

Makalah Penelitian

Implementasi Sistem *IoT* Monitoring Kualitas Udara Dalam Kelas Untuk Kenyamanan Pengguna Ruangan

Kelvyn Rosan¹, Fachrid Wadly², Muhammad Amin³

¹Proram Studi Sistem Komputer, Universitas pembangunan Panca budi

²Teknik Komputer, Universitas pembangunan Panca budi

³ Ilmu Komputer, Universitas pembangunan Panca budi

Email: kelvynrosanbintang2003@gmail.com, fatwa2020@pancabudi.ac.id, mhdamin9977@gmail.com,

Corresponding Author: Kelvyn Rosan

ABSTRACT

This study aims to design and build an Internet of Things (IoT) based air quality monitoring system that can be applied in classrooms to support the comfort and health of room users. This system integrates the NodeMCU ESP8266 microcontroller with a DHT11 temperature and humidity sensor, and an MQ-135 air quality sensor. The environmental data obtained is displayed in real-time via the Blynk application and an OLED LCD screen, making it easy to monitor without having to be on site. The design process was carried out using the Research and Development (R&D) method approach, which includes the stages of identifying needs, designing, implementing, and testing the system in the field. The test results show that the system is able to provide accurate and stable data with temperature and humidity measurement deviations that are still within tolerance limits. This system is expected to be a simple but effective solution to maintain classroom air circulation, while increasing awareness of the importance of air quality in educational environments.

Keywords: Blynk, Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266, Real-Time Monitoring, Room Air Temperature Monitoring.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat diterapkan di ruang kelas guna mendukung kenyamanan dan kesehatan pengguna ruangan. Sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan sensor suhu dan kelembaban DHT11, serta sensor kualitas udara MQ-135. Data lingkungan yang diperoleh ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk dan layar LCD OLED, sehingga memudahkan pemantauan tanpa harus berada di lokasi. Proses perancangan dilakukan dengan pendekatan metode Research and Development (R&D), yang mencakup tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan data yang akurat dan stabil dengan deviasi pengukuran suhu dan kelembaban yang masih dalam batas toleransi. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi sederhana namun efektif untuk menjaga sirkulasi udara ruang kelas, sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya kualitas udara dalam lingkungan pendidikan.

Kata Kunci: Blynk, Internet of Things (IoT), Monitoring Suhu Udara Ruangan, NodeMCU ESP8266, Pemantauan Real-Time.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) saat ini telah memberikan pengaruh yang signifikan di berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang komputer [1]. Suhu ruangan memberikan dampak yang signifikan terhadap kondisi manusia maupun objek di dalamnya. Bagi manusia, suhu yang tidak ideal dapat menimbulkan rasa tidak nyaman, bahkan berpotensi memengaruhi kesehatan. Ruang kelas merupakan tempat penting dalam mengelola, dan menyampaikan pengetahuan penting bagi para siswa dan guru. Untuk membuat pembelajaran terasa nyaman maka diperlukan suhu, kelembaban dan siklus udara yang baik. Ruang kelas yang nyaman itu berada pada suhu antara 20°C - 25°C, sangat baik untuk menjaga



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

kenyamanan bagi siswa dan guru yang berada di ruangan kelas. Oleh karena itu, *monitoring* suhu di ruang kelas sangat berpengaruh banyak atas kenyamanan serta efektivitas pembelajaran [2].

Dalam penelitian ini, digunakan konsep *Internet of Things* (IoT) sebagai teknologi utama yang memungkinkan integrasi berbagai sensor dengan perangkat mikrokontroler. *Internet of Things* (IoT) adalah penerapan teknologi mutakhir dalam bidang elektronik. IoT merupakan sebuah inovasi yang memungkinkan pengendalian, komunikasi, dan kolaborasi antara berbagai perangkat keras melalui jaringan internet [3]. Perangkat tersebut dipasang di ruang kelas untuk merekam data suhu secara *real-time* dan akurat. Informasi yang dikumpulkan dianalisis menggunakan metode pemantauan berkelanjutan guna memperoleh hasil yang objektif [4]. Proses penelitian dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa data yang diperoleh memenuhi standar validitas dan reliabilitas yang dibutuhkan.

