

Integrasi Teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk Automasi dan Monitoring Lingkungan Peternakan Unggas

Ari Natanael Simaremare^{1*)}, Muhammad Dani Solihin²⁾, Joya Margaretha Siregar³⁾, Willis Martin Sitorus⁴⁾, Hisar Alexandra⁵⁾,
Muhammad Fajar Dwiandra⁶⁾, Khata Ersada Sinuraya⁷⁾

1, 2), 3), 4), 5), 6), 7) Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan
Deli Serdang, Sumatera Utara

*Corresponding author E-mail: arael24.5233530011@mhs.unimed.ac.id

ABSTRACT

Elevated ammonia concentrations, along with unstable temperature and humidity, pose significant hurdles in traditional poultry management. This study engineers an Internet of Things (IoT) monitoring framework designed for instantaneous environmental observation. Adopting the ADDIE development model, a functional prototype was synthesized using an ESP32 microcontroller, DHT22, and MQ-135 sensors, coupled with a relay-actuated exhaust system. Empirical testing on a group of 30 chickens, processed through quantitative descriptive analysis, confirms high system reliability. Environmental metrics are precisely visualized via OLED interfaces and the Blynk application. Notably, the automated exhaust mechanism triggers at NH3 levels exceeding 1.0 ppm, supplemented by immediate distress alerts via a Telegram BOT. This IoT-based architecture demonstrates profound efficacy in autonomous climate regulation, providing a robust solution for enhancing small to medium-scale poultry farm operations.

Keywords: Smart poultry farming, internet of things (IoT), ESP32 microcontroller, ammonia NH3 sensing, automated climate control.

ABSTRAK

Tingginya kadar amonia serta fluktuasi suhu dan kelembapan menjadi tantangan utama dalam manajemen kandang ayam secara konvensional. Studi ini merancang sebuah sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi pemantauan kondisi lingkungan secara real-time. Melalui pendekatan model ADDIE, dikembangkan prototipe fungsional yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dengan sensor DHT22 serta MQ-135 untuk menggerakkan exhaust fan via relay. Berdasarkan pengujian pada populasi 30 ekor ayam dengan analisis deskriptif kuantitatif, sistem menunjukkan stabilitas operasional yang tinggi. Data parameter lingkungan tersaji secara akurat pada panel OLED dan platform Blynk. Fitur otomasi exhaust fan terbukti teraktivasi secara presisi saat konsentrasi NH3 melampaui ambang batas 1.0 ppm, disertai pengiriman peringatan dini melalui Telegram BOT. Implementasi teknologi IoT ini menawarkan efektivitas dalam pengendalian iklim kandang, khususnya bagi sektor peternakan skala kecil dan menengah.

Kata Kunci: Automasi kandang, internet of things (IoT), mikrokontroler ESP32, gas amonia NH3, iklim mikro peternakan.

I. PENDAHULUAN

Saat ini, aktivitas peternakan menjadi salah satu bidang utama yang mendukung pemenuhan kebutuhan pangan manusia, terutama telur yang kaya protein. Namun demikian, saat ini sering terdengar bahwa aktivitas peternakan juga berkontribusi terhadap kerusakan lingkungan. Sesuai dengan SK Menteri Pertanian No. 237/1991 dan No. 752/1994, peternakan dengan skala populasi tertentu diwajibkan untuk melakukan upaya pengelolaan serta pemantauan dampak lingkungan. Mengingat kondisi tersebut, manajemen operasional peternakan wajib memprioritaskan variabel-variabel krusial, terutama yang berkaitan dengan stabilitas lingkungan mikro di dalam bangunan kandang. Kondisi kandang harus dijaga seoptimal mungkin sehingga ayam

berada dalam kondisi yang nyaman sesuai dengan umur pertumbuhannya [1].

Beberapa parameter lingkungan kandang yang perlu dioptimalkan dalam praktik peternakan adalah suhu udara, kelembaban relatif, serta konsentrasi amonia [2][3][4][5][6][7]. Ketiga ciri variabel yang disebutkan pada kalimat sebelumnya memiliki keterikatan yang jika tidak dikontrol dengan optimal akan menciptakan lingkungan yang tidak sehat atau tercemar [8]. Aroma tidak sedap menjadi salah satu konsekuensi lingkungan yang muncul dari aktivitas budidaya ayam. Munculnya bau tersebut utamanya dipicu oleh tingginya konsentrasi gas amonia di area peternakan.

Secara karakteristik, gas amonia memiliki sifat yang sangat peka terhadap deteksi indra penciuman manusia [8].

Gas amonia yang berasal dari kotoran ayam akan menyebabkan ayam sakit [9]. Pada konsentrasi yang tinggi amonia dapat menyebabkan iritasi membran mucosa saluran pernapasan, konjungtiva dan kornea mata [5][10]. Infeksi bakteri, khususnya *E. coli*, dapat dipicu oleh adanya kerusakan pada lapisan membran mukosa. Selain itu, paparan amonia dalam konsentrasi besar terbukti memberikan pengaruh buruk terhadap bobot tubuh, tingkat imunitas, serta daya tahan kesehatan ayam secara keseluruhan [11][12]. Upaya meminimalisir konsentrasi amonia sangat penting dilakukan guna menjaga produktivitas unggas tetap optimal. Agar kondisi ternak tetap kondusif, ambang batas aman untuk kadar amonia di area perkandangan sebaiknya berada pada rentang 15 hingga 20 ppm [5][13].

Kadar amonia pada kandang dapat dideteksi menggunakan alat amonia meter [14]. Pada pengontrolan gas amoniak secara tradisional bisa dilakukan dengan cara memanfaatkan kapur beserta tanaman polong polongan yang ditanam dipinggiran kandang. Seiring perkembangan teknologi, manajemen variabel lingkungan dalam kandang ayam kini mulai mengintegrasikan penggunaan sistem kipas angin atau *blower*. Implementasi teknologi ini memerlukan kalkulasi yang presisi terhadap berbagai aspek, mulai dari orientasi aliran udara dan kecepatannya, hingga proporsi volume bangunan terhadap kepadatan populasi ternak di dalamnya.

Saat berternak, mengontrol kadar amonia pada kandang yang dilakukan dengan cara konvensional atau tradisional seperti yang sudah dibahas sebelumnya pada dasarnya membutuhkan waktu dan lokasi yang mempunyai biaya tinggi [15]. Letak geografis peternakan yang saling berjauhan serta lokasinya yang terisolasi dari area perkotaan sering kali menghambat proses pengumpulan data secara cepat. Kondisi tersebut berdampak pada keterlambatan pengambilan keputusan manajerial karena jeda waktu yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan informasi dari berbagai lokasi.

Kondisi ini memicu kebutuhan akan sebuah mekanisme yang mampu mengintegrasikan pengawasan suhu, kelembapan, serta kadar amonia di kandang secara otomatis. Tantangan utamanya terletak pada penciptaan sistem yang efisien secara waktu namun tetap ekonomis dari sisi biaya operasional. Implementasi perangkat elektronik berbasis mikrokontroler telah merevolusi cara pemantauan gas di lingkungan, yang semula dilakukan secara konvensional menjadi otomatis. Penggunaan teknologi ini menghilangkan ketergantungan pada observasi manual, terutama untuk mengidentifikasi gas yang memiliki risiko mudah terbakar. Data hasil riset menunjukkan bahwa mekanisme otomatisasi ini tidak hanya unggul dalam hal akurasi sensorik, tetapi juga lebih efisien dalam pengarsipan data ke media penyimpanan digital.

Teknologi ini dikenal sebagai sistem tertanam (*embedded system*), yakni sebuah perangkat komputer dengan spesialisasi fungsi untuk menangani tugas-tugas spesifik. Karakteristik 'tertanam' menunjukkan bahwa sistem ini merupakan elemen integral yang menyatu dalam konstruksi perangkat yang lebih luas. Baik sebagai unit independen maupun bagian dari infrastruktur yang kompleks, sistem ini umumnya mengandalkan mikroprosesor atau mikrokontroler sebagai pusat kendalinya. Secara arsitektur, terdapat tiga elemen fundamental yang membangun sistem tertanam ini:

- a. Arsitektur perangkat keras;
- b. Instruksi perangkat lunak;
- c. *Real-Time Operating System (RTOS)*: Merupakan pengendali yang memastikan setiap tugas diproses tepat waktu untuk menghindari keterlambatan sistem (*latency*). Melalui standarisasi aturan eksekusi aplikasi, RTOS menjaga stabilitas performa perangkat. Perlu dicatat bahwa untuk sistem yang tidak kompleks, peran RTOS dapat digantikan oleh loop program sederhana tanpa harus menggunakan sistem operasi penuh.

Oleh karena itu, sistem tertanam dapat didefinisikan sebagai sistem berbasis mikrokontroler yang andal, dilengkapi perangkat lunak, dan dapat diakses secara *real-time* [16][17].

II. METODE

Pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE dipilih dalam studi ini karena efektivitasnya dalam memandu pengembangan teknologi IoT di sektor peternakan secara sistematis. Melalui tahapan yang terukur, kerangka kerja ini menjamin bahwa sistem pemantauan dan pengendalian cerdas yang dibangun memiliki keandalan tinggi serta hasil yang dapat dievaluasi pada setiap fasenya.

A. Prosedur Penelitian

Dalam mencapai tujuan riset, kerangka kerja ADDIE diadopsi sebagai panduan operasional yang terbagi ke dalam lima fase sistematis. Proses ini diawali dengan tahapan analisis kebutuhan, yang kemudian diikuti secara berurutan oleh kegiatan perancangan, fase konstruksi sistem, aplikasi di lapangan, serta diakhiri dengan tinjauan evaluatif secara menyeluruh. Berikut adalah penjelasan dari setiap tahapan:

1. Tahap analisis
 - a) Melakukan pengamatan awal pada kandang ayam yang menjadi lokasi penelitian untuk memahami kondisi yang ada.
 - b) Mengidentifikasi parameter lingkungan yang perlu dipantau, seperti suhu, kelembapan, dan kadar amonia, untuk menjaga kesehatan ayam.
 - c) Menganalisis infrastruktur yang tersedia di lokasi peternakan untuk menentukan kesesuaian dengan sistem yang akan dikembangkan.
 - d) Melakukan studi literatur mengenai standar lingkungan kandang yang optimal untuk ayam, guna memastikan bahwa sistem yang dirancang memenuhi kebutuhan tersebut.
 - e) Melakukan identifikasi dan seleksi terhadap teknologi *Internet of Things (IoT)* guna memastikan kesesuaian perangkat dengan spesifikasi sistem kontrol yang direncanakan.
2. Tahap desain
 - a) Merancang arsitektur sistem IoT yang akan digunakan untuk memantau dan mengendalikan kondisi kandang.
 - b) Mendesain tata letak sensor dan aktuator agar dapat dipasang dengan efektif di dalam kandang.

