

PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA PADA KANDANG AYAM BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) MENGGUNAKAN ALGORITMA *MOVING AVERAGE* DAN NOTIFIKASI VISUAL

Anwar¹, Martiano²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: anwarashari665@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas udara pada kandang ayam merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kondisi lingkungan pemeliharaan, terutama akibat keberadaan partikulat debu berukuran kecil. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun *prototype* sistem monitoring kualitas udara kandang ayam berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan sensor debu GP2Y1014AU0F, mikrokontroler ESP32, serta algoritma *Moving Average*. Sistem dirancang untuk membaca konsentrasi partikulat, mengolah data hasil pembacaan menggunakan *Moving Average* dengan lima data pengamatan, menentukan nilai *Air Quality Index* (AQI), serta menampilkan kondisi kualitas udara melalui LCD dan LED indikator. Selain monitoring secara lokal, sistem juga terintegrasi dengan platform Blynk untuk menampilkan data PM2.5, hasil *Moving Average*, nilai AQI, dan status kualitas udara secara jarak jauh melalui jaringan internet. Metode penelitian meliputi tahap perancangan perangkat keras, pembuatan perangkat lunak, perakitan *prototype*, serta pengujian fungsi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *prototype* mampu melakukan pembacaan data sensor, mengolah data menggunakan *Moving Average*, menentukan kategori kualitas udara berdasarkan nilai AQI, serta menampilkan informasi melalui LCD, LED, dan Blynk sesuai dengan rancangan sistem. Penerapan *Moving Average* membantu mengurangi fluktuasi sesaat pada hasil pembacaan sensor sehingga data yang ditampilkan menjadi lebih stabil. Sistem monitoring lokal juga tetap dapat beroperasi ketika koneksi internet mengalami gangguan, sedangkan koneksi internet diperlukan untuk fitur monitoring jarak jauh melalui Blynk. *Prototype* ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem monitoring kualitas udara kandang ayam yang lebih lengkap dengan penambahan parameter lingkungan dan proses kalibrasi sensor yang lebih lanjut.

Kata Kunci: kualitas udara, kandang ayam, PM2.5, ESP32, *Moving Average*, IoT, Blynk

ABSTRACT

Air quality in poultry houses is an important environmental factor that can affect housing conditions, particularly due to the presence of fine airborne particulate matter. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based prototype for monitoring air quality in poultry houses using a GP2Y1014AU0F dust sensor, an ESP32 microcontroller, and a Moving Average algorithm. The system is designed to read particulate concentration, process sensor data using a five-sample Moving Average, determine the Air Quality Index (AQI), and display air quality conditions through an LCD and LED indicators. In addition to local monitoring, the system is integrated with the Blynk platform to remotely display PM2.5 data, Moving Average results, AQI values, and air quality status through an internet connection. The research method consists of hardware design, software

development, prototype assembly, and system functionality testing. The results show that the prototype is able to read sensor data, process the data using the Moving Average algorithm, determine air quality categories based on AQI values, and display information through the LCD, LED indicators, and Blynk platform according to the system design. The application of the Moving Average algorithm helps reduce short-term fluctuations in sensor readings so that the displayed data become more stable. The local monitoring function can also continue to operate when the internet connection is interrupted, while internet connectivity is required for remote monitoring through Blynk. This prototype can serve as a basis for further development of a more comprehensive poultry-house air quality monitoring system by incorporating additional environmental parameters and more advanced sensor calibration.

Keywords: air quality, poultry house, PM2.5, ESP32, Moving Average, IoT, Blynk.Borrowing System.

PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi kesehatan manusia dan kondisi lingkungan. Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menggambarkan kualitas udara adalah Particulate Matter berukuran $\leq 2,5$ mikrometer atau PM2.5. Ukurannya yang sangat kecil memungkinkan partikel tersebut terhirup hingga masuk ke sistem pernapasan.

Pada lingkungan peternakan, khususnya kandang ayam, keberadaan debu dan partikel di udara menyebabkan pemantauan kualitas udara menjadi penting agar perubahan kondisi Pada lingkungan kandang ayam, kualitas udara menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan karena aktivitas pemeliharaan dapat menghasilkan berbagai partikulat dan gas yang memengaruhi kondisi lingkungan kandang. Debu yang berasal dari pakan, bulu ayam, serta aktivitas pergerakan ternak dapat meningkatkan konsentrasi partikulat udara. Selain itu, proses penguraian kotoran ayam dapat menghasilkan gas tertentu yang menyebabkan perubahan kondisi udara apabila tidak didukung dengan sistem ventilasi yang baik. Jika lingkungan dapat diketahui dengan lebih cepat.

Pada lingkungan peternakan skala kecil hingga menengah, pemantauan kualitas udara masih dapat dilakukan secara terbatas melalui pengamatan langsung. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan konsentrasi partikel di udara tidak selalu dapat diketahui secara cepat dan terukur. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu melakukan pembacaan kondisi udara secara berkala dan memberikan informasi yang mudah dipahami oleh pengguna.

Selain keberadaan partikulat debu, kondisi udara pada kandang ayam juga dapat mengalami perubahan akibat keberadaan gas hasil aktivitas peternakan. Oleh karena itu, penelitian ini menambahkan sensor MQ-135 sebagai sensor pendukung untuk mendeteksi perubahan kualitas udara berdasarkan keberadaan gas tertentu. Penambahan sensor tersebut diharapkan dapat memberikan informasi kondisi udara yang lebih lengkap.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan perangkat sensor dan mikrokontroler digunakan untuk melakukan monitoring lingkungan

secara lebih otomatis. Dalam penelitian ini, sensor PM2.5 digunakan untuk memperoleh data konsentrasi partikel udara, sedangkan ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolahan data. Data yang dihasilkan sensor selanjutnya diproses sebelum digunakan untuk menentukan kondisi kualitas udara. Namun, hasil pembacaan sensor dapat mengalami fluktuasi akibat perubahan kondisi lingkungan maupun karakteristik pembacaan sensor. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan algoritma *Moving Average* untuk meratakan sejumlah data pembacaan sehingga perubahan nilai sesaat dapat dikurangi dan data yang digunakan sistem menjadi lebih stabil.

Selain pemrosesan data, penyampaian informasi kepada pengguna juga menjadi bagian penting dalam sistem monitoring. *Prototype* yang dirancang menggunakan LCD dan LED indikator sebagai notifikasi visual pada perangkat. LED digunakan untuk menunjukkan kondisi kualitas udara berdasarkan kategori yang ditentukan sistem, sedangkan LCD digunakan untuk menampilkan informasi hasil pembacaan dan pengolahan data. Dengan demikian, pengguna yang berada di sekitar perangkat dapat mengetahui kondisi kualitas udara secara langsung.

Untuk memperkuat penerapan konsep IoT, sistem juga diintegrasikan dengan dashboard berbasis localhost sebagai media monitoring. ESP32 memanfaatkan koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data hasil monitoring ke server lokal sehingga pengguna dapat melihat data hasil monitoring melalui dashboard. Integrasi tersebut melengkapi output lokal berupa LCD dan LED dengan fasilitas pemantauan melalui jaringan lokal.

Selain menggunakan sensor PM2.5 sebagai parameter utama dalam mengetahui tingkat partikulat udara, sistem ini juga dikembangkan dengan penambahan sensor MQ-135 sebagai sensor pendukung untuk mendeteksi perubahan kualitas udara berdasarkan keberadaan gas tertentu. Penambahan sensor tersebut bertujuan untuk memberikan informasi kondisi udara yang lebih lengkap pada lingkungan kandang ayam. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan buzzer sebagai indikator peringatan suara ketika kondisi udara berada pada kategori tertentu sehingga pengguna dapat memperoleh informasi secara lebih cepat.

