

Implementasi Teknologi IoT dalam Sistem Pemantauan Kualitas Udara di Politeknik Negeri Bengkalis

Eva Kurniawaty, Muhamad Nasir, M.Khairul*

Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

Email: ¹evakurni125@gmail.com, ²biruhitam.nasir@gmail.com, ³khairul4694@gmail.com

Abstrak– Lingkungan kampus yang padat aktivitas sehari-hari dapat berpotensi menimbulkan polusi udara jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan menjaga kualitas udara di area Politeknik Negeri Bengkalis agar lingkungan tetap aman dan sehat bagi seluruh civitas akademika. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memberikan informasi secara *real-time* mengenai kualitas udara kepada pengguna. Sistem ini menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-135 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), dengan pemrograman yang mengikuti protokol tertentu. Fokus utama penelitian ini adalah mengembangkan perangkat pemantauan yang dapat mengukur kadar CO dan CO₂ serta mendorong upaya peningkatan kualitas udara. Pengujian sistem dilakukan di lingkungan Politeknik Negeri Bengkalis, dan hasilnya menunjukkan bahwa kadar CO rata-rata berada dalam kategori normal atau baik, serta kadar CO₂ juga tergolong baik. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada upaya menjaga kualitas udara di lingkungan kampus untuk mendukung kesehatan dan keselamatan seluruh civitas akademika.

Kata Kunci: Kampus, Polusi, Internet of Things, CO, CO₂.

Abstract– The campus environment, with its high daily activity, has the potential to cause air pollution if not managed properly. Therefore, it is crucial to monitor and maintain air quality at Politeknik Negeri Bengkalis to ensure a safe and healthy environment for the entire academic community. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based air quality monitoring system that provides real-time information about air quality to users. The system utilizes MQ-2 and MQ-135 sensors to detect levels of carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂), with programming following specific protocols. The primary focus of this research is to develop a monitoring device that measures CO and CO₂ levels and promotes efforts to improve air quality. Testing of the system was conducted at Politeknik Negeri Bengkalis, and the results indicated that the average CO levels fall within the normal or good category, and CO₂ levels are also considered good. This research is expected to contribute to efforts to maintain air quality on campus, supporting the health and safety of the entire academic community.

Keywords: Campus, Pollutan, Internet of Things, CO, CO₂.

1. PENDAHULUAN

Udara merupakan elemen esensial bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam kehidupan sehari-hari, kualitas udara memainkan peran yang sangat penting, karena udara yang bersih dan sehat adalah syarat utama untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia. Namun, dengan pesatnya perkembangan teknologi berbasis mikrokontroler dan elektronik, serta peningkatan aktivitas industri dan transportasi, polusi udara menjadi salah satu masalah lingkungan yang semakin mengkhawatirkan. Berbagai sumber polusi, seperti emisi kendaraan bermotor, asap pabrik, dan limbah industri, telah menyebabkan penurunan kualitas udara yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia [1][2].

Polusi udara, terutama yang disebabkan oleh gas-gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), dapat menimbulkan dampak serius [3]. Karbon monoksida, misalnya, adalah gas beracun yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa, sehingga sulit dideteksi namun dapat menyebabkan kerusakan kesehatan yang signifikan [4]. Karbon dioksida, yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan berbagai aktivitas industri, berkontribusi pada perubahan iklim dan efek rumah kaca, yang mempengaruhi kualitas udara secara global [5].

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) saat ini sangat pesat dan menarik. Banyak inovasi terbaru yang terus muncul, mempengaruhi berbagai sektor seperti rumah pintar, kesehatan, industri, dan transportasi. IoT kini memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi secara lebih efisien, meningkatkan otomatisasi, dan mengumpulkan serta menganalisis data dalam skala besar [6]. Perkembangan Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) saat ini banyak digunakan dalam pemantauan kualitas udara, memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* dan analisis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi sumber pencemaran dan memantau perubahan kondisi udara dengan lebih akurat. Teknologi ini berperan penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang kualitas udara dan membantu pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi untuk menjaga kesehatan lingkungan [7][8].

Terdapat beberapa penelitian mengenai pemantauan kualitas udara yang dibahas dalam artikel berjudul “Monitoring Kualitas Udara Berbasis Web Menggunakan NodeMCU ESP8266”. Penelitian ini bertujuan untuk memantau dan menganalisis kualitas udara berdasarkan kadar CO₂ menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 [9][10]. Selain itu, ada juga artikel berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Web Memanfaatkan MQ-135 dan Arduino”. Penelitian ini mengembangkan aplikasi pemantauan kualitas udara

berbasis web yang memanfaatkan sensor MQ-135 dan mikrokontroler Arduino berbasis WEB memanfaatkan MQ-135 dan Arduino [11].

Politeknik Negeri Bengkalis, sebagai institusi pendidikan dengan berbagai kegiatan akademik dan administratif, juga memerlukan perhatian terhadap kualitas udara di sekitarnya. Lingkungan kampus yang padat dengan aktivitas sehari-hari dapat berpotensi menimbulkan polusi udara jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan menjaga kualitas udara di area Politeknik Negeri Bengkalis untuk memastikan lingkungan yang aman dan sehat bagi seluruh civitas akademika.

Pada penelitian ini diusulkan Implementasi Teknologi IoT dalam Sistem Pemantauan Kualitas Udara di Politeknik Negeri Bengkalis. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), diharapkan sistem monitoring ini dapat memberikan data real-time mengenai kadar gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), serta memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik dalam upaya menjaga kualitas udara di lingkungan kampus. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menyediakan solusi teknis, tetapi juga untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pemantauan kualitas udara dalam konteks pendidikan dan lingkungan akademis. Melalui implementasi ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang lebih sehat dan aman bagi seluruh civitas akademika Politeknik Negeri Bengkalis serta memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi monitoring udara yang lebih efisien dan efektif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam prosedur penelitian ini membahas tentang urutan-urutan dalam menyelesaikan penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, di mana masalah yang akan diteliti diidentifikasi dan dirumuskan dengan memahami isu atau tantangan yang ada serta mendefinisikannya dengan jelas, menyusun pertanyaan penelitian, dan menentukan tujuan penelitian. Setelah itu, pada tahap pengumpulan data, data yang diperlukan dikumpulkan melalui berbagai metode seperti survei, wawancara, observasi, atau studi dokumen, memastikan bahwa data yang dikumpulkan relevan, akurat, dan representatif. Kemudian, dilakukan perancangan sistem, yaitu merancang metode dan alat yang akan digunakan untuk menganalisis data, termasuk pembuatan model atau prototipe dan merancang prosedur penelitian. Setelah perancangan selesai, dilanjutkan dengan pembuatan sistem, di mana sistem atau aplikasi dibangun sesuai dengan desain yang telah dibuat, melibatkan pengembangan perangkat lunak, konfigurasi sistem, atau pembuatan alat penelitian. Selanjutnya, pada tahap pengujian system, sistem diuji untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik, data yang dihasilkan akurat, dan sistem dapat menangani berbagai kondisi. Terakhir, dilakukan analisa dan pembuatan laporan, dengan menganalisis data yang

telah dikumpulkan dan diolah, serta menyusun laporan penelitