

## Teknologi Cerdas Untuk Pengendali Polusi Udara Pada Peternakan Ayam

### *Smart Technology for Air Pollution Control on Chicken Poultry Farm*

Noviardi<sup>\*1</sup>, Rosda Syelly<sup>2</sup>, Michael Pranata<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Komputer, STT Payakumbuh, Sumatera Barat, Indonesia

\*Penulis Korespondensi

Email: noviardi217905@gmail.com

**Abstrak.** Polusi udara di lingkungan sekitar peternakan ayam menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia, khususnya bagi pekerja dan masyarakat yang bermukim di area tersebut. Faktor utama penyebab buruknya polusi adalah tingginya kadar ammonia ( $\text{NH}_3$ ), karbon monoksida (CO) dan Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Tingginya konsentrasi ammonia berbanding lurus dengan tingginya kelembaban udara disekitar limbah kotoran ayam (feces) yang menimbulkan bau busuk yang menyengat. Untuk itu diperlukan kajian yang komprehensif untuk memonitoring dan mengontrol kualitas udara di area tersebut agar kualitas udara tidak mengganggu aktifitas manusia di sekitar. Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi alat monitoring polusi udara berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor MQ-135, untuk pengukuran konsentrasi polusi udara pada kandang ayam. Alat ini dikembangkan dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk mengakuisisi data dari sensor dan mentransmisikannya secara nirkabel melalui jaringan internet. Pengiriman data dilakukan ke *platform Thing speak* sebagai server pengolahan dan penyimpanan data sensor. Pengguna dapat memantau kualitas udara secara real-time melalui antarmuka web. Dengan mengukur konsentrasi ammonia ( $\text{NH}_3$ ), Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), Benzena, karbon monoksida (CO), Alcohol, gas belerang ( $\text{H}_2\text{S}$ ), alat ini memberikan informasi penting terkait tingkat polusi udara yang dapat berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan. Hasil eksperimen menunjukkan keefektifan alat dalam menyediakan data yang dapat digunakan untuk pemantauan dan manajemen kualitas udara. Implementasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pemahaman dan pengendalian polusi udara pada kandang ayam sesuai dengan SK Dirjen Peternakan No: 774/KPTS/DEPTAN/1982 dan Kepmen LH No: 50 Tahun 1996.

**Kata kunci:** *IoT, NodeMCU, MQ135, Kandang ayam*

**Abstract.** Air pollution in the environment around chicken farms has a negative impact on human health, especially for workers and people who live in the area. The main factors causing bad pollution are high levels of ammonia ( $\text{NH}_3$ ), carbon monoxide (CO) and carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ). The high concentration of ammonia is proportional to the high humidity of the air around chicken waste (feces), which causes a strong, foul odor. For this reason, a comprehensive study is needed to monitor and control the air quality in the area so that the air quality does not interfere with human activities in the area. This research discusses the design and implementation of an *Internet of Things* (IoT) based air pollution monitoring tool using the MQ-135 sensor, for measuring air pollution concentrations in chicken coops. This tool was developed using a NodeMCU ESP8266 to acquire data from sensors and transmit it wirelessly via the internet network. Data is sent to the *Thing Speak* platform as a sensor data processing and storage server. Users can monitor air quality in real-time via a web interface. By measuring the concentration of ammonia ( $\text{NH}_3$ ), carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), benzene, carbon monoxide (CO),

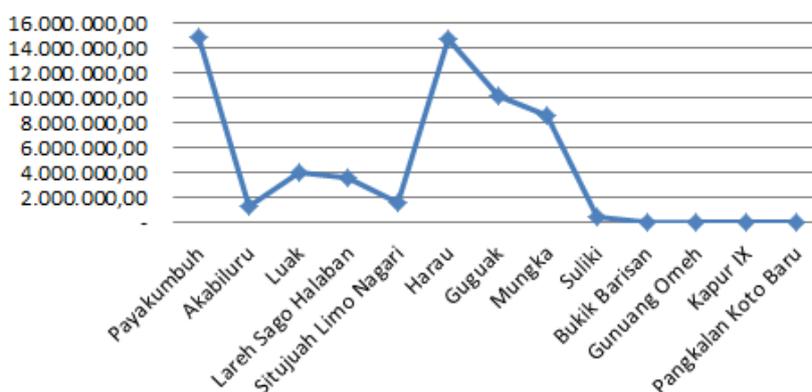
*alcohol, sulfur gas (H<sub>2</sub>S), this tool provides important information regarding the level of air pollution which can have an impact on human health and the environment. The experimental results demonstrate the effectiveness of the tool in providing data that can be used for air quality monitoring and management. It is hoped that this implementation can contribute to efforts to understand and control air pollution in chicken coops in accordance with the Decree of the Director General of Animal Husbandry No: 774/KPTS/DEPTAN/1982 and Indonesian Ministerial Decree of Environment No: 50 of 1996.*

**Keywords:** *IoT, NodeMCU, MQ135, Poultry house*

## 1. Pendahuluan

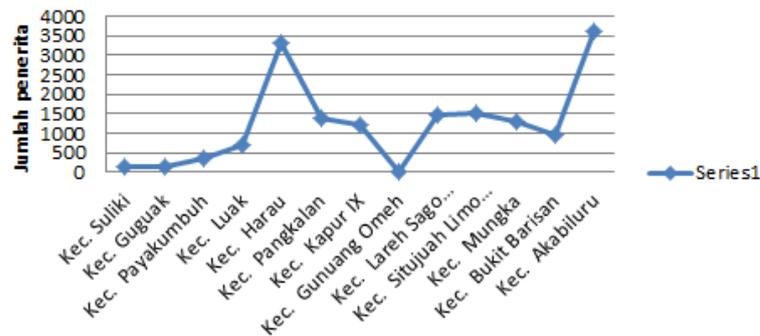
Polusi udara merupakan masalah lingkungan yang semakin meningkat di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Polusi udara dapat mempengaruhi kualitas udara yang dihirup oleh manusia, hewan, dan tumbuhan, serta berdampak pada kesehatan dan lingkungan. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO), setiap tahunnya terdapat sekitar 4,2 juta kematian akibat polusi udara. Di Indonesia, masalah polusi udara semakin meningkat dengan adanya aktivitas industri, transportasi, dan pembakaran sampah yang tidak terkontrol. Salah satu aktifitas masyarakat yang ikut menyumbangkan polusi udara adalah peternakan ayam. Menurut BPS Khususnya di kabupaten limapuluh kota, provinsi sumatera barat yang merupakan sentra kawasan peternakan ayam terbesar dengan populasi 8,9 juta ayam petelur dan 12,7 juta ayam pedaging. Kondisi ini cukup memberikan dampak terhadap buruknya kualitas udara dikawasan peternakan tersebut. Juga menurut data di akses pada open data limapuluh kota, dinas kesehatannya merilis jumlah penderita ISPA setiap tahun pada angka 16130 pasien. Jika dibandingkan dengan data jumlah populasi dan produksi telur disetiap kecamatan maka di kawasan sentra peternakan ayam dengan populasi tinggi terjadi lonjakan penderita ISPA pada kecamatan harau seperti table dibawah ini :

**Data Sentra Produksi Telur Ayam  
Kabupaten Limapuluh Kota Tahun 2021**



Gambar 1. Grafik Kawasan Sentra Produksi Telur di Kab. Limapuluh Kota

## Penderita ispa Kab Limapuluh Kota Tahun 2021



Gambar 2. Grafik Sebaran Penderita Infeksi Saluran Pernapasan di Kab Limapuluh Kota

Meningkatnya jumlah kotoran ayam di kawasan peternakan menyebabkan tingginya gas ammonia yang memperburuk kualitas udara (Murad et al., 2022), Gas ammonia ( $\text{NH}_3$ ) yang tidak seimbang di udara akan berdampak pada kesehatan manusia (Burhanuddin Nur et al., 2022). Konsentrasi Gas Amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang direkomendasikan oleh Kepmen LH Nomor 50 Tahun 1996 adalah 2,00 ppm. Untuk itu laju polusi gas ammonia di udara sekitar kawasan peternakan perlu dimonitoring dan di kendalikan dengan teknologi cerdas internet of things, yang dapat memudahkan monitoring kualitas udara secara *real-time* dan dapat diakses melalui platform *online*. IoT adalah teknologi yang menghubungkan perangkat elektronik dan internet sehingga dapat berinteraksi dan berkomunikasi satu sama lain. Dengan menggunakan IoT, alat monitoring polusi udara dapat mengumpulkan dan menyimpan data pengukuran secara otomatis, dan secara cerdas dapat diperintahkan untuk membuat keputusan dalam mengendalikan laju penyebaran gas ammonia pada kandang ayam dengan rekayasa kimia penyemprotan asap cair (liquid smoke) seperti yang dikemukakan oleh (Yosi & Sandi, 2014), bahwa liquid smoke dapat mengikat sebaran ammonia ( $\text{NH}_3$ ) di udara. Selain itu kondisi Ph pada kotoran ayam di bawah kandang juga mempengaruhi penyebaran ammonia ( $\text{NH}_3$ ) seperti dikemukakan oleh (Swelum et al., 2021), untuk itu perlu PH perlu ditingkatkan secara otomatis dengan perlakuan penyemprotan otomatis PH cair pada limbah kotoran ayam tersebut.