Penelitian ini merupakan hasil prototipe. Adapun riset sebelumnya yang telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan *system* untuk mengelola dan monitoring suhu ruangan kelas secara otomatis dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor suhu DHT11, sensor *air quality* MQ135, serta LCD OLED. Metode yang saya lakukan adalah *prototype* dengan mencari beberapa data dari karyawan, dengan membuat, merakit serta melakukan uji coba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikrokontroler mampu menjalankan proyek, mengirimkan dan menyimpan data suhu ke dalam basis data, serta sensor yang berfungsi dengan baik. Sistem ini memungkinkan karyawan untuk monitoring kualitas udara melalui *mobile phone* dan LCD yang dapat dijalan secara lancar dan kompleks.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara terhadap ruang kelas berbasis jaringan sensor *nirkabel*. Penelitian ini memungkinkan karyawan untuk memonitor udara dengan *realtime*, mengatasi berbagai hal yang dapat mengganggu kegiatan belajar mengajar seperti udara yang terlalu panas atau terlalu dingin, serta memudahkan untuk para karyawan untuk memantau ruang kelas tanpa harus ada di lokasi secara langsung. Dengan rata-rata kesalahan masing-masing sebesar 0,12985% dan 0,611538%. Data suhu dan kelembaban yang terkumpul dapat diakses dan disimpan melalui aplikasi tampilan *mobile*, yang memudahkan admin dalam melakukan *monitoring* kondisi suhu di ruang kelas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan dapat berdampak pada tingkat efektivitas saat bekerja. Ketika bekerja dalam ruangan yang terlalu panas, kemampuan fisik cenderung menurun sehingga mudah merasa lelah. Sementara itu, jika suhu ruangan terlalu dingin, fleksibilitas motorik tubuh bisa terganggu, yang dapat menyebabkan kekakuan fisik [5].

2.1. *Internet Of Things*

Istilah "*Internet of Things*" (IoT) merujuk terhadap perangkat-perangkat yang mampu mengirimkan data secara otomatis tanpa keterlibatan langsung dari manusia, dengan memanfaatkan internet sebagai media komunikasinya [6].

2.2. *NodeMCU ESP8266*

NodeMCU merupakan platform IoT *opensource* yang terdiri dari perangkat keras berbasis *System on Chip* (SoC) ESP8266 buatan *Espressif Systems*, serta *firmware* yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Luar. NodeMCU menyederhanakan proses tersebut dengan



mengemas ESP8266 ke dalam satu *board* yang singkat, dilengkapi melalui fitur-fitur mikrokontroler, koneksi WiFi, dan *chip* komunikasi USB to serial [7].

2.3. Blynk

Blynk merupakan platform aplikasi untuk perangkat seluler berbasis iOS dan *Android* dirancang agar dapat mengendalikan berbagai perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul lainnya melalui koneksi internet. Aplikasi *Blynk* memiliki tiga komponen utama: aplikasi *mobile*, *server*, dan *library*. *Server Blynk* berfungsi untuk mengelola seluruh komunikasi antara *smartphone* dan perangkat keras [8].

2.4. MQ-135

Sensor MQ-135 adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon dioksida (CO₂). Sensor ini memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dan menghasilkan *output* dalam bentuk sinyal analog. Untuk dapat beroperasi, sensor ini memerlukan tegangan DC sebesar 5 volt [9].

2.5. DHT11

DHT11 merupakan salah satu sensor yang sering digunakan dalam berbagai proyek berbasis Arduino. Keunggulan dari sensor ini adalah kemampuannya untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara bersamaan. DHT11 dikenal memiliki performa yang baik, tahan lama, serta akurat dalam membaca suhu dan kelembapan. Terdapat dua varian dari sensor ini, yaitu versi dengan 4 *pin* dan versi dengan 3 *pin*, tanpa perbedaan pada karakteristik fungsinya [10].

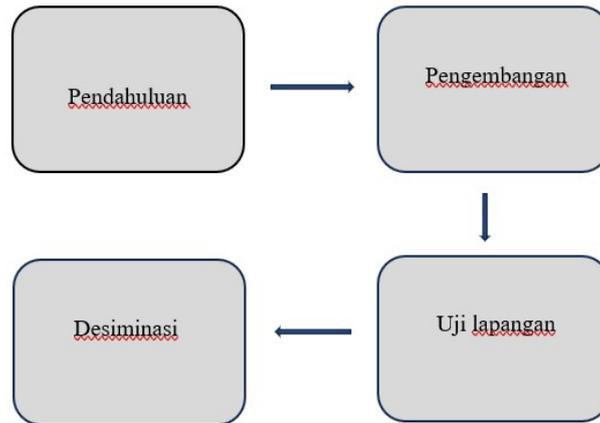
2.6. LCD OLED

LCD Oled Display adalah salah satu opsi untuk media tampilan data pada Arduino atau unit *mikrocontroller* (MCU) lainnya. Modul ini terbuat dari material dasar LED organik. Salah satu kelebihan layar ini adalah kontras pikselnya sangat tajam dan tidak memerlukan pencahayaan tambahan, sehingga membuat konsumsi daya rangkaian lebih hemat [11].

3. METODE PENELITIAN

Metode yang saya terapkan dalam penelitian ini adalah R&D (*Research and Development*). Pendekatan R&D merupakan cara penelitian yang memiliki fokus untuk mengembangkan produk baru dan melakukan pengujian guna menentukan kelayakan produk tersebut untuk dipasarkan. Dan apakah penelitian ini juga berguna untuk penelitian berikutnya atau tidak. Berikut ini ada beberapa tahapan dari metode R&D yang akan dipahami:





Gambar 1. Rangkaian Metode R&D

3.1. Studi Literatur

Pada bagian ini, peneliti akan melakukan penelitian awal dibahas mengenai hasil serta dampak dari implementasi sistem *monitoring* suhu berbasis mikrokontroler esp8266. Pembahasan mencakup aspek kinerja sistem, manfaat yang diperoleh, kendala yang dihadapi, serta kesempatan untuk pengembangan lebih lanjut guna memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai teknologi *Internet of Things* (IoT) yang diterapkan dalam pemantauan kualitas udara di ruang kelas. Hal ini meliputi kajian pustaka yang relevan, artikel penelitian, dan dokumentasi teknis mengenai sistem pemantauan berbasis IoT [12]. Selain itu, peneliti juga akan mengevaluasi berbagai sensor dan perangkat IoT yang tersedia di toko alat mikrokontroler yang tepat untuk mengukur kondisi udara di ruang kelas. Tahap ini bertujuan untuk membangun dasar bagi pengembangan dan pengujian sistem pemantauan berbasis IoT.

3.2. Pengembangan Alat

Pada fase ini, perancangan alat yang akan diuji mulai dilakukan. Tahapan ini mencakup identifikasi kebutuhan untuk pembuatan alat, serta desain dan proses pembuatannya.

3.2.1. Analisis Kebutuhan

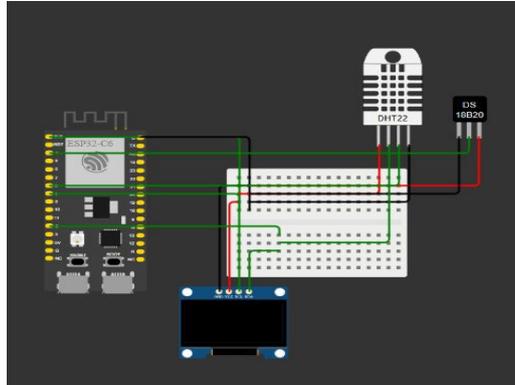
Peneliti melakukan analisis dan merumuskan kebutuhan utama yang perlu dipenuhi untuk alat *monitoring* berbasis *internet of things* yang dikembangkan. Hal ini meliputi identifikasi fungsi-fungsi penting yang harus ada pada alat, spesifikasi teknis dari sensor dan perangkat keras, serta persyaratan untuk koneksi dan komunikasi dengan platform berbasis *cloud*. Penentuan kebutuhan yang rinci akan menjadi acuan dalam perancangan dan pembangunan prototipe alat tersebut [13]. Berikut adalah daftar perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan udara.

