IT-EXPLORE
Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi
ISSN 2828-7940, e-ISSN 2829-1727
Volume 02 Nomor 03 Tahun 2023

SISTEM PEMANTAUAN GAS BERBAHAYA PADA PETERNAKAN AYAM BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Tedi Susilo Kristian[1], Felix David[2]

[1] PT. Indonesia Comnet Plus, SBU Regional Jawa Bagian Tengah
Jl. Setia Budi No. 96 Srondol Kulon Banyumanik, Semarang 50263
[2] Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Dr. O. Notohamidjodjo No. 1-10, Blotongan, Salatiga, Jawa Tengah 50715
Email : tedikristian41 @gmail.com[1], felix.david@uksw.edu[2]

Riwayat artikel:
Submitted: 13-06-2023 *Revised: 29-10-2023* *Published: 30-10-2023*

Abstrak **–** Latar belakang penelitian ini adalah adanya kebutuhan para peternak akan adanya sistem pemantauan gas berbahaya untuk kandang peternakan ayam. Setiap harinya ayam mengeluarkan kotoran 0.1 kg/hari untuk setiap satu ekor ayam yang jika menumpuk dan tidak didaur ulang akan menyebabkan polusi udara, serta terbentuknya gas berbahaya yaitu amonia dan metana. Gas amonia yang berlebihan dapat mempengaruhi kesehatan ayam dan juga manusia di sekitarnya. Sedangkan gas metana dapat mencemari udara serta merupakan salah satu gas rumah kaca. Dengan kondisi tersebut diperlukan sistem monitoring kondisi udara agar tidak kadar kedua gas berbahaya tersebut tidak berlebihan. Penelitian ini mengusulkan pemantauan gas berbahaya tersebut menggunakan sensor dan berbasis *Internet of Things* (IoT). Tujuannya agar peternak dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh dengan menggunakan perangkat *smart phone*. Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor MQ-4 untuk deteksi metana, sensor MQ-135 untuk deteksi amonia dan ESP8266 sebagai *microcontroller* untuk perangkat IoT. Hasil penelitian ini dapat membantu peternak untuk menjaga kualitas udara di lingkungan kandang peternakan ayam yang dikelolanya.

Kata Kunci **–** *Internet of Things* (IoT), deteksi amonia, deteksi metana, gas berbahaya.

Abstract **–** *The background to this research is the need for farmers to have a dangerous gas monitoring system for chicken farming cages. Every day chickens excrete 0.1 kg of feces/day for each chicken, which if it accumulates and is not recycled will cause air pollution, as well as the formation of dangerous gases, namely ammonia and methane. Excessive ammonia gas can affect the health of chickens and the people around them. Meanwhile, methane gas can pollute the air and is a greenhouse gas. Under these conditions, an air condition monitoring system is needed so that the levels of these two dangerous gases are not excessive. This research proposes monitoring these dangerous gases using sensors and based on the Internet of Things (IoT). The aim is for farmers to be able to monitor remotely using smart phone devices. The devices used in this research are the MQ-4 sensor for methane detection, the MQ-135 sensor for ammonia detection and the ESP8266 as*

a microcontroller for IoT devices. The results of this research can help farmers to maintain air quality in the chicken farm environment they manage..

Keywords – *Internet of Things (IoT), ammonia detection, methane detection, harmful gases.*

I. PENDAHULUAN

Para peternak ayam sering kali menghadapi masalah dalam proses budidaya ayam, yaitu adanya pencemaran udara yang disebabkan oleh kotoran ayam itu sendiri. Setiap harinya ayam akan mengeluarkan kotoran 0.1 kg/hari untuk setiap satu ekor ayam [1]. Kotoran ayam yang menumpuk dan tidak didaur ulang menjadi pupuk akan menyebabkan polusi udara di sekitar petenakan itu, dan akan menghasilkan gas Amonia (NH3) dan gas Metana (CH4) [2]. Selain kotoran ayam, suhu ruangan dan kelembaban udara di dalam kandang juga merupakan faktor utama dari terbentuknan gas Amonia dan gas Metana. Konsentrasi tinggi gas Amonia dapat mengganggu kesehatan ayam, iritasi mata, saluran pernapasan, dan gangguan lainnya. Sedangkan gas Metana dapat mencemari udara serta merupakan salah satu gas rumah kaca. Pemantauan Metana juga penting untuk mengoptimalkan manajemen pakan dan pemeliharaan ternak. Tingkat produksi Metana dapat menjadi indikator efisiensi pakan dan pencernaan ayam. Pengukuran gas Metana yang akurat dapat membantu peternak mengurangi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim

Dengan demikian, pemantauan Amonia dan Metana yang teratur dan rutin merupakan upaya yang sangat penting untuk dilakukan. Oleh karena itu perlu dikembangkan sistem monitoring gas berbahaya untuk membantu para peternak ayam dalam menanggulangi pencemaran udara yang diakibatkan gas Amonia dan gas Metana. Agar pemantauan bisa dilakukan dari jarak jauh menggunakan *smartphone*, maka pengembangan dilakukan dengan menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT). Sistem pemantauan memungkinkan peternak untuk mengambil tindakan preventif atau evakuasi jika konsentrasi gas mencapai tingkat yang berbahaya. Pemantauan gas Amonia dan Metana juga dapat membantu peternak untuk mengidentifikasi masalah lingkungan yang dapat mempengaruhi produktivitas dan efisiensi produksi. Dengan mengontrol dan mengurangi tingkat gas berbahaya, maka peternak dapat memastikan kondisi lingkungan yang lebih sehat dan baik untuk pertumbuhan serta perkembangan ayam, yang pada gilirannya dapat meningkatkan hasil panen [3, 4].

Penelitian ini menggunakan perangkat *Internet of Things* yang terdiri dari beberapa sensor dan juga peralatan *microcontroler.* Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor MQ-4 untuk melakukan deteksi gas Metana, serta sensor MQ-135 untuk melakukan deteksi gas amonia. Sensor MQ-4 didesain khusus untuk mendeteksi keberadaan gas metana dan memberikan peringatan saat konsentrasinya melebihi batas aman. Sensor MQ-4 menggunakan prinsip kerja resistansi gas. Saat gas target seperti metana atau LPG ada di sekitar sensor, resistansi sensor akan berubah. Perubahan resistansi ini digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang ada. Ketika konsentrasi gas mencapai ambang batas tertentu, sensor akan memberikan keluaran analog atau digital yang dapat digunakan untuk memicu alarm atau tindakan lainnya. Demikian juga dengan sensor MQ-135 yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas Amonia yang melebihi ambang batas.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Peneliti Terdahulu

Penelitian yang di lakukan Arifin et al [3] mengembangkan sistem pemantauan kondisi udara terutama terhadap gas Amonia dan Metana. Sistem yang dibangun menggunakan Arduino Uno R3, modul wifi ESP8266 dan sensor gas. Monitoring datanya dilakukan dengan menggunakan sistem IoT serta data dari gas yang terdeteksi dapat diamati melalui website. Sistem ini medeteksi kondisi gas Amonia di atas 30ppm, dan metana 1500ppm. Jika sensor mendeteksi kondisi dibawah data tersebut maka alat akan secara otomatis mengaktikan mode tidur. Hasil yang di dapat dari alat ini menunjukan bawa aliran data ke website *ThingSpeak* memiliki nilai *delay* 11,25 – 12,71 per detik, dengan waktu *delay* minimal 6 detik, dan maksimumnya 16 detik.

Selanjutnya penelitian Heriawan et al [5] menggunakan alat MQ-137 untuk mendeteksi Amonia. Untuk mikrokontroler menggunakan ATMega 8535, LCD, blower, dan M1632 untuk output. Kontrol kadar amonia dilakukan dalam bentuk pengaturan perubahan udara di dalam ruangan. Bila konsentrasi amonia di dalam ruangan yang diukur lebih besar dari 5ppm, maka blower akan otomatis dihidupkan dengan kecepatan konstan untuk menggantikan udara dalam ruangan. Sebaliknya jika kandungan amonia tinggi, maka *blower* akan berhenti atau tidak menyala.

Penelitian beriktnya adalah yang dilakukan oleh Marten [6] menggunakan sensor DHT-11 dalam memonitoring suhu dan kelembaban kandang ayam. Mikrokontrolernya menggunakan Arduino Mega. *Heater* sebagai *actuator* untuk menaikan suhu, untuk meningkatakan kelembaban menggunakan *spray gun*, dan untuk menurunkan suhu ruangan menggunakan *blower*. Cara kerja dari alat ini yaitu saat suhu ataupun kelembaban ruangan tidak sesuai dengan nilai standart, maka DHT-11 akan menampilkan data monitoring dan menyalakan *heater, spray gun*, atau *blower* sesuai dengan kondisi yang dirancang. Dengan sistem tersebut, maka diharapkan kandang akan selalu dalam keadaan stabil. Untuk setiap harinya alat ini akan mengontrol keadaan suhu dan kelembaban kandang sebanyak 2 kali, yaitu waktu jam 3 sore dan jam 7 malam.

2.2. Peternakan Ayam dan Gas Berbahaya

Penelitian dari Patiyandela [2] menyebutkan bahwa kandang ayam yang tidak dibersihkan secara rutin dan terdavatnya kotoran ayam yang menumpuk merupakan salah satu faktor utama dari terbentuknya gas berbahaya seperti Amonia dan Metana. Hal tersebut akan menyebabkan pencemaran udara. Menurut Arifin [3], pencemaran udara yang disebabkan gas berbahaya tersebut dapat mengakibatkan penurunan produksi serta menghambat laju pertumbuhan ternak. Pencemaran udara juga menyebabkan munculnya banyak penyakit dan virus di sekitar area peternakan. Jika gas berbahaya yang terbentuk pada peternakan ayam ini terpapar ke manusia, maka akan berdampak buruk untuk kesehatan seperti timbulnya gangguan pernafasan dan sebagainya.

Gas Amonia merupakan senyawa korosif, yang berdampak pada kesehatan. Gas Amonia yang terdapat pada peternakan ayam dapat mengakibatkan penurunan produksi telur, memunculkan virus pada ternak, serta dapat menyebabkan kematian pada ayam. Bahkan jika gas ini melebihi batas ppm (*parts per million*) dapat mengancam jiwa manusia [2,3]. Kadar Amonia diatas 50 dapat menyebabkan kesulitan bernafas, nyeri dada, dan menyebabkan kematian.

Tabel 1. Kadar Amonia

Kadar Amonia (ppm)	Akibat pada ayam
15-20	Aman
25-30	Iritasi pada mata dan saluran pernapasan
>30	Infeksi penyakit dan gangguan produksi telur
40	Penurunan nafsu makan
50	Pertumbuhan turun sampai 7%

Tabel 1 menunjukkan kadar Aminia dan akibatnya bagi ternak ayam. Sedangkan gas Metana (CH4) merupakan salah satu penyebab pemanasan global. Pada peternakan ayam, setiap ekor ayam menghasilkan 13 mg gas Metana setiap harinya, atau setara dengan 0,78 kg selama 60 hari. Hal tersebut membuat produksi gas Metana meningkat yang pada peternakan ayam di sebabkan karena suhu dan kelembaban kendang [7,8].

2.5. Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan proses pengukuran terhadap sebuah kondisi, melakukan pengumpulan data, pencatatan hal penting serta memberikan informasi yang valid dalam mengambil keputusan [9]. Sementara William Travers Jerome [10] melakukan monitoring dan membagi menjadi beberapa kelompok sebagai berikut.