Untuk mendukung pemantauan kualitas udara yang lebih menyeluruh, diperlukan parameter tambahan yang mampu mendeteksi perubahan konsentrasi gas dalam lingkungan kandang. Sensor MQ-135 merupakan salah satu sensor gas yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan kualitas udara berdasarkan perubahan resistansi terhadap keberadaan beberapa jenis gas polutan. Pada sistem monitoring kandang ayam, sensor MQ-135 dapat dimanfaatkan sebagai sensor pendukung untuk mengetahui perubahan kondisi udara akibat keberadaan gas hasil aktivitas peternakan, termasuk gas yang berasal dari proses penguraian kotoran ayam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *prototype* untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) pada lingkungan kandang ayam di Kebun Percontohan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Penelitian dilaksanakan pada Januari–Mei 2026 melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pembangunan prototipe, pengujian, serta evaluasi dan perbaikan. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan sensor PM2.5 GP2Y1014AU sebagai pendeteksi partikulat udara, sensor MQ-135 sebagai sensor pendukung untuk mendeteksi perubahan kondisi udara akibat gas polutan, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data. Sistem juga dilengkapi dengan LCD, indikator LED, buzzer, dan dashboard pemantauan berbasis jaringan untuk menyajikan informasi kualitas udara kepada pengguna.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, eksperimen, dan dokumentasi. Studi literatur digunakan untuk memperoleh landasan konseptual mengenai teknologi IoT, sensor kualitas udara, algoritma *Moving Average*, dan sistem pemantauan berbasis dashboard. Eksperimen dilakukan dengan mengoperasikan prototipe dan mengamati data hasil pembacaan sensor secara berkala. Data konsentrasi PM2.5 yang diperoleh kemudian diolah menggunakan algoritma *Moving Average* dengan jendela pengamatan (window) sebanyak lima data terakhir untuk mengurangi fluktuasi pembacaan sensor. Nilai hasil pengolahan selanjutnya digunakan dalam perhitungan *Air Quality Index* (AQI) untuk menentukan kategori kualitas udara berdasarkan rentang yang telah ditetapkan. Dokumentasi berupa foto perangkat, proses perakitan, hasil pengujian, dan data pembacaan sensor digunakan sebagai bukti pendukung selama proses penelitian.

Pengujian sistem dilakukan secara bertahap, meliputi pengujian masukan sensor, kinerja sensor MQ-135, penerapan algoritma *Moving Average*, perhitungan AQI, fungsi perangkat keluaran, dan integrasi sistem secara keseluruhan. Pada tahap simulasi menggunakan Wokwi, potensiometer digunakan untuk merepresentasikan variasi masukan PM2.5, sedangkan pengujian pada perangkat fisik menggunakan sensor yang telah dirancang. Kinerja algoritma dievaluasi dengan membandingkan data pembacaan awal (raw data) dan hasil *Moving Average*, sementara perhitungan AQI diverifikasi melalui perbandingan dengan perhitungan manual berdasarkan rentang konsentrasi PM2.5 yang digunakan dalam sistem. Pengujian keluaran dilakukan dengan memeriksa kesesuaian indikator LED, informasi pada LCD, respons buzzer, serta pengiriman dan penampilan data pada dashboard. Seluruh hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi fungsionalitas, kestabilan pengolahan data, dan keterpaduan komponen dalam mendukung pemantauan kualitas udara secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini menyajikan hasil implementasi dan pengujian *prototype* sistem monitoring kualitas udara pada kandang ayam berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 sensor PM2.5 dan sensor MQ135. Pembahasan meliputi hasil rancangan alat, penerapan algoritma *Moving Average*, perhitungan nilai AQI, penentuan kategori kualitas udara, serta penyajian hasil melalui LED, LCD, Buzzer dan dashboard localhost.

Selain itu, dilakukan pengujian untuk mengetahui kesesuaian fungsi sistem dengan rancangan yang telah ditetapkan.