- a. Esp8266NodeMCU
- b. Sensor suhu dan kelembaban DHR11/DHT22
- c. Sensor kualitas udara (*air quality*) MQ-135
- d. LCD OLED

3.2.2. Desain Alat



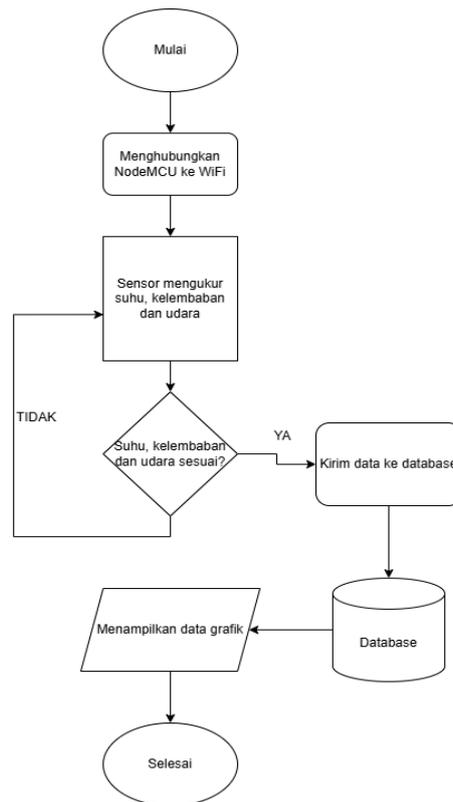
Peneliti mendesain secara seksama apa yang diperlukan untuk prototipe ini. Desain ini meliputi pemilihan sensor yang tepat, pemilihan mikrokontroler yang sesuai, serta pengaturan tampilan data yang efektif. Peneliti akan merancang algoritma untuk pengolahan data serta sistem komunikasi guna mentransfer data ke platform yang berbasis *cloud*.



Gambar 2. Desain *Hardware*

Pada tahap perancangan alat, selain melakukan analisis kebutuhan untuk pengembangan perangkat tersebut, peneliti juga akan merancang koneksi yang menghubungkan *hardware* yang telah dibuat dengan basis data menggunakan *Arduino IDE*. Koneksi ini akan memungkinkan data suhu, kelembaban, dan kualitas udara yang terdeteksi oleh sensor DHT11 dan MQ135 untuk dikirimkan secara *real-time* ke basis data untuk disimpan dan diproses. Peneliti akan menggunakan teknologi *Arduino IDE* untuk mendukung interaksi antara perangkat ESP8266 yang merupakan komponen dari alat dan *server* basis data.

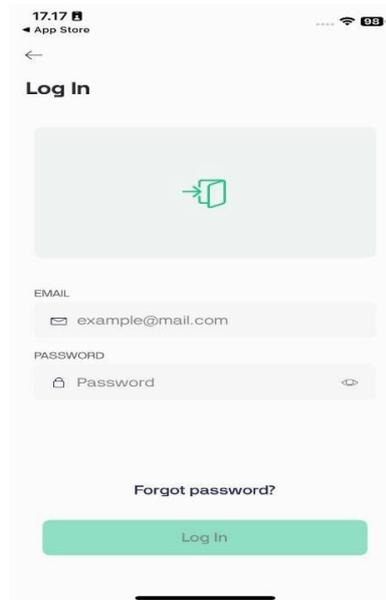
Dalam melakukan koneksi, perangkat ESP8266 akan mengirimkan permintaan HTTP ke *Arduino IDE* yang telah diatur pada *server* basis data. Berikutnya data suhu, kelembaban, dan kualitas udara yang diperoleh dari sensor akan dikirim sebagai parameter dalam permintaan itu. Selanjutnya, *Arduino IDE* akan mengolah data yang diterima dan menyimpannya ke dalam basis data.

Gambar 3. *Flowchart* Desain

3.2.3. Perancangan Aplikasi *Monitoring* Udara

Setelah menyelesaikan tahap identifikasi kebutuhan dan perancangan alat, langkah berikutnya adalah proses pengembangan aplikasi pemantauan. Proses instalasi aplikasi ini tidak perlu dijelaskan secara rinci, karena langkah nya serupa dengan pemasangan aplikasi lain pada *smartphone* [14].