Dengan Teknologi cerdas yang telah diteliti oleh (Burhanuddin Nur et al., 2022) sebagai alat monitoring Gas ammonia ( $\text{NH}_3$ ) pada industri pengolahan udang, dimana penggunaan sensor MQ135 yang di jadikan sebagai pengoleksi dan pedeteksi gas yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan data monitoring ditampilkan dengan LCD. Selain itu (Nur Ariefin, 2023) telah memanfaatkan NodeMcu sebagai mikrokontroler dengan platform IoT yang bekerja otomatis mengendalikan kelembapan, dimana tingginya kelembapan dan suhu yang rendah dapat meningkatkan jumlah gas Amonia di udara. Memanfaatkan blower sebagai pengendali suhu dan kelembapan kandang secara otomatis merupakan inti dari penelitiannya, sehingga suhu dan kelembapan ideal untuk untuk kandang ayam terjaga dengan baik yaitu pada angka  $36^\circ\text{C}$  sampai dengan  $34^\circ\text{C}$ , sedangkan kelembapan terjaga diantara 50% sampai dengan 70% (Arifin et al., 2018) dan (Masriwilaga et al., 2019) Untuk nilai  $\text{NH}_3$  yang normal bagi kegiatan manusia disekitar kandang adalah pada rentang nilai 0 – 5 ppm, sedangkan pada kandang ayam 10 ppm masih dalam rentang nilai yang tidak membahayakan, sedangkan menurut (K.Othman et al., 2019) kadar ammonia didalam kandang ayam tidak boleh lebih dari 15 ppm. Sedangkan menurut

Brian Alfian Maulidan, 2023, pemerintah melalui SK Mentan No. 237/1991 dan SK Mentan No. 752/1994 mengatur bahwa usaha peternakan dengan populasi tertentu perlu dilengkapi dengan pengelolaan dan pemantauan lingkungan. Kondisi yang dituntut oleh aturan tersebut masih belum optimal, sehingga perlu dilakukan kajian untuk mencari solusi sesuai dengan amanat dari kementerian pertanian tersebut, sehingga kualitas udara ideal disekitar kandang ayam dapat diwujudkan.

## 2. Bahan dan Metode

Dalam penelitian ini dibutuhkan sensor MQ135 sebagai pendeteksi kualitas udara dilingkungan peternakan. Sensor MQ135 bekerja pada tegangan input 5V DC (Burhanuddin Nur et al., 2022). Sensor MQ135 mampu mendeteksi parameter ammonia (NH<sub>3</sub>), Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), Benzena, karbon monoksida (CO), Alcohol, gas belerang (H<sub>2</sub>S) dan lain-lain. Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang memiliki konduktivitas rendah jika berada diudara bersih. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas. Untuk mengkonversi terhadap kepekatan gas, sensor ini memerlukan suatu sirkuit listrik tambahan. Kelebihan dari sensor ini adalah memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida, Benzena) dalam berbagai konsentrasi, Masa aktif yang lama, dan membutuhkan biaya yang lebih rendah. Sensor ini termasuk jenis sensor TGS (*Taguchi Gas Sensor*).

Karakteristik dari jenis sensor ini adalah jika dalam posisi bekerja mendeteksi suhu gas, maka tegangan sensor akan turun. Sebagai contoh jika resistansi sensor (RS) pada saat terdapat gas Hydrogen adalah 1KW dan resistansi sensor (RS) pada saat udara bersih adalah 10KW maka:

$$R_{gas} = \frac{1000\Omega}{10000\Omega} = 0.1$$

Dari perhitungan diatas serta menurut jika  $R_{gas}/R_{air}=0.1$  maka konsentrasi gas Hydrogen pada udara adalah pada sekitar 100ppm (Syahputra Novelan M, 2020).



Gambar 3. Sensor MQ-135

Untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dibutuhkan sensor DHT11 yang juga bekerja pada tegangan input 5 Volt DC, seperti yang dikemukakan oleh (Masriwilaga et al., 2019) rentang suhu dan kelembaban yang mampu dideteksi adalah 0 – 50° C dengan toleransi dan akurasi 2°C, sedangkan kelembaban 20% sampai dengan 95% dengan toleransi akurasi 5%.