- c) Merancang sistem kontrol otomatis yang akan mengatur perangkat berdasarkan data yang diterima dari sensor.
 - d) Mendesain antarmuka pengguna (*dashboard monitoring*) yang intuitif untuk memudahkan peternak dalam memantau kondisi kandang.
 - e) Membuat diagram alur sistem untuk menggambarkan proses kerja sistem secara keseluruhan.
 - f) Merencanakan basis data untuk penyimpanan data sensor agar informasi dapat diakses dan dianalisis dengan mudah.
3. Tahap pengembangan
- a) Membuat purwarupa (*prototype*) sistem untuk menguji konsep yang telah dirancang.
 - b) Melakukan pemrograman pada mikrokontroler untuk mengatur fungsi sistem.
 - c) Mengembangkan sistem monitoring berbasis web atau *mobile* agar peternak dapat memantau kondisi kandang dari jarak jauh.
 - d) Mengintegrasikan sensor dan aktuator ke dalam sistem untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik.
 - e) Mengonfigurasi jaringan IoT agar sistem dapat terhubung dan berkomunikasi dengan perangkat lain.
 - f) Tahap ini mencakup validasi fungsional setiap komponen secara parsial guna menjamin performa masing-masing perangkat.
 - g) Melakukan *debugging* dan optimasi sistem untuk meningkatkan kinerja dan keandalan.
4. Tahap implementasi
- a) Menginstal sistem di kandang ayam untuk mulai beroperasi.
 - b) Melakukan kalibrasi sensor agar pengukuran yang dihasilkan akurat.
 - c) Menguji konektivitas sistem untuk memastikan semua perangkat terhubung dengan baik.
 - d) Memberikan pelatihan kepada peternak mengenai cara menggunakan sistem dengan efektif.
 - e) Mengumpulkan data operasional selama sistem berjalan untuk analisis lebih lanjut.
 - f) Melakukan supervisi performa sistem secara periodik guna menjamin operasionalitas tetap selaras dengan rancangan awal.
 - g) Mendokumentasikan proses implementasi untuk referensi di masa mendatang.
5. Tahap evaluasi
- a) Menganalisis data sensor yang terkumpul untuk mengevaluasi kinerja sistem.

- b) Melakukan evaluasi performa sistem untuk menentukan seberapa baik sistem memenuhi tujuan yang ditetapkan.
- c) Mengukur efektivitas pengendalian lingkungan yang dilakukan oleh sistem dibandingkan dengan metode tradisional.
- d) Melakukan perbandingan dengan metode pengendalian lingkungan yang sudah ada untuk menilai keunggulan sistem baru.

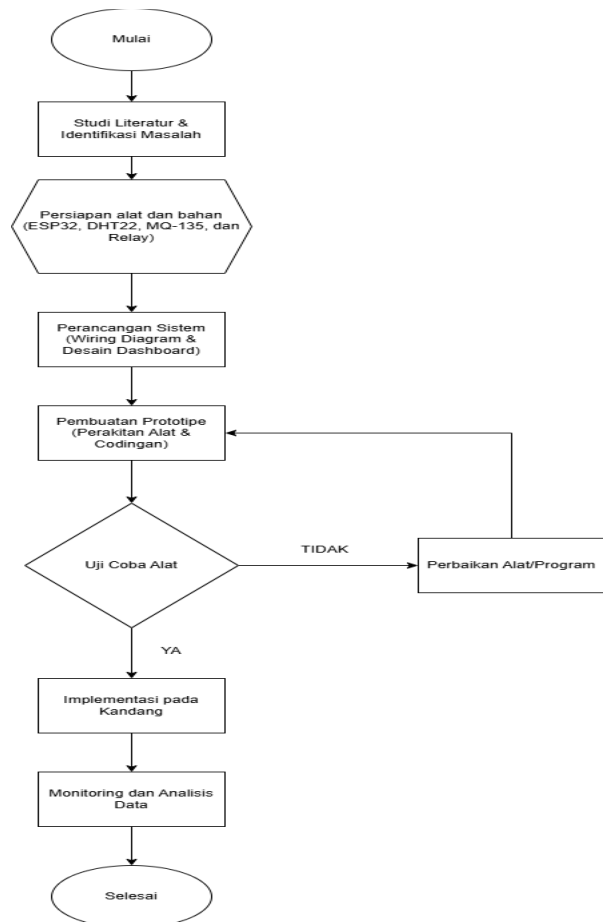
Mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan kinerja sistem di masa mendatang.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Fasilitas Laboratorium Konversi Energi pada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, FT Unimed, dipilih sebagai lokasi utama pelaksanaan riset ini. Sementara itu, untuk tahap pengujian fungsional dan kelayakan perangkat, dilakukan langsung pada fasilitas peternakan ayam milik R. Simaremare. Seluruh rangkaian proses riset ini diselesaikan dalam jangka waktu enam bulan, terhitung sejak Maret sampai Agustus 2025.