Gambar 1. Pemasangan alat

Gambar 1 Seperti terlihat pada gambar, alat pemantau kualitas udara telah dipasang dan beroperasi langsung di lokasi kandang ayam. Tampak perangkat keras berupa unit sensor yang dilengkapi layar LCD menampilkan data bacaan PM2.5 dan hasil pengukuran sensor MQ135 secara berkala, serta lampu indikator LED yang menyala sesuai kondisi udara. Di sisi lain, laptop menampilkan dasbor pemantauan yang menampilkan nilai hasil perhitungan algoritma *Moving Average*, angka indeks kualitas udara AQI, serta kategori status kualitas udara yang diperoleh secara real-time. Data yang muncul di layar dasbor sesuai dengan pembacaan pada alat, menunjukkan bahwa sistem berfungsi terintegrasi dengan baik, seluruh komponen bekerja sebagaimana rancangan, dan informasi dapat dipantau secara menyeluruh melalui antarmuka localhost. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem yang dibangun mampu merekam, memproses, dan menampilkan data kualitas udara di lingkungan kandang ayam secara akurat dan tepat waktu.

1. Hasil Rancangan Alat

Hasil rancangan alat berupa *prototype* system monitoring kualitas udara pada system yang menggunakan sensor PM2.5 GP2Y1014AU sebagai parameter utama pengukuran partikulat udara, sensor MQ-135 sebagai sensor tambahan untuk mendeteksi perubahan kondisi udara berdasarkan keberadaan gas polutan, ESP32 sebagai mikrokontroler, LCD 16x2, LED hijau, kuning, dan merah sebagai visual, serta buzzer sebagai system peringatan suara. Sistem mampu

membaca nilai PM2.5 Raw dan data pembacaan sensor MQ-135, mengolah data menggunakan algoritma *Moving Average*, menghasilkan estimasi nilai AQI berdasarkan parameter PM2.5, menentukan kategori kualitas udara, serta menampilkan hasil monitoring melalui LCD, LED, buzzer, dan dashboard localhost.



Gambar 2 Hasil Rancangan *Prototype*

Sistem Monitoring Kualitas Udara Pada gambar di atas ditunjukkan hasil perakitan *prototype* yang telah mengintegrasikan seluruh komponen sesuai dengan rancangan *system* yang dibuat.

a. Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi *system* menunjukkan bahwa *prototype* telah mampu melakukan pembacaan Pm25 Raw menggunakan sensor GP2Y1014AU, kemudian mengolah data tersebut dengan algoritma *Moving Average* menggunakan lima data terakhir. Hasil pengolahan selanjutnya digunakan untuk memperoleh estimasi nilai AQI dan menentukan kategori kualitas udara.

Informasi hasil monitoring ditampilkan melalui LCD berupa Pm25 Raw, *Moving Average*, AQI, dan kategori kualitas udara. LED hijau, kuning, dan merah digunakan sebagai sistem notifikasi visual sesuai kategori AQI, sedangkan platform Blynk digunakan untuk menampilkan data monitoring secara jarak jauh melalui jaringan Wi-Fi.



Gambar 3 Tampilan Notifikasi Visual pada LCD dan LED

Pada gambar di atas ditunjukkan hasil implementasi output system melalui LCD dan LED 51system51or sesuai dengan kondisi kualitas udara yang diperoleh.



Gambar 4 Tampilan Monitoring

Dashboard Localhost Pada gambar di atas ditunjukkan hasil monitoring melalui dashboard Localhost yang menampilkan Pm25, Moving Average, AQI, dan Status Kualitas Udara secara jarak jauh.