Untuk memproses data yang telah di koleksi oleh sensor-sensor dibutuhkan mikrokontroler berbasis IoT untuk mengolah data sehingga dapat mengambil suatu rekayasa keputusan yang cerdas. NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras

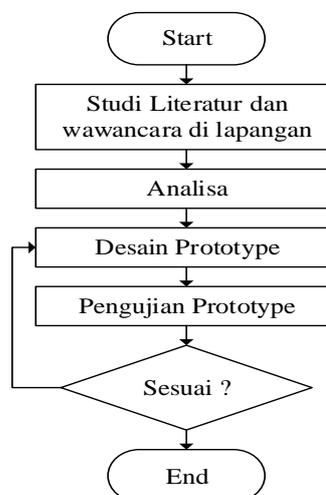
development kit. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. Dalam seri tutorial ESP8266 embeddednesia pernah membahas bagaimana memprogram ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik wiring serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan sebagai kabel data dan kabel charging smartphone Android (Wijayanti, 2022).



Gambar 4. Mikontroler ESP8266

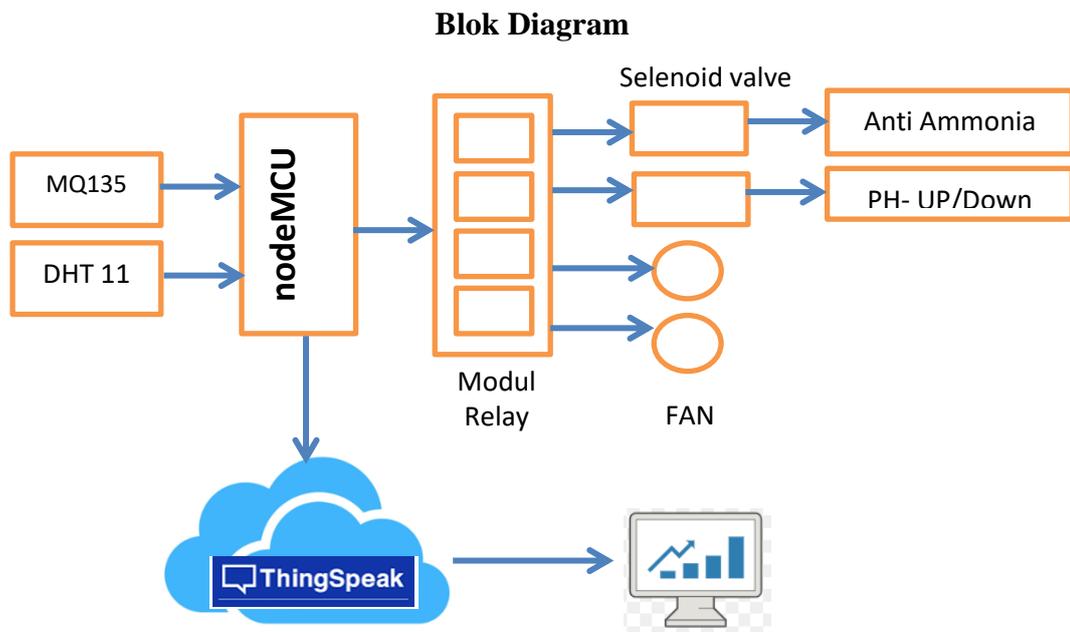
Sebagai perangkat penting dalam penerapan *Internet Of Thing* dibutuhkan platform yang dapat dimanfaatkan untuk menampung dan memanipulasi serta menampilkan data sesuai dengan yang dibutuhkan (Laksmna *et al.*, 2022). Visualisasi data diperlukan untuk melihat perkembangan realtime data yang dimonitoring. *Thing Speak* adalah platform *open source Internet of Things* (IoT) aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari hal menggunakan protokol HTTP melalui Internet atau melalui Local Area Network. *ThingSpeak* memungkinkan pembuatan aplikasi sensor logging, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan update status. *ThingSpeak* awalnya diluncurkan oleh *ioBridge* pada tahun 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi IoT. *ThingSpeak* telah terintegrasi dukungan dari numerik komputasi perangkat lunak *MATLAB* dari *MathWorks* (Rao *et al.*, 2023) yang memungkinkan pengguna untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan *Matlab* tanpa memerlukan pembelian lisensi *Matlab* dari *MathWorks*

Metode penelitian ini menggunakan metode prototype ekperimental dengan pendekatan kualitatif yang secara garis besarnya memiliki 5 tahapan (Noviardi; Firman Maulana, 2022) yaitu perencanaan, Analisa kebutuhan, Desain, perancangan prototype, dan pengujian serta testing. Prototype dibuat dengan merancang bangun kendali kualitas udara menggunakan NodeMcu esp8266 dan *thingspeak* IoT Platform. Adapun alur penelitian ini adalah :



Gambar 5 Alur Penelitian

Tahap perencanaan merupakan dasar bagi kelancaran penelitian. Proses dimulai dengan mengidentifikasi tujuan utama penelitian, yang dalam konteks ini adalah untuk mengembangkan alat pemantauan polusi udara berbasis IoT dengan kemampuan deteksi polusi melalui penggunaan sensor gas MQ-135. Rincian tentang parameter kualitas udara lingkungan atau ruangan yang akan dimonitor juga dijelaskan untuk konteks yang lebih jelas. Selanjutnya desain blok diagram dan prototype dengan rancang bangun hardware dan software, pegujian dititik beratkan pada konektifitas setiap blok rangkaian dan konsentrasi kualitas udara dengan sensor MQ35 juga parameter suhu dan kelembaban yang menitik beratkan pada sensor DHT 11.

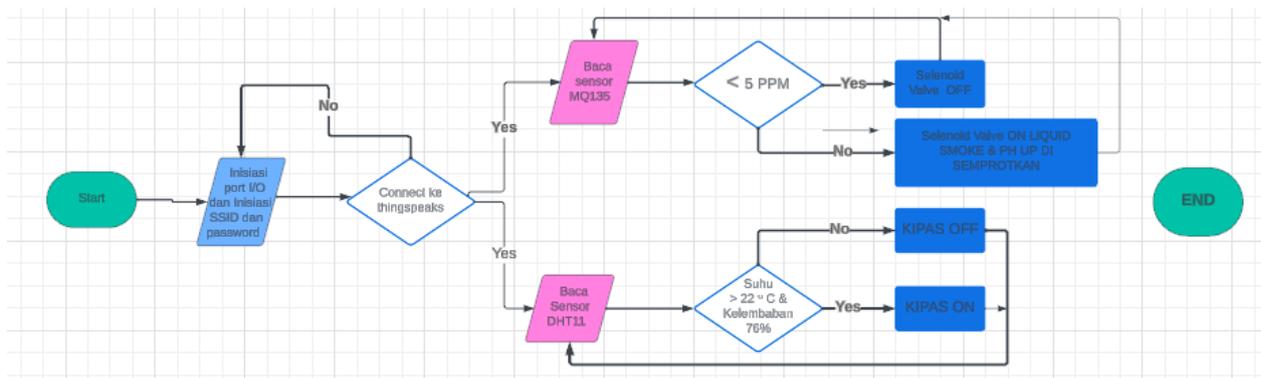


Gambar 6 Blok Diagram

Sebagai *input device* dua buah sensor terpasang untuk mendeteksi konsentrasi gas berbahaya disekitar kandang ayam maka dipasang sensor MQ135, selanjutnya sensor DHT 11 digunakan untuk memonitoring suhu dan kelembaban kandang ayam, terutama tempat pembuangan feces ayam.

Data yang diperoleh oleh kedua sensor tersebut diatas diteruskan ke perangkat NodeMCu sebagai mikrokontroler (*device process*). NodeMCu mengolah data yang dibutuhkan untuk rekayasa perangkat output sesuai dengan kebutuhan. NodeMCu juga terkoneksi dengan platform *Thingspeak*, untuk menampilkan data dan menyimpan data.

Modul relay sebagai preangkat output, digunakan untuk menggerakkan solenoid valve yang dimanfaatkan untuk mengatur penyemprotan Liquid smoke dan cairan PH UP/Down. Kipas atau Fan juga dimanfaatkan sebagai mengatur sirkulasi udara dibawah kandang untuk menjaga kelembaban dan suhu yang ideal. Berikut dibawah ini dapat dilihat flowchart kerja sistem