C. Prosedur Penelitian

Model ADDIE dipilih sebagai kerangka Research and Development (R&D) dalam studi ini. Prosedur riset dilakukan secara bertahap melalui fase analisis, perancangan, pengembangan, serta implementasi yang ditutup dengan evaluasi. Alur pengerjaan tersebut diilustrasikan secara mendetail pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

D. Populasi Sampel

- Populasi : Ayam ternak
- Jumlah Sampel : 30 ekor ayam
- Teknik Sampling : *Purposive sampling*

E. Instrumen Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, instrumen penelitian dirancang untuk mendukung pengembangan, pengujian, dan evaluasi sistem monitoring IoT. Instrumen ini mencakup alat validasi, alat pengumpulan data, dan teknik analisis data yang relevan untuk memastikan sistem yang dikembangkan valid, andal, dan efektif dalam mendukung pengelolaan kandang ayam.

1. Instrumen Validasi

- a) Lembar validasi ahli teknologi IoT
- b) Lembar validasi ahli antarmuka pengguna
- c) Lembar validasi desain sistem monitoring

2. Instrumen Pengumpulan Data

- a) Angket respon peternak
- b) Lembar observasi kegiatan penelitian
- c) Tes kompetensi penggunaan sistem
- d) Pedoman wawancara

F. Teknik Analisa Data

1. Analisis deskriptif kuantitatif

Proses akuisisi data dilakukan melalui sensor yang mengintegrasikan pengukuran suhu, kelembapan, serta konsentrasi amonia di dalam kandang. Dengan analisis deskriptif, kami akan menghitung nilai rata-rata, median, dan variasi dari data tersebut untuk mendapatkan gambaran umum tentang kondisi lingkungan kandang.

2. Analisis kelayakan sistem monitoring IoT

Analisis kelayakan sistem dilakukan untuk menilai kelayakan prototipe dari tiga perspektif. Secara teknis, akan dianalisis apakah semua komponen perangkat keras, mulai dari sensor DHT22 dan MQ-135 hingga ESP32, dapat berfungsi, terintegrasi, dan berkomunikasi dengan andal ke platform IoT. Secara operasional, dievaluasi kemudahan penggunaan sistem bagi peternak, termasuk kejelasan antarmuka pada aplikasi Blynk dan manfaat notifikasi Telegram. Terakhir, kelayakan ekonomi ditinjau secara deskriptif untuk membandingkan biaya implementasi prototipe dengan potensi manfaat dan penghematan operasional yang dihasilkan.

3. Analisis peningkatan efisiensi operasional

Analisis ini berfokus pada perbandingan kinerja sistem baru dengan metode pengelolaan tradisional. Efisiensi diukur dari penghematan waktu peternak, yang tidak lagi memerlukan pengecekan manual berkala berkat pemantauan *real-time* dan peringatan instan. Selain itu, diukur pula efisiensi sumber daya, terutama penghematan energi, karena *exhaust fan* hanya aktif secara otomatis ketika kadar amonia (NH₃) terdeteksi melampaui ambang batas 1.0 ppm. Analisis ini juga menilai efektivitas pengambilan keputusan, yaitu seberapa cepat peternak dapat merespons kondisi darurat berkat data akurat dan notifikasi yang cepat.

4. Perhitungan persentase validitas, reliabilitas, dan efektivitas sistem

Analisis data juga mencakup perhitungan kuantitatif untuk menilai kinerja sistem secara objektif. Persentase validitas dihitung untuk menentukan tingkat akurasi pembacaan sensor (DHT22 dan MQ-135) dibandingkan dengan alat ukur standar. Persentase reliabilitas digunakan untuk mengukur stabilitas dan konsistensi sistem selama operasi, seperti tingkat keberhasilan pengiriman data atau kemampuan koneksi ulang otomatis. Terakhir, persentase efektivitas dihitung untuk menilai tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi utamanya, misalnya, seberapa sering relay berhasil mengaktifkan *exhaust fan* secara tepat ketika kadar NH₃ terdeteksi melebihi ambang batas.

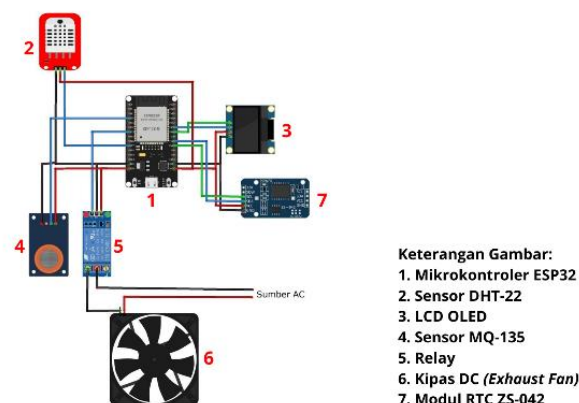
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil riset dan observasi lapangan di lokasi penelitian, peternak unggas menghadapi permasalahan utama berupa penurunan hasil ternak yang disebabkan oleh tingginya kadar amonia di lingkungan kandang ayam. Kondisi ini diperparah oleh kurangnya respons peternak terhadap situasi tersebut, seperti keterbatasan ketersediaan alat pencegah amonia dan ketidaktepatan waktu dalam melakukan tindakan pencegahan.

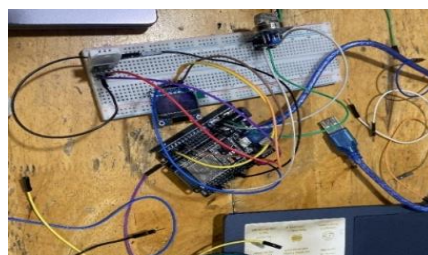
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, tim peneliti merancang sebuah alat/ *prototipe monitoring* yang disesuaikan dengan kebutuhan peternak serta kondisi lingkungan kandang dan kesehatan ayam. Alat ini akan diuji dan dianalisis lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam mendukung pengendalian kadar amonia dan meningkatkan produktivitas peternakan.

A. Hasil Perancangan Prototipe

Perancangan prototipe dilandaskan dengan skema rangkaian yang didesain pada awal pengerjaan dengan menggunakan semua bahan yang juga sudah direncanakan pada anggaran. Berikut diagram atau skema rangkaian alat (prototipe):



Gambar 2. Skema rangkaian awal



Gambar 3. Perakitan prototipe tampak dari atas

Setelah skema rangkaian pada Gambar 2 dibuat, penginstalasian *prototipe* dilakukan dengan menyesuaikan dengan rancangan skema rangkaian.

Data hasil pembacaan sensor tidak hanya dipresentasikan secara *real-time* melalui layar OLED, tetapi juga ditransmisikan ke *platform Blynk* dengan memanfaatkan jaringan Wi-Fi untuk kendali jarak jauh. Apabila terdeteksi konsentrasi amonia yang melampaui ambang batas, modul relay akan segera mengaktifkan *exhaust fan* sebagai langkah otomatisasi untuk menstabilkan kembali kualitas udara kandang.

B. Hasil Pengujian Prototipe

Selanjutnya dilakukan pemantauan prototipe terhadap kandang ayam yang telah beroperasi sesuai dengan fungsi yang dirancang.



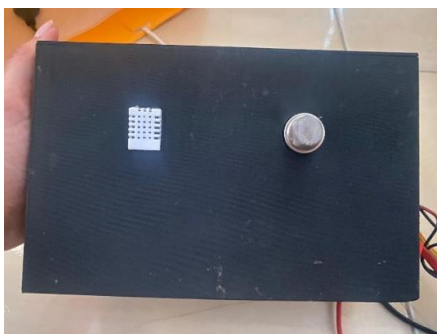
Gambar 4. Pengujian *prototipe* yang sudah diimplementasikan pada kandang ayam

ESP32 mengintegrasikan pembacaan sensor DHT22 dan MQ-135 guna memantau suhu, kelembapan, serta amonia. Informasi tersebut disajikan secara instan melalui panel OLED, dasbor Blynk, dan layanan pesan Telegram.

C. Hasil Pembacaan Sensor DHT22

Sensor DHT22 mampu mengukur suhu dan kelembapan secara *real-time*, dengan data ditampilkan pada layar OLED dan dikirimkan ke aplikasi Blynk melalui perintah yang telah ditentukan. Berikut perintah yang digunakan:

```
cpp
Copy code
Blynk.virtualWrite(V2, suhu);
Blynk.virtualWrite(V3, kelembaban);
```



Gambar 5. Sensor DHT-22 dan MQ-135 pada *case prototipe*

Kemudian sensor MQ-135 membaca nilai analog, kemudian dikonversikan menjadi kadar gas NH₃ (amonia) dalam satuan "ppm". Berikut perintah yang digunakan:

```
cpp
Copy code
Float ppm = 116.6020682 * pow (ratio, -2.769034857);
```

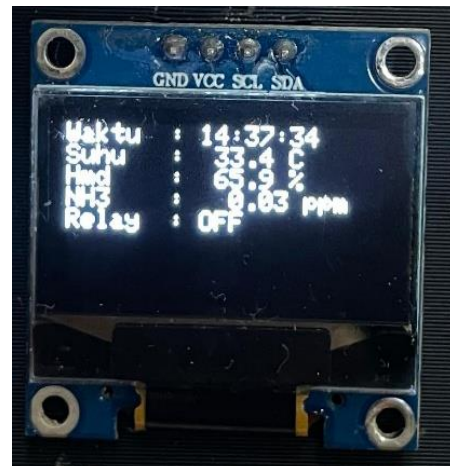
Nilai NH₃ ditampilkan di OLED dan *Blynk*:

```
cpp
Copy code
Blynk.virtualWrite(V0, nh3_ppm);
```

D. Hasil Tampilan LCD OLED

Data suhu, kelembapan, NH₃, dan status relay ditampilkan di OLED dengan format:

```
yaml
Copy code
Waktu: 17:00:22
Suhu: 35.9 C
Hmd: 67.3 %
NH3: 5.01 ppm
Relay: ON
```



Gambar 6. Tampilan LCD OLED pada *prototipe*

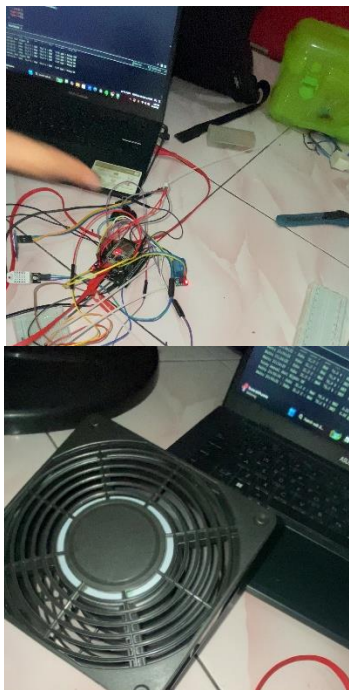
Kode Tampilan Oled:

```
cpp
Copy code
display.printf("Waktu      :      %02d:%02d:%02d\n",
now.hour(),
now.minute(), now.second());
display.printf("Suhu : %5.1f C\n", suhu);
display.printf("Hmd : %5.1f %%\n", kelembaban);

display.printf("NH3 : %6.2f ppm\n", nh3_ppm);
display.print("Relay : %s\n", digitalRead(RELAY_PIN)
==
LOW? "ON ":"OFF");
```

E. Hasil Otomatisasi Exhaust Fan (Relay)

Relay dioperasikan secara otomatis berdasarkan kadar NH₃. Apabila kadar NH₃ melebihi 1.0 ppm, relay akan aktif (LOW), sehingga mengaktifkan kipas *exhaust*.



Gambar 7. Pengujian *exhaust fan* (relay) yang bekerja pada saat kadar NH₃ dan suhu kandang naik

Berikut perintahnya:

```
cpp
Copy code
if (relayManual == 1 || nh3_ppm > 1.0){
digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); //
Relay ON
}
```

Sebaliknya, jika NH₃ < 1.0 ppm dan relay manual tidak aktif, kipas mati:

```
cpp
Copy code
else {digitalWrite (RELAY_PIN, HIGH); //
Relay OFF}
```

F. Hasil Pengujian dengan Integrasi Blynk

Antarmuka pengguna (UI) aplikasi Blynk untuk proyek ini ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut. Tampilan ini mempresentasikan data real-time dari sensor yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32.



Gambar 8. *Interface* dari aplikasi *Blynk*

Pengiriman data pada aplikasi ini menggunakan perintah sebagai berikut:

```
Cpp
Copy code
Blynk.virtualWrite(V0, nh3_ppm);
Blynk.virtualWrite(V0, suhu);
Blynk.virtualWrite(V0, kelembapan);
```

G. Hasil Pengujian dengan Telegram BOT

Integrasi notifikasi pada sistem ini memanfaatkan aplikasi Telegram melalui akun BOT khusus bernama 'STUDENTGRANTBOT'. BOT tersebut berupa notifikasi yang menampilkan data real-time dari sensor yang terhubung ke mikrokontroler ESP32.



Gambar 9. Notifikasi dari BOT Telegram

Berikut adalah rekapitulasi peringatan kadar gas NH₃ (amonia) yang diambil dari tangkapan layar notifikasi bot Telegram "STUDENTGRANTBOT"

TABEL 1. REKAP NOTIFIKASI BOT TELEGRAM

Tanggal	Waktu	Kadar NH ₃ (ppm)	Status
Juni 27	18:51	1.44	Peringatan Terkirim
Juni 27	18:51	33.43	Peringatan Terkirim
Juni 28	09:42	1.21	Peringatan Terkirim
Juni 28	09:42	2.25	Peringatan Terkirim
Juni 28	09:44	1.71	Peringatan Terkirim
Juni 28	09:47	1.26	Peringatan Terkirim
Juni 30	14:32	2.99	Peringatan Terkirim
Juni 30	15:04	69.67	Peringatan Terkirim
Juni 30	15:07	20.83	Peringatan Terkirim
Juni 30	15:07	6.15	Peringatan Terkirim

Keterangan:

1. Ambang batas NH₃ ditentukan > 1.0 ppm.
2. Bot Telegram secara otomatis mengirim peringatan ke pengguna saat nilai NH₃ melampaui ambang tersebut.
3. Nilai 69.67 ppm merupakan deteksi tertinggi dan tergolong berbahaya bagi kesehatan ayam, memerlukan tindakan segera.

Notifikasi dari bot telegram tersebut dikirim melalui kode program berikut:

```

Cpp
Copy code
If (! pesanTer kirim && nh3_ppm > 1.0)
{ kirimPesanTelegram ("⚠ PERINGATAN! Kadar NH3
tinggi: " + String (nh3_ppm, 2) + " ppm");
pesanTer kirim = true;
}

```

H. Pembahasan

Sistem monitoring ini terbukti stabil dan efektif dalam mengintegrasikan berbagai komponen termasuk ESP32, sensor DHT22 (suhu/kelembapan), MQ-135 (amonia), dan RTC DS3231 untuk memantau parameter lingkungan kandang secara akurat dan real-time. Fungsi utama sistem adalah pengendalian otomatis kipas *exhaust* melalui *relay*, yang dirancang untuk aktif secara otomatis ketika kadar amonia (NH₃) melampaui ambang batas aman 1.0 ppm. Sistem ini menawarkan fleksibilitas pemantauan melalui tampilan lokal pada layar OLED serta kendali jarak jauh berbasis aplikasi Blynk sebagai antarmuka utamanya. Selain itu, fitur notifikasi peringatan instan melalui bot Telegram "STUDENTGRANTBOT" saat kadar amonia tinggi memungkinkan peternak mengambil tindakan cepat, menjadikan sistem ini solusi yang andal dan sinkron untuk peternakan skala kecil hingga menengah.

Luaran utama yang dicapai adalah validasi kinerja prototipe melalui pengujian data faktual, yang difokuskan pada waktu-waktu kritis (pukul 14:00 dan 17:00) saat suhu dan amonia cenderung meningkat. Data pengujian mengonfirmasi bahwa sistem bekerja sesuai rancangan: *relay* kipas *exhaust* tetap nonaktif (*off*) ketika kadar amonia terpantau sangat rendah (misalnya 0.03 ppm), dan terbukti berhasil aktif (*on*) secara otomatis ketika kadar amonia terdeteksi melonjak melampaui ambang batas 1.0 ppm (misalnya mencapai 5.01 ppm). Hasil pengujian ini menunjukkan keberhasilan fungsional prototipe dalam merespons kondisi lingkungan secara otomatis untuk menjaga kualitas udara kandang.

TABEL 2. DATA PENGUJIAN PROTOTIPE

REAL-TIME	SUHU	HUMADITY	NH3 AMONIA	RELAY
14:42:28	33.7°C	72.6%	0.03 ppm	off
14:43:32	33.7°C	72.8%	0.04 ppm	off
14:43:34	33.7°C	72.9 %	0.02 ppm	off
14:43:38	33.7°C	72.9 %	0.03 ppm	off
17:00:20	35.9°C	67.3 %	5.01 ppm	on
17:00:22	35.9°C	67.3 %	4.49 ppm	on

17:00:28	35.9°C	67.3 %	1.00 ppm	off
17:00:30	35.9°C	67.3 %	0.55 ppm	on
17:00:36	35.9°C	67.4 %	1.02 ppm	off
17:04:07	35.6°C	67.4 %	5.17 ppm	on
17:04:09	35.6°C	67.3 %	6.15 ppm	on

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyajikan hasil pengembangan sistem monitoring kandang ayam berbasis IoT yang fungsional dan stabil. Temuan utama menunjukkan bahwa sistem ini berhasil memantau parameter krusial—suhu, kelembapan, dan kadar gas amonia (NH₃)—secara *real-time*. Secara spesifik, sistem terbukti mampu memberikan respons otomatis secara efektif, dengan mengaktifkan kipas *exhaust* melalui relay ketika kadar NH₃ terdeteksi melampaui ambang batas aman 1.0 ppm. Implikasi praktis dari temuan ini adalah peningkatan efisiensi pengelolaan kandang; melalui monitoring jarak jauh via aplikasi Blynk dan notifikasi peringatan instan via Telegram BOT, peternak dapat merespons perubahan kondisi lingkungan dengan cepat. Kontribusi ini berpotensi meningkatkan kesejahteraan ternak dan produktivitas pada peternakan skala kecil hingga menengah.

Di samping itu, keterbatasan penelitian ini diakui, terutama pada pengujian yang masih terbatas pada skala kecil dan desain perangkat keras yang memerlukan penyempurnaan lebih lanjut untuk meningkatkan durabilitas terhadap kondisi lingkungan kandang yang ekstrem, seperti kelembapan tinggi dan paparan debu. Terakhir, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk melakukan uji implementasi pada skala peternakan yang lebih besar guna memvalidasi kinerja sistem. Pengembangan mendatang disarankan untuk mengintegrasikan penyimpanan *cloud* guna analisis tren, serta penerapan kecerdasan buatan (AI) untuk sistem peringatan dini kondisi kandang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan atas bimbingan dan dukungan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Konversi Energi yang telah menyediakan fasilitas penelitian, serta kepada rekan-rekan tim atas kerja sama dan dedikasinya dalam pengembangan sistem. Penulis turut berterima kasih kepada R. Simaremare atas izin penggunaan kandang sebagai lokasi uji coba. Dukungan dari berbagai pihak telah membantu terselesainya penelitian "*Sistem Pemantauan Kandang Ayam Pintar Berbasis Internet of Things (IoT)*" ini dengan baik.

REFERENSI

- [1] R. Nur Ariefin dan Suryanto, "Sistem Monitoring Kualitas Udara, Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 4, no. 2, hal. 117–123, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno>
- [2] T. Hadyanto dan M. F. Amrullah, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis Internet of Things," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.33365/jtst.v3i2.2179.
- [3] M. Rizky, H. Noviandi, dan S. T. Herwandi, "Implementasi Metode PID Pada Sistem Kontrol Gas Amonia Dalam Prototype Kandang Ayam Berbasis IoT," *J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, hal. 89–98, 2024.
- [4] M. I. Nari, A. Budiprasojo, dan N. Muhamad, "Sosialisasi Penggunaan Portabel Alat Pemantauan Suhu, Kelembaban dan Gas Ammonia Kandang Ayam Broiler Pada UKM Peternakan Hasanah," hal. 741–747, 2025.

- [5] T. Susilo dan F. David, "Sistem Pemantauan Gas Berbahaya Pada Peternakan Ayam Berbasis Internet of Things," *IT-Explore J. Penerapan Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 2, no. 3, hal. 247–257, 2023, doi: 10.24246/itexplore.v2i3.2023.pp247-257.
- [6] A. K. Nalendra, M. Mujiono, dan A. Widigdyo, "PIM Sistem Kontrol Suhu dan Gas Amonia pada Kandang Ayam berbasis Internet of Things di Mitra CV. Bintang Timur Farm," *J. ABDINUS J. Pengabdian Nasant.*, vol. 6, no. 3, hal. 850–858, 2022, doi: 10.29407/ja.v6i3.18484.
- [7] B. Kusumo, "Simulasi Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ayam Dan Monitoring Suhu Kandang," *J. Syst. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 2, hal. 192–203, 2024, doi: 10.61628/jsce.v5i2.1278.
- [8] R. N. Wakidah, S. Z. N. Haq, Y. A. Andrianto, dan A. M. Damayanti, "Pemodelan Sistem Monitoring dan Kontrol Kadar Gas Amonia pada Kandang Ayam sebagai Upaya Meningkatkan Kesehatan dan Kualitas," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 5, no. 1, hal. 22–31, 2024, doi: 10.24036/jtein.v5i1.579.
- [9] A. A. G. Angga Dwipradipta, I. K. J. Dwija Ary Putra, I. P. Ardana, dan I. G. A. P. Raka Agung, "Rancang Bangun Smart Closed House Pada Peternakan Ayam Broiler," *J. SPEKTRUM*, vol. 11, no. 1, hal. 1, 2024, doi: 10.24843/spektrum.2024.v11.i01.p1.
- [10] Y. I. Mukti, F. Rahmadayanti, dan D. T. U. Diti, "A Smart Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 5, no. 1, hal. 77–84, 2021, doi: 10.29303/jcosine.v5i1.399.
- [11] R. A. S. C. Anindya dkk., "Desain Sistem Otomasi Kendali Suhu dan Penerangan untuk Peternakan Ayam Closed House," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 24, no. 1, hal. 31–40, 2025, doi: 10.32409/jikstik.24.1.3682.
- [12] F. Hendro Mustianto, A. Tafrikhatin, dan A. Tiara Wulandari, "JURNAL JASATEC Journal Of Students of Automotive, Electronic and Computer Rancang Bangun Pengatur Suhu Kandang Ayam Otomatis Menggunakan Sensor DHT22 Berbasis Wemos D1 R32 Dengan Keluaran Berupa LCD Dan Notifikasi Telegram Diterbitkan oleh Politeknik Pika," *J. Students Automotive, Electron. Comput.*, vol. 2, no. 1, hal. 9–19, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.politeknik-kebumen.ac.id/index.php/jasatec:fauzan.mustianto20@gmail.com:https://doi.org/10.37339/jasatec.v2i1.1237Diterima:15/06/2023%7CDirevisi:16/06/2023%7CDisetujui:17/06/2023>
- [13] J. D. Susatyo dan Y. Fitrianto, "Sistem Monitoring Kualitas Udara dan Otomatisasi Pemberian Pakan Ayam Berbasis IoT," *Krea-TIF*, vol. 9, no. 2, hal. 1, 2021, doi: 10.32832/kreatif.v9i2.5650.
- [14] I. Fitra Ramadhan, M. I. Bustami, dan W. Riyadi, "Perancangan Smart System Ternak Ayam berbasis IoT menggunakan Arduino UNO," *J. Inform. Dan Rekayasa Komputer(JAKAKOM)*, vol. 3, no. 1, hal. 511–521, 2023, doi: 10.33998/jakakom.2023.3.1.814.
- [15] A. H. Aini, Y. Saragih, dan R. Hidayat, "Rancang Bangun Smart System Pada Kandang Ayam Menggunakan Mikrokontroler," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 7, no. 1, hal. 27–35, 2022, doi: 10.30869/jtptg.v7i1.909.
- [16] Samsuddin, D. Satria, dan M. K. Reza, "Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android Menggunakan Media Wireless," *Aceh J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 1, hal. 29–32, 2024, doi: 10.55616/ajeetech.v4i1.803.
- [17] Samsuddin, D. Satria, E. Azwar, dan D. Ronaldo, "Sistem Kendali Listrik di Ruang Kerja Berbasis Aplikasi Blynk," *Aceh J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 2, hal. 9–13, 2023, doi: 10.55616/ajeetech.v3i2.663.