dan Gas Amonia untuk Kandang Ayam Skala Kecil," vol. 9, no. 3, pp. 562–576, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i3.562.