1) Memantau dalam implementasi program sesuai spesifikasi bertujuan untuk meningkatkan dan mengurangi biaya implementasi.
2) Keamanan terhadap pengawasan untuk melindungi data dari pencurian, pemborosan, dan penyalahgunaan dari data yang diberikan.
3) Menentukan kesesuaian kualitas hasil dengan kepentingan merupakan pemantauan yang harus dilakukan.
4) Pemantauan yang dilakukan untuk dapat mengetahui pendelegasian wewenang dan tugas yang dilaukan pegawai.
5) Mengukur kinerja pelaksanaan tugas yang dilakukan harus sesuai dengan prosedur.
6) Monitoring untuk mengetahui perencanaan program dan ketepan tugas setiap karyawan.
7) Monitoring untuk mengetahui program yang disesuaikan dengan sumber daya yang dimiliki organisasi atau Lembaga.
8) Monitoring untuk menambahkan motivasi pelasanaan untuk partisipasinya.

Sistem monitoring dimulai dari proses pengumpulan data pemantauan. Proses pengumpulan data berasal dari banyak sumber, yang di kumpulkan merupakan data nyata dan juga harus jelas. Berikutnya adalah melakukan pemantauan proses analisis data serta memantau proses tampilan hasil. Proses tersebut berlangsung secara terus menerus dan berulang, sesuai dengan waktu tertentu untuk setiap prosesnya.

2.6. *Internet of Things* dan Sensor Gas

Menurut ITU-T Y.2060 [10], *Internet of Things* (IoT) dapat didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan berbagai teknologi dan implikasi sosial. Dari perspektif teknis, IoT dapat difungsikan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, dan memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi baik secara fisik dan virtual berdasarkan pada yang telah ada dan perkembangan informasi serta teknologi komunikasi (ICT). Sedangkan Burange [11] menyebutkan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah struktur dimana terdapat sebuah objek yang disediakan dengan identitas eksklusif, memiliki kemampuan mengirimkan data ke tujuan secara kontinu.

Untuk dapat mengambil data dari sebuah obyek, dibutuhkan sebuah sensor [12]. Sensor tersebut adalah sensor kimia yang dapat membaca dan memantau adanya kualitas udara di sekitar sensor tersebut. Sensor Gas Metana MQ-4 terbentuk dari gas alam yang terkompresi atau *Compressed Natural Gas* (CNG) yang mengandung Metana. Dengan demikian sensor gas ini dapat mendeteksi adanya gas metana yang berada di sekitarnya dan mampu mendeteksi konsentrasi gas pada rentang 200ppm-10.000ppm. Alat lain yang dibutuhkan adalah modul ESP8266, yanitu merupakan alat untuk menangkap sinyal wifi yang digunakan pada Arduino serta membuat koneksi TCP/IP. Modul tersebut berfungsi untuk menjalankan sistem pada Arduino secara IoT atau secara jarak jauh, dengan syarat terkoneksi ke internet [13].



Gambar 1. Diagram Alur Tahapan Penelitian

III. METODE PENELITIAN

Diagram alur tahapan penelitian pengembangan Sistem Monitoring Pemantauan Gas Berbahaya pada peternakan ayam berbasis *internet of things* ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Tahap analisis kebutuhan sistem merupakan tahap untuk menggali informasi tentang detail sistem yang dibutuhkan baik secara fungsional maupun non fungsional. Setelah kebutuhan teridentifikasi, tahap berikutnya adalah melakukan perancangan alat. Perancangan alat menggunakan sensor MQ135 dan sensor MQ4, modul ESP8266 serta merangkai koneksi input dan ouput ke *board* Arduino. Pengendali sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3.

Tahap implementasi sistem adalah tahap membuat dan merangkai alat-alat yang telah dirancang sebelumnya agar sistem bisa dioperasikan secara baik dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Pembuatan aplikasi menggunakan sistem Android dengan pemrograman menggunakan Arduino. Setelah sistem diimplementasikan dilakukan pengujian.