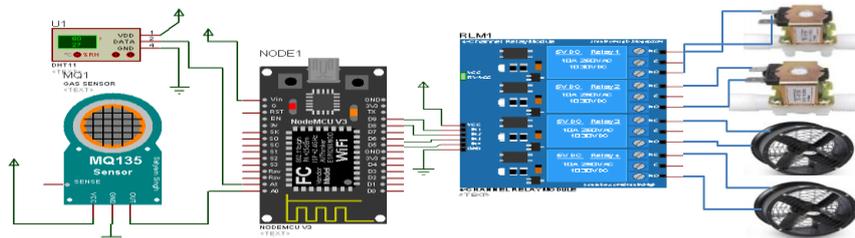


Gambar 7 Flowchart Sistem

### 3. Hasil dan Pembahasan

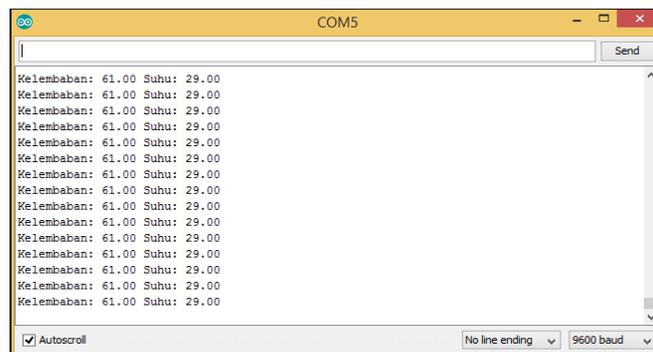
Bagian ini memberikan ringkasan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari implementasi dan pengujian prototipe alat pemantauan polusi udara berbasis IoT dengan menggunakan ESP8266 dan sensor gas MQ-135. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kelayakan dan efektivitas alat dalam mengukur serta memantau tingkat kualitas udara dalam ruangan secara real-time. Sensor MQ-135 dapat bekerja dengan cara menghubungkan pin VCC yaitu arus positif ke pin 3V, GND yaitu arus negatif pada pin ground, dan pin A0 ke pin A0 pada kaki pin ESP8266. Sensor MQ-135 dirancang khusus untuk mendeteksi beberapa jenis gas yang dapat mempengaruhi kualitas udara, termasuk CO<sub>2</sub>, amonia (NH<sub>3</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan gas-gas organik lainnya. Cara kerja sensor MQ-135 berdasarkan perubahan resistansi pada elemen sensitifnya ketika terpapar gas-gas tertentu.

Rangkaian keseluruhannya :



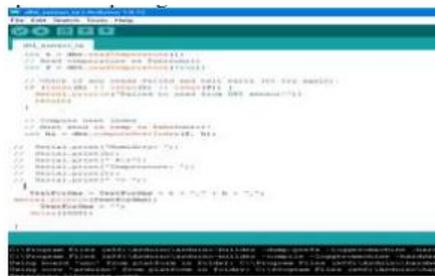
Gambar 8 Rangkaian Keseluruhannya

Dalam pengujian keseluruhan alat, dilakukan pengujian koneksi modul DHT 11 dengan menggunakan software arduino IDE (*Integrated Development environment*), jika sketch yang ditulis tidak ada error, maka bisa kita lihat hasil pengujian dengan tampilan serial monitor pada arduino IDE seperti dibawah ini :

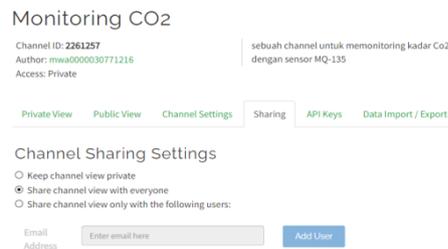


Gambar 9 Hasil Uji koneksi modul sensor DHT 11

Selanjutnya pengujian koneksi modul NodeMCU dengan Access Point, juga menggunakan Arduino IDE. Jika koneksi sudah benar, maka dapat dilihat pada gambar dibawah ini, tidak terdapat eror pada sketch dan koneksi SSID dan password yang ada pada Access point. Selanjutnya pengujian koneksi dengan *Thingspeak* dengan menginputkan API Key yang akan di gunakan pada pemograman Arduino IDE untuk diupload ke dalam NodeMCU ESP8266 seperti: `String apiKey = "3SKF3LHF734WYIDH";`



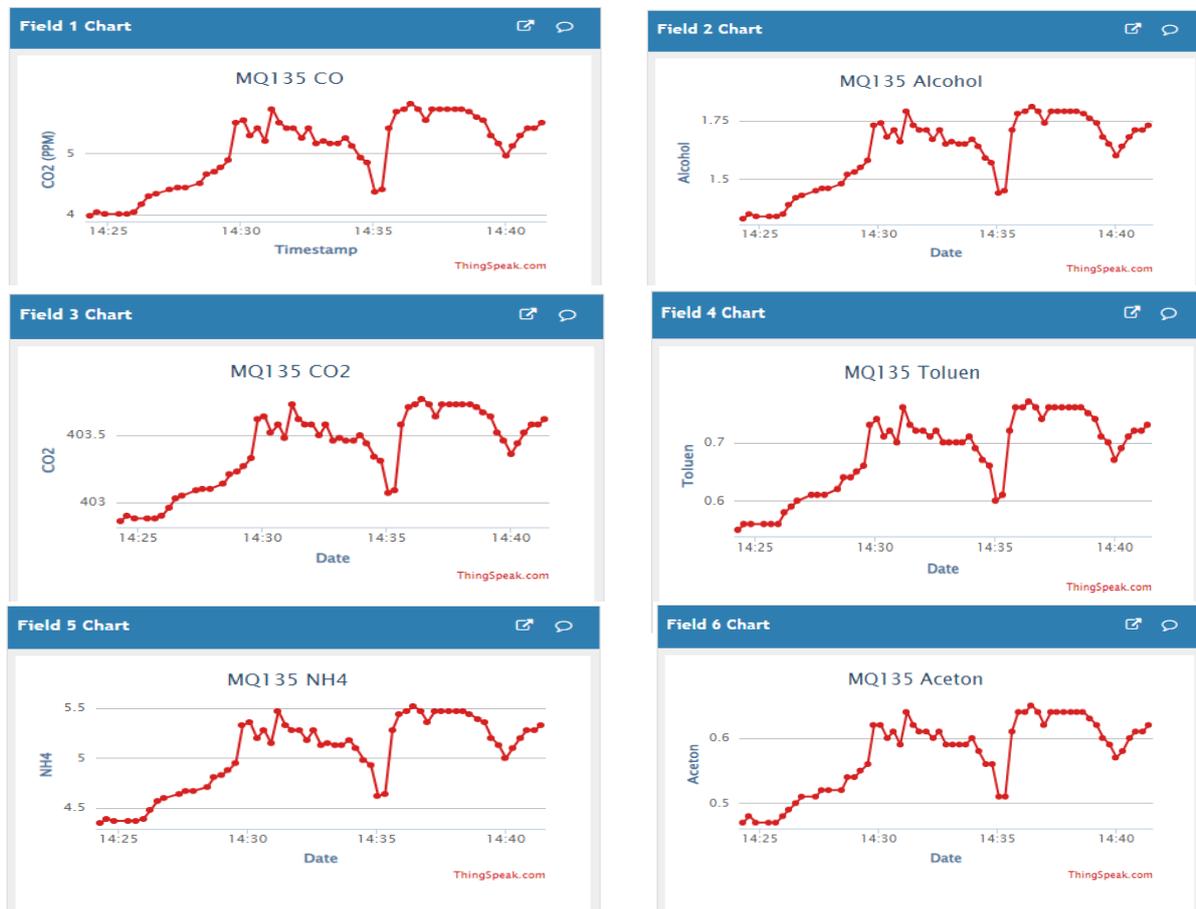
(a)



(b)

Gambar 10. (a) Koneksi Node MCU ke Access Point. (b) Koneksi *Thingspeaks*

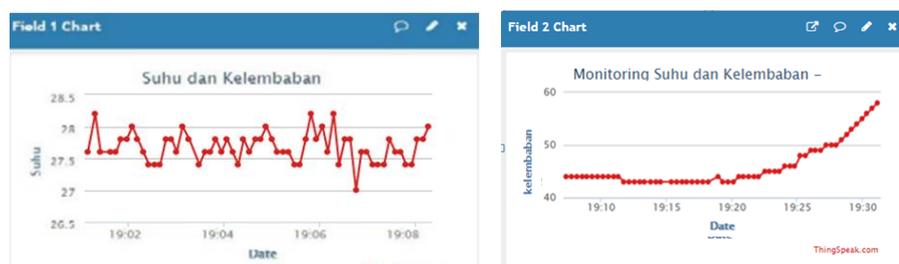
Hasil Pengujian pengukuran konsentrasi gas di udara dan data hasil pembacaan sensor ditampilkan pada *thingspeaks*. Data yang ditampilkan adalah CO (Karbon Monoksida), Alcohol, CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksida), Toluen, NH<sub>3</sub>(Amonia), NH<sub>4</sub> dan Aceton, sebagaimana dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 11 Hasil Uji dan tampilan Nilai Sensor MQ135 dengan Thingspeak

Nilai ammonia dari pembacaan sensor MQ135 berada pada nilai maksimum 5,5 ppm dan nilai minimum 3,00 ppm, nilai ini tidak melebihi baku mutu sebagaimana yang disampaikan oleh (K.Othman et al., 2019).

#### Hasil Pengujian sensor DHT 11 dengan thingspeak



Gambar 12 Hasil uji dan tampilan Nilai Sensor DHT11

Dari pengujian Sensor DHT 11 yang menampilkan nilai suhu pada peternakan ayam, diperoleh nilai suhu minimum yaitu 27°C dan nilai maksimum 28°C, kondisi ini menunjukkan keadaan normal yang sesuai dengan *SK Dirjen Peternakan No: 774/KPTS/DEPTAN/1982*, sedangkan kelembaban berada pada rentang nilai minimum 40% dan maksimum 60%. Dari penelitian yang dilakukan oleh (Supriono et al., 2021), nilai suhu yang diperoleh antara 28°C sd 30°C. inilah kondisi ideal bagi kandang ayam, sedangkan kelembaban berada pada nilai 60% (Noviardi; Firman Maulana, 2022)

#### 4. Kesimpulan

Dalam rangkaian penelitian ini, dapat dikembangkan prototipe alat pemantauan polusi udara berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor gas MQ-135. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman mendalam tentang kemampuan prototipe ini dalam mendeteksi konsentrasi kualitas udara dalam suatu lingkungan. Prototipe yang dibangun berhasil dalam mengukur konsentrasi gas ammonia (NH<sub>3</sub>), Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), Benzena, karbon monoksida (CO), Alkohol, gas belerang (H<sub>2</sub>S) pada kandang ayam yang dikendalikan dengan perlakuan penyemprotan otomatis *liquid smoke* dan Ph cair. Dari hasil pengamatan, kualitas udara yang ditampilkan pada *Thingspeaks* menunjukkan kualitas udara yang normal, dalam kondisi baik untuk kesehatan manusia, sesuai dengan rekomendasi Kepmen LH No: 50 tahun 1996 sedangkan suhu dan kelembaban juga berada pada nilai rekomendasi pada *SK Dirjen Peternakan No: 774/KPTS/DEPTAN/1982*

Pemanasan awal pada sensor MQ-135 diperlukan untuk memastikan hasil yang stabil dan akurat. Peningkatan Ph pada kotoran ayam dapat menurunkan kadar ammonia yang menyebabkan bau busuk. Selain itu perlakuan penyemprotan *Liquid smoke* juga mengurangi bau busuk pada kotoran ayam.

#### Daftar Pustaka

- Arifin, M. N., Hannats, M., Ichsan, H., & Akbar, S. R. (2018). Monitoring Kadar Gas Berbahaya Pada Kandang Ayam Dengan Menggunakan Protokol HTTP Dan ESP8266. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(11), 4600–4606. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/3020>
- Brian Alfian Maulidan, B. A. M. (2023). Perancangan Dan Pembuatan Filter Amonia Pada Kandang Ayam Semiclose House. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(3), 398–

405. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i3.3674>

- Burhanuddin Nur, Untung Suryadhianto, & Charis Fathul Hadi. (2022). Sistem Pendeteksi Gas Amonia (Nh<sub>3</sub>) Untuk Keamanan Ruang Produksi Pada Industri Pengolahan Udang Berbasis Arduino. *Journal Zetroem*, 4(1), 18–22. <https://doi.org/10.36526/ztr.v4i1.1901>
- K.Othman, J., R. Mahmood, J., & Y. A. Al- Emarah, G. (2019). Design and Implementation of Smart Relay based Remote Monitoring and Controlling of Ammonia in Poultry Houses. *International Journal of Computer Applications*, 103(8), 13–18. <https://doi.org/10.5120/18093-9149>
- Laksmiana, I., Jingga, T. Z., Febrina, W., Khomarudin, A. N., Putri, E. E., Nazli, R., & Novita, R. (2022). Teknologi Internet Of Things (IoT) dan Hidroponik. Goresan Pena.
- Masriwilaga, A. A., Al-hadi, T. A. J. M., Subagja, A., & Septiana, S. (2019). Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things (IoT). *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1641>
- Murad, R. F., Almasir, G., Harahap, C. R., Komputer, T., Indonesia, U. T., Ratu, L., Lampung, B., Elektro, T., Teknik, F., & Lampung, U. (2022). *Pendeteksi Gas Amonia Untuk Pembesaran Anak Ayam*. 3(1), 49–52.
- Noviardi; Firman Maulana. (2022). PERANCANGAN SISTEM PENGATUR SUHU DAN KELEMBABAN. *Jurnal Simtika Universitas DharmasRaya Indonesia*, 4(1), 14–20.
- Nur Ariefin, R. (2023). Sistem Monitoring Kualitas Udara, Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things. *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 5(2), 117–123. <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno>
- Rao, N. D. P., Priya, E. S., Haneef, S., Sowmya, K., Chowdary, U. A., & Sushmita, U. (2023). ThingSpeak an IOT Application and Analytics System for GNSS with MATLAB Analysis. *International Journal of Innovative Research in Engineering and Management*, 10(3), 189–192. <https://doi.org/10.55524/ijirem.2023.10.3.28>
- Supriono, H., Suryawan, F., Bastomi, R. M. A., & Bimantoro, U. (2021). Sistem Monitoring Suhu dan Gas Amonia untuk Kandang Ayam Skala Kecil. *Elkomka Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(3), 562. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i3.562>
- Swelum, A. A., El-Saadony, M. T., Abd El-Hack, M. E., Abo Ghanima, M. M., Shukry, M., Alhotan, R. A., Hussein, E. O. S., Suliman, G. M., Ba-Awadh, H., Ammari, A. A., Taha, A. E., & El-Tarabily, K. A. (2021). Ammonia emissions in poultry houses and microbial nitrification as a promising reduction strategy. *Science of the Total Environment*, 781(2), 146978. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146978>
- Yosi, F., & Sandi, S. (2014). Meat quality, blood profile, and fecal ammonia concentration of broiler supplemented with liquid smoke. *Media Peternakan*, 37(3), 169–174. <https://doi.org/10.5398/medpet.2014.37.3.169>