Berikut adalah tahapan yang akan dijalani dalam proses ini. Tahap pertama melibatkan pembuatan desain menggunakan aplikasi *Blynk*, serta memastikan tampilan yang responsif dan ramah pengguna. Selanjutnya, pemrograman aplikasi yang dilakukan menggunakan aplikasi *Arduino IDE*, dan fungsi-fungsi akan disusun untuk mengolah data suhu, kelembaban dan udara yang diterima dari perangkat IoT. Integrasi dengan perangkat IoT khususnya ESP8266 terutama ESP8266 yang dilakukan melalui pengaturan komunikasi yang memanfaatkan protokol HTTP atau MQTT.

Gambar 4. Tampilan *Dashboard*

a. Uji Lapangan

Untuk tahap ini, peneliti akan menerapkan sistem pemantauan udara berbasis IoT yang telah dirancang di dalam lingkungan ruang kelas. Sistem ini akan dikonfigurasi untuk memantau tingkat suhu, kelembaban, serta kualitas udara secara langsung. Peneliti akan mengumpulkan informasi dalam kurun waktu tertentu dan mengevaluasi kinerja serta ketepatan sistem dalam memantau keadaan di ruang kelas. Uji Lapangan akan mencakup eksperimen untuk mensimulasikan berbagai skenario dan kondisi demi menilai akurasi serta respons sistem. Temuan dari tahap ini akan berperan penting dalam memvalidasi efektivitas sistem pemantauan yang berbasis IoT.

b. Desiminasi

Peneliti akan menyampaikan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti kepada Bapak Fachrid Wadly S.kom., M.kom sebagai pembimbing utama peneliti dan Bapak Muhammad Amin S.kom., M.kom sebagai dosen pembimbing peneliti. Ini mencakup penyusunan laporan teknis, makalah penelitian, dan presentasi untuk membagikan hasil studi. Peneliti juga akan mencari peluang untuk mempresentasikan temuan saya dalam seminar dan lokakarya yang berkaitan dengan IoT dan pengelolaan ruang kelas. Penyebaran hasil penelitian bertujuan untuk memberikan wawasan dan pengetahuan yang berharga dalam bidang sistem pemantauan berbasis IoT serta potensinya dalam penerapan di ruang kelas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

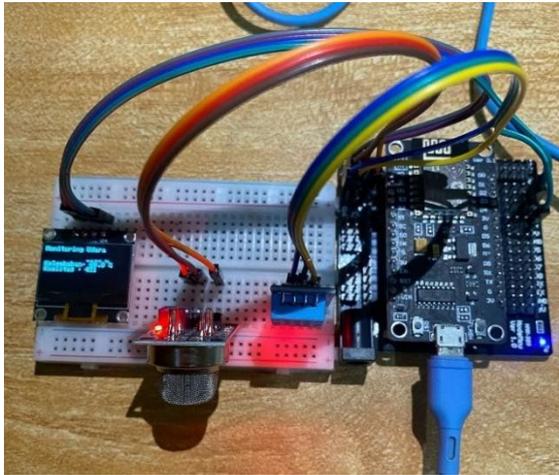
Dari penelitian yang akan dilakukan akan diketahui baik atau tidaknya pada cara kerja sensor sebagai masukan dan faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kurangnya efisiensi kinerja terhadap sensor. Selain itu, kerentanan terhadap komponen pada pergerakan menjadi faktor yang dapat menurunkan kinerja terhadap alat.