2. Hasil Pengujian *Prototype*

Pengujian *prototype* dilakukan untuk mengetahui kesesuaian fungsi System yang telah dirancang. Pengujian mencakup pembacaan sensor PM2.5 sebagai parameter utama kualitas udara, pembacaan sensor MQ-135 sebagai parameter tambahan untuk mendeteksi perubahan kondisi udara, penerapan algoritma *Moving Average*, perhitungan estimasi AQI, serta kesesuaian output system melalui LED, LCD, buzzer, dan dashboard localhost.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor PM2.5 GP2Y1014AU

No.	Waktu (detik)	Nilai ADC	Tegangan (V)	Pm25 Raw ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	3,4 detik	0	0/0,00V	0.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	4,4 detik	176	1.442V	104.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	5,4 detik	185	1.487V	119.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	6,4 detik	1872	1.509 V	121.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5	7,4 detik	1850	1.491V	118.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6	8,4 detik	1805	1.455V	110.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
7	9,4 detik	1669	1.345V	89.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
8	10,4 detik	1805	1.455V	110.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
9	11,4 detik	1791	1.443V	108.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	12,4 detik	1784	1.438V	107.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
11	13,9 detik	486	0,392V	0.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
12	14,6 detik	1424	1.148V	49.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
13	15,4 detik	1264	1.019V	23.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
14	16,4 detik	1356	1.093V	38.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15	17,6 detik	1342	1.081V	36.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
16	18,4 detik	1302	1.049V	29.85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
17	19,4 detik	1369	1.103V	40.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
18	20,6 detik	1339	1.079V	35.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
19	21,4 detik	1248	1.006V	21.14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	22,4 detik	1319	1.063V	32.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Moving Average*

No.	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	<i>Moving Average</i> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	0.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	104.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	119.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	121.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	118.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	92.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	110.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	89.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	110.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	108.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	107.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	107.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3	0.00 ug/m3	49.51 ug/m3	23.72 ug/m3	38.55 ug/m3	36.29 ug/m3	29.61 ug/m3
4	29.85 ug/m3	40.64 ug/m3	35.81 ug/m	21.14 ug/m3	32.59 ug/m3	36.23 ug/m3
5	0.00 ug/m3	23.72 ug/m3	26.62 ug/m3	18.56 ug/m3	18.89 ug/m3	26.04 ug/m3
6	28.56 ug/m	22.24 ug/m3	18.56 ug/m3	27.11 ug/m3	25.98 ug/m3	23.75 ug/m3
7	18.40 ug/m3	39.19 ug/m3	26.75 ug/m3	22.11 ug/m3	29.04 ug/m3	26.75 ug/m3
8	24.53 ug/m3	15.02 ug/m	35.65 ug/m3	22.75 ug/m3	26.30 ug/m	25.40 ug/m3
9	31.94 ug/m3	27.75 ug/m3	13.41 ug/m	36.62 ug/m3	20.18 ug/m3	25.98 ug/m3
10	20.34 ug/m3	28.07 ug/m3	28.88 ug/m3	26.78 ug/m3	41.77 ug/m3	26.82 ug/m3

Tabel 3 Perbandingan Pm25 Raw dan *Moving Average*

No.	Pm25 Raw ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<i>Moving Average</i> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Selisih
1	118.17 ug/m3	92.76 ug/m3	25,41
2	107.53 ug/m3	107.53 ug/m3	0,00
3	36.29 ug/m3	29.61 ug/m3	6,68
4	32.59 ug/m3	36.23 ug/m3	3,64
5	18.89 ug/m3	26.04 ug/m3	7,15
6	25.98 ug/m3	23.75 ug/m3	2,23
7	29.04 ug/m3	26.75 ug/m3	2,29
8	26.30 ug/m	25.40 ug/m3	0,90
9	20.18 ug/m3	25.98 ug/m3	5,80
10	41.77 ug/m3	26.82 ug/m3	14,95

Tabel 4 Pengujian Output dan Keseluruhan Sistem

No.	Pm2.5 Raw	Moving Average	AQI	Kategori	LED	LCD	Blynk	Hasil
1	8,5	8,2	46	BAIK	Hijau	Sesuai	Sesuai	Sesuai
2	20,4	19,8	72	SDNG	Kuning	Sesuai	Sesuai	Sesuai
3	42,0	40,5	114	SENS	Merah	Sesuai	Sesuai	Sesuai
4	70,0	68,2	168	TDSH	Merah	Sesuai	Sesuai	Sesuai
5	150,0	145,6	223	STSH	Merah	Sesuai	Sesuai	Sesuai
6	250,0	240,3	342	BHYA	Merah	Sesuai	Sesuai	Sesuai

Tabel 5 Pengujian Sensor MQ135

NO	Pm2.5 RAW	Moving average	AQI	Kategori	MQ135	Gas
1	12.76	10.25	53	SDNG	2387	Aman
2	13.41	11.73	56	SDNG	2395	Aman
3	13.41	12.44	57	SDNG	2390	Aman
4	13.25	12.83	58	SDNG	2425	Aman
5	5,76	12.25	57	SDNG	2418	Aman
6	14.86	41.45	116	SENS	2422	Aman
7	17.11	16.79	65	SDNG	2425	Aman
8	21.47	16.40	65	SDNG	2421	Aman
9	4.70	13.18	58	SDNG	2411	Aman

3. Kelebihan dan Kekurangan Sistem

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian *prototype* sistem monitoring kualitas udara pada kandang ayam, sistem yang dibangun telah mampu menjalankan fungsi utama berupa pembacaan konsentrasi PM2.5, pengolahan data menggunakan algoritma *Moving Average*, penentuan kondisi kualitas udara, serta penyajian informasi melalui LCD, LED indikator, dan platform Blynk. Meskipun seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan sesuai dengan rancangan, *prototype* yang dikembangkan masih memiliki beberapa kelebihan dan keterbatasan yang perlu diperhatikan sebagai bahan evaluasi dan pengembangan penelitian selanjutnya.

a. Kelebihan Sistem

Adapun kelebihan pada system diantaranya sebagai berikut:

1. Sistem mampu melakukan monitoring kualitas udara secara otomatis menggunakan sensor PM2.5 sebagai parameter utama dan sensor MQ-135 sebagai parameter tambahan untuk mendeteksi perubahan kondisi udara.
2. Sistem menerapkan algoritma *Moving Average* yang mampu membantu mengurangi fluktuasi data hasil pembacaan sensor sehingga informasi yang ditampilkan menjadi lebih stabil
3. Sistem dilengkapi dengan beberapa media penyampaian informasi, yaitu LCD dan LED sebagai indikator lokal, buzzer sebagai peringatan suara, serta platform Blynk sebagai media monitoring jarak jauh.
4. Pengguna dapat mengetahui perubahan kondisi kualitas udara secara lebih cepat melalui indikator visual dan notifikasi suara ketika kondisi udara mengalami peningkatan tingkat pencemaran.
5. Sistem menggunakan ESP32 yang telah mendukung konektivitas Wi-Fi sehingga mampu mengintegrasikan perangkat dengan platform IoT untuk pemantauan secara real-time.

b. Kekurangan Sistem

Kekurangan dari system ini diantaranya sebagai berikut:

1. Sensor MQ-135 masih digunakan sebagai pendeteksi perubahan kondisi udara berdasarkan respons gas, sehingga diperlukan proses kalibrasi lebih lanjut apabila ingin memperoleh nilai konsentrasi gas secara spesifik dalam satuan tertentu.
2. Sistem masih menggunakan sensor PM2.5 sebagai dasar perhitungan AQI, sehingga data dari sensor MQ-135 belum digunakan dalam perhitungan indeks kualitas udara
3. Akurasi pembacaan sensor masih dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan posisi pemasangan sensor
4. *Prototype* masih memiliki keterbatasan pada area pengujian sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk penerapan pada lingkungan kandang ayam dengan skala yang lebih besar.
5. Proses monitoring melalui dashboard berbasis localhost bergantung pada koneksi jaringan lokal dan kondisi server yang digunakan. Apabila koneksi jaringan atau server mengalami gangguan, proses pengiriman dan penampilan data pada dashboard dapat terganggu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, *prototype* sistem monitoring kualitas udara pada lingkungan kandang ayam berhasil dirancang dengan menggunakan sensor PM2.5 GP2Y1014AU sebagai