Pengujian sistem dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah menguji apakah wifi ESP8266 terhubung ke Arduino dan aplikasi dengan cara menghubungkan coding yang ada di aplikasi Arduino ke modul wifi, dan harus terkoneksi ke internet. Pengujian berikutnya adalah pengujian fungsionalitas sensor. Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi sensor gas berfungsi dengan baik, dengan cara mengetest sensor tersebut menggunakan gas pada korek api terlebih dahulu. Karena kandungan gas pada korek api banyak mengandung gas berbahaya, jika sensor mendeteksi adanya gas, sensor tersebut berfungsi dengan baik. Sedangkan yang terakhir adalah pengujian monitor data, yaitu pengujian untuk melihat data yang dikirim dari sensor dapat dilihat melalui *handphone* android.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

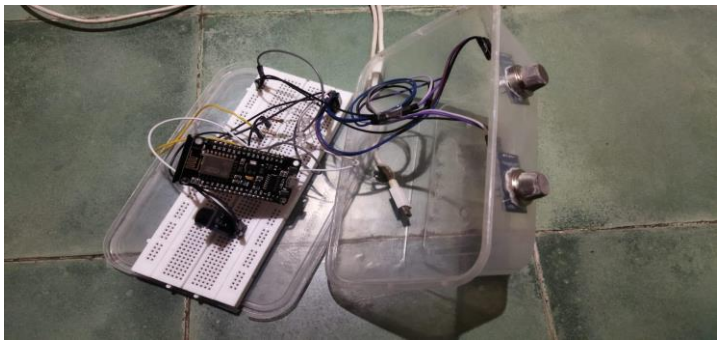
4.1. Analisa dan Desain Sistem

Sistem ini membutuhan *hardware* Arduino Uno R3 dan serta membutuhkan satu ESP8266 untuk setiap sensor gas. Sedangkan software yang dibutuhkan adalah aplikasi Arduino 2.0.0 pada komputer serta aplikasi *Blynk* premium sebagai interface aplikasi untuk monitoring dari sistem yang dibuat tersebut.



Gambar 2. Desain interface aplikasi monitoring

Gambar 2 merupakan tampilan interface dari aplikasi sistem monitoring gas berbahaya. Tampilan tersebut berisi fitur seperti grafik data gas Metana dan Amonia, data digital gas, lampu peringatan, dan notifikasi pesan. Aplikasi akan bekerja jika pada tombol *play* ditekan, dan jaringan terhubung keinternet. Selanjutnya Gambar 3 menunjukkan rancangan rangkaian sistem monitoring gas menggunakan Arduino R3, terdapat MQ 4, MQ 135, Buzzer, dan ESP 8266, yang akan dihubungkan ke aplikasi android berbasis IoT.



Gambar 3. Perancangan Arduino

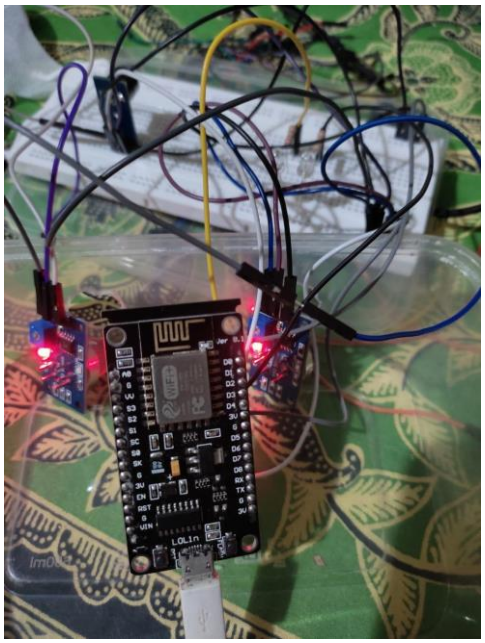
4.2. Implementasi

Untuk pembuatan *user interface* menggunakan aplikasi *Blynk* pada android. Tampilan Sistem Monitoring Gas adalah sebagai berikut.