4.1. Implementasi Sistem Dan Alat

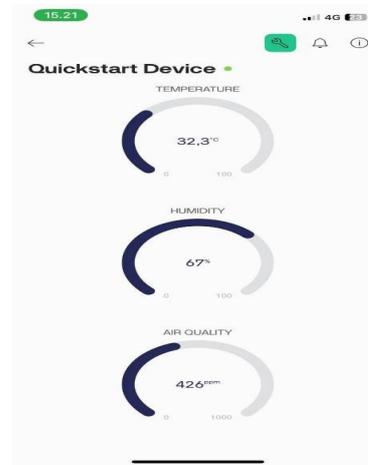
Setelah sistem *monitoring* kualitas udara yang berbasis IoT berhasil dirancang dan diterapkan, dilakukan serangkaian uji coba untuk mengetahui sejauh mana efektivitas alat dalam membaca dan menampilkan data suhu, kelembaban, serta kualitas udara secara *realtime*. Pengujian



dilakukan di salah satu ruang kelas dengan kondisi yang bervariasi, mulai dari ruangan kosong hingga saat aktivitas pembelajaran sedang berlangsung. Berikut adalah alat yang telah dirancang selama melakukan penelitian.



Gambar 5. Rancangan Alat suhu normal



Gambar 6. Tampilan *Blynk*

Pada rancangan menunjukkan bahwa alat Sensor DHT11 menunjukkan tingkat keakuratan yang memadai dalam mengukur suhu dan kelembaban, meskipun terdapat perbedaan kecil dibandingkan dengan alat ukur konvensional seperti *hygrometer digital*. Selisih tersebut masih berada dalam batas toleransi, yakni $\pm 2^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 3\%$ untuk kelembaban relatif, yang masih dapat diterima untuk sistem *monitoring non-industri*. Sensor MQ-135 juga berfungsi dengan baik dalam mendeteksi perubahan kualitas udara yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah orang di dalam ruangan, serta sirkulasi udara yang kurang lancar. Ketika ruangan tertutup rapat dan aktivitas berlangsung cukup lama, sensor mencatat kenaikan tingkat polusi udara, yang kemudian dikirim ke platform *Blynk* secara otomatis dan ditampilkan pada LCD OLED.

Setelah dilakukan perancangan alat langkah berikutnya kita akan memprogram alat tersebut untuk terhubung ke aplikasi *monitoring* nya. Peneliti menggunakan aplikasi *Blynk* sebagai alat untuk *me-monitoring* alat. Aplikasi ini tersedia untuk sistem operasi iOS dan *Android*, serta mendukung komunikasi real-time antara *smartphone* dan perangkat keras melalui jaringan Wi-Fi, *Ethernet*, atau koneksi seluler. Disini peneliti menghubungkan *Blynk* ke dalam iOS. Namun tidak hanya itu, *Blynk* juga dapat menggunakan *android*. Berikut adalah tampilan *dashboard* aplikasi *Blynk* yang telah di program dan terhubung ke sistem.

Aplikasi ini mampu menampilkan grafik fluktuasi suhu dan kelembaban, serta indikator kualitas udara dalam bentuk visual yang informatif. Platform *monitoring* yang dikembangkan menggunakan *Blynk* terbukti sangat membantu dalam visualisasi data. Antarmuka aplikasi yang sederhana dan mudah dipahami memungkinkan pengguna, terutama staf pengelola ruangan, untuk melakukan pemantauan tanpa perlu memiliki latar belakang teknis mendalam.

4.2. Implementasi Sistem Dan Alat

Berdasarkan hasil pengujian lapangan, sistem terbukti responsif dalam mendeteksi dan mengirimkan data ke *server*. Interval pembacaan data selama 2 detik memberikan cukup banyak data untuk dilakukan analisis tren kualitas udara. Selain itu, integrasi antara ESP8266, sensor, dan aplikasi berjalan tanpa gangguan berarti selama masa uji.



Dari sisi keandalan, sistem dapat terus beroperasi selama lebih dari 12 jam tanpa memerlukan restart atau intervensi manual, yang menunjukkan stabilitas dari sisi perangkat keras dan perangkat lunaknya.

4.3. Respon Dan Persepsi Pengguna

Dari wawancara singkat yang dilakukan dengan staff dan dosen yang menggunakan ruang kelas, sebagian besar memberikan respons positif terhadap keberadaan sistem ini. Mereka merasa lebih sadar akan pentingnya kualitas udara dan menyatakan bahwa informasi yang ditampilkan membantu mereka untuk memutuskan kapan harus membuka ventilasi atau mengaktifkan alat sirkulasi udara.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat digunakan untuk ruang kelas. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali, sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban, serta sensor MQ-135 untuk memantau kualitas udara. Hasil pembacaan sensor dikirimkan secara *real-time* ke platform *Blynk* dan ditampilkan juga melalui LCD OLED.

Sistem menunjukkan performa yang stabil dan responsif, dengan tingkat kesalahan pengukuran yang masih dalam batas wajar. Keberhasilan ini membuktikan bahwa pemanfaatan teknologi IoT dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kenyamanan serta kesehatan di ruang kelas melalui pemantauan lingkungan secara berkelanjutan. Selain itu, aplikasi *monitoring* yang dikembangkan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses informasi tanpa perlu ke lokasi langsung, sehingga efisiensi pengelolaan ruang kelas meningkat.

REFERENSI

- [1] Z. Syahputra, M. Iqbal, and M. I. Syarif, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Pada Smart Farming Berdasarkan Pengukuran Suhu Dan Kadar Air," *Semin. Nas. Sos. Sains dan Teknol. Halal*, pp. 15–18, 2022, [Online]. Available: <https://journal.pancabudi.ac.id/index.php/halal/article/view/4223%0Ahttps://journal.pancabudi.ac.id/index.php/halal/article/download/4223/3834>
- [2] M. Adam and M. Zurairah, "Perancangan Pengendali Suhu Ruangan Kelas Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara," *Semin. Nas. Tek. UISU*, vol. 4, no. 1, pp. 80–89, 2021.
- [3] F. Wadly, "Design Smart Door Locks With Internet Of Things Based On Pin Security Features," *Int. J. Comput. Sci. Math. Eng.*, vol. 2, no. 2, 2023.
- [4] UC Mariance, Irwan, Muhammad Arief, and Salman Nasution, "Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan dengan Internet of Things (IoT) Menggunakan Perangkat Radio Frekuensi Identification Berbasis Nodel Mcu Pada SMKN," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 3, no. 4, pp. 304–309, 2023, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i4.245.
- [5] R. Aulia, "Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan," *J. Tek. Inform. Univ. harapan medan*, vol. 6, no. 2502–7131, pp. 1–9, 2021.
- [6] A. Badawi and R. R. Harahap, "Monitoring Tegangan Dan Suhu Gardu Distribusi Berbasis Internet of Things," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. 3, pp. 778–783, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR778>
- [7] Mariza Wijayanti, "Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.169.
- [8] A. Mulyana, S. Rahmawati, R. Rahman, and Z. Nur Permatasari, "Alat Pengontrol Perangkat Elektronik Berbasis Iot Menggunakan Blynk Dan Google Assistant," *J. Comput. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–35, 2022, doi: 10.54840/jcstech.v2i1.24.



- [9] D. Kurniawan, S. R. Sulistiyanti, and U. Murdika, "Sistem Pemantau Gas Karbon Monoksida (Co) Dan Karbon Dioksida (Co2) Menggunakan Sensor Mq7 Dan Mq-135 Terintegrasi Telegram," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 2, pp. 200–206, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i2.2963.
- [10] I. El, A. Pakpahan, and U. Hasibuan, "Analisis Kinerja Sensor DHT11 Pada Alat Pendeteksi Suhu Menggunakan Metode Fuzzy Logic," vol. 03, no. 01, pp. 35–40, 2024.
- [11] K. Zuhri, F. Fahurian, and F. A. Putra, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ruang Parkir Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.57084/jeda.v4i1.1179.
- [12] V. Rahmadhani and Widya Arum, "Literature Review Internet of Think (Iot): Sensor, Konektifitas Dan Qr Code," *J. Manaj. Pendidik. Dan Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 2, pp. 573–582, 2022, doi: 10.38035/jmpis.v3i2.1120.
- [13] H. Herdianto, "Sistem Monitoring Kualitas Air Danau Siombak Menggunakan Arduino Uno," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 5, no. 2, p. 171, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i2.18202.
- [14] S. A. Kartini, P. C. Sabila, P. P. Budi, U. Tjut, and N. Dhien, "Instal : Jurnal Komputer," vol. 16, pp. 289–298, 2024.