parameter utama pengukuran partikulat udara dan sensor MQ-135 sebagai sensor tambahan untuk mendeteksi perubahan kondisi udara akibat keberadaan gas polutan. ESP32 digunakan sebagai pusat pengolahan data, sedangkan LCD, LED indikator, buzzer, dan dashboard monitoring berbasis localhost menjadi media penyampaian informasi kepada pengguna. Penerapan algoritma *Moving Average* membantu mengurangi fluktuasi hasil pembacaan sensor sehingga data yang dihasilkan lebih stabil dan dapat digunakan untuk menentukan kondisi kualitas udara berdasarkan parameter PM2.5, dengan dukungan informasi tambahan dari sensor MQ-135. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pembacaan sensor, mengolah data, serta menampilkan informasi kualitas udara melalui LCD, LED indikator, buzzer, dan platform Blynk. Integrasi sensor MQ-135 dan buzzer juga mendukung penyampaian informasi tambahan serta peringatan dini ketika terjadi perubahan kondisi udara di lingkungan kandang ayam.

DAFTAR PUSTAKA

- Almaliki, A. H., Derdour, A., & Ali, E. (2023). *Air Quality Index (AQI) prediction in Holy Makkah based on machine learning methods*. Sustainability, 15(17), Article 13168. <https://doi.org/10.3390/su151713168>
- Aswaldi, H. (2025). Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring kualitas udara dalam ruangan. Journal of Computer Science and Information Technology, 1(2), 39–45.
- Baharuddin, B., Sitopu, J. W., Safarudin, M. S., Adam, M. W. S., & Safar, M. (2024). Mengenal *Internet of Things* (IoT): Penerapan konsep dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari. Journal of Human and Education, 4(4), 827–835.
- Fitriyah, Q., Putri, T. V., Wirangga P., A., & Eko W., M. P. (2020). Pemanfaatan aplikasi Blynk sebagai alat bantu monitoring energi listrik pada kulkas 1 pintu. Prosiding Seminar Nasional NCIET, 1, C84–C92.
- Kristiana, L., & Miyanto, D. (2023). Penambahan parameter PM2.5 dalam prediksi kualitas udara: Long short-term memory. MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal, 8(2), 188–202.
- Naipospos, I. A., Abdillah, R., Renaldi, R., Suryanto, E. D., & Saragi, D. P. (2026). Rancang bangun alat pemantau kualitas udara real time berbasis ESP32 dan *Internet of Things*. Jurnal Sains Student Research (JSSR), 4(2), 292–307. <https://doi.org/10.61722/jssr.v4i2.9490>
- Ngutuka, M. K., Matondo, D. M., Bangelesa, F., Kianu, B. P., Kabengele, B. O., Tangou, T. T., Konde, J. N., Elisephane, I., Kiyombo, G. M., & Kayembe, J. M. N. (2025). Short-term effects of PM2.5 exposure and cardiorespiratory health risks in a Sub-Saharan African urban setting. Discover Atmosphere, 3, Article 42. <https://doi.org/10.1007/s44292-025-00068-0>
- Saifudin, M., & Widrani, H. (2021). Rancang bangun sistem digitalisasi dokumen menggunakan metode visible watermark di Kantor Urusan Agama (KUA)

- Kecamatan Sayung. Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi, 1(3), 1–7.
- Sembiring, F., Gustian, D., Erfina, A., & Vikriansyah, Y. (2021). Analisis tingkat akurasi algoritma *Moving Average* dalam prediksi pergerakan uang elektronik Bitcoin. Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi, 10(1), 23–30.
- Suryantoro, H., & Kusriyanto, M. (2023). Sistem monitoring partikel (PM2.5) air purifier untuk mengetahui kualitas udara berbasis sensor PMS5003 dan Arduino. Indonesian Journal of Laboratory, Edisi Khusus, 88–96.
- Wikantama, P. T., & Puspitasari, R. (2023). Perancangan perangkat pengukur ketinggian banjir dengan ESP32 dan Telegram berbasis IoT. Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro, 13(2), 107–114.