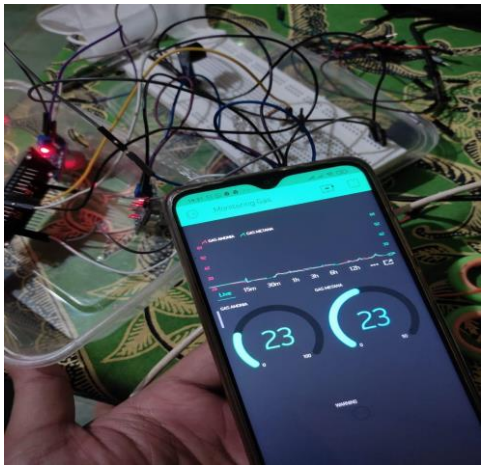
Gambar 4. *User Interface* Monitoring Gas

Gambar di atas merupakan dari tampilan dari monitoring gas pada android. Tampilan tersebut menunjukan hasil dari MQ4 dan MQ135. Setiap hari, data akan tercatat dalam grafik tersebut, dan akan *auto-reset* setelah 24 jam. Lampu pada peringatan akan menyala dan notifikasi akan muncul pada layar *handphone* jika terdapat gas Metana atau Amonia jika terdeksi oleh sensor yang melebihi batas.



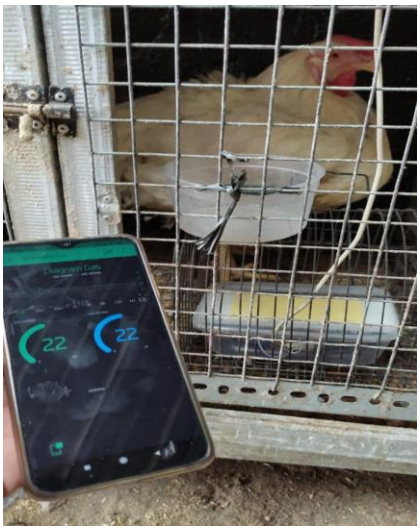
Gambar 5. Rangkaian Arduino Monitoring Gas

Gambar 5 merupakan rangkaian arduino yang terdiri dari Arduino R3 Uno, ESP 8266, MQ-4, MQ-135 dan *buzzer*. Rangkaian tersebut sudah menyala dan sudah terhubung ke jaringan wifi yang sudah diprogram pada aplikasi Arduino.



Gambar 6. Menghubungkan Arduino ke Aplikasi Android

Gambar 6 merupakan Sistem Monitoring pada aplikasi android sudah terhubung ke Arduino, dan siap untuk dilakukan pengujian pada kandang ayam.



Gambar 7. Penelitian di Kandang Ayam

Gambar 7 merupakan pengujian projek pengembangan aplikasi yang digunakan pada *android* sudah terhubung ke arduino, dari jarak jauh jika arduino terhubung ke internet dan *handphone* terhubung ke internet, aplikasi Sistem Monitoring Gas ini akan terus berjalan.

4.3. Pengujian Aplikasi

Setelah aplikasi Sistem Monitoring Gas selesai dikembangkan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Hasil pengujian dapat diamati di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

No	Poin Uji Sistem	Kondisi	Hasil Pengujian	Status
1	Sistem kerja sensor gas	Ketika dihidupkan semua sensor hidup	Semua sensor hidup.	*Valid*
2	Sistem monitoring IOT pada Arduino	Ketika dihidupkan modul wifi otomatis terhubung	Modul Wifi ESP 8266, otomatis terhubung ke wifi.	*Valid*
3	Sistem monitoring IOT pada *handphone*	Ketika dihidupkan aplikasi terhubung ke Arduino	Aplikasi terhubung ke Arduino.	*Valid*
4	Monitoring sistem data pada aplikasi	Ketika Arduino sudah terhubung ke aplikasi, sistem monitoring berjalan	Sistem Monitoring pada aplikasi berfungsi.	*Valid*
5	Alarm terdeteksi gas Amonia atau Metana pada Arduino	Ketika terdeteksi adanya gas, alarm pada Arduino berbunyi.	Alarm berbunyi saat terdeteksi adanya gas berbahaya.	*Valid*
6	Notifikasi terdeteksi gas Amonia atau Metana	Ketika terdeteksi adanya gas, notifikasi pada aplikasi muncul.	Notifikasi muncul saat terdeteksi gas berbahaya.	*Valid*

Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring pemantauan gas berbahaya pada kandang ayam telah berhasil dibuat sesuai dengan rancangan dari tahap awal hingga akhir.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan implementasi sistem. dapat disimpulankan bahwa pengembangan alat ini dapat membantu para peternak ayam melakukan monitoring gas berbahaya yang ditimbulkan dari penumpukan kotoran ayam. Sstem juga membantu menyelesaikan permasalahan polusi udara yang disebabkan gas berbahaya dari kotoran ayam. Untuk masukan pengembangan ke depan adalah dengan menyiapkan 1 buah modul wifi dan Arduino Uno R3 di setiap sensor yang akan digunakan. Hal itu mengingat saat menggunakan 1 buah Arduino dan 1 buah modul wifi, MQ4 dan MQ135 tidak berfungsi dengan maksimal karena kurang kuatnya sinyal modul wifi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Supriyono, F. Suryawan, “Sistem Monitoring Suhu dan Gas Amonia untuk Kandang Ayam Skala Kecil”, *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, Vol. 9 No. 3, 2021.

[2] R. Patiyandela, “Kadar NH3 dan CH4 Serta CO2 Dari Peternakan Ayam Broiler Pada Kondisi Lingkungan dan Manajemen Lingkungan Peternakan Berbeda di Kabupaten Bogor”. *Skripsi Institut Pertanian Bogor*, 2013.

[3] M.N. Arifin, H.H.I Mochannad, R.A Sabriyansyah. “Monitoring Kadar Gas Berbahaya Pada Kandang Ayam Dengan Menggunakan Protokol HTTP dan ESP8266”. *Jurnal Pengembangan Teknologi dan Ilmu Komputer*. Vol. 2. No. 11. 2018.

[4] J. Brocek, J. and B. Cermak. “Emission of Harmful Gases From Poultry Farms and Possibilities Of Their Reduction”. *Ekologia (Bratislava)*. Vol. 34, No. 1, 2015, p. 89-100.

[5] R. Heriawan, W.S Sri, S. Amir, “Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH3) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137”. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika.* Vol. 01. No. 01, 2013.

[6] D. Marten, “Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Tertutup Berbasis Sensor DHT11”, *Politeknik Negeri Padang*, 2016.

[7] B. Meda, M. Hassouna, M., et al. Housing Emissions Of NH3 , N2O and CH4 and Outdoor Emissions Of CH4 and N2O From Organic Broilers”, *Proceedings of the XVth International Congress of the International Society for Animal Hygiene,* 2018, pp. 215−218.

[8] S. Calvet, M Cambra-Lopez, F. Estelles, & A.G. Torres , “Characterization of gas emissions from a Mediterranean broiler farm”, *Poult. Sci*., vol 90, 2016. pp. 534–542.

[9] P.G. Sukrawan, “Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Pemeliharaan Ayam Broiler Pada PO. Gunung Bromo”. *Stikom Surabaya*, 2016.

[10] ITU, *Series Y: Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks. ITU-T Y.2060*, International Telecommunication Union, 2019.

[11] A. W. Burange and H. D. Misalkar, "Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy," *2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications*, Ghaziabad, India, 2015, pp. 189-195

[12] Keoh, L.S. Sandeep, S. Kumar. Hannes, T. “Securing the Internet of Things: A Standardizatiton Perspective”. *IEEE Internet of Things Jurnal*. Vol. 1. No 3, 2014.

[13] A. Junaidi, “Internet of Things, Sejarah Teknologi dan Penerapanya: Review”, *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan,* vol. 1, no. 3, Aug. 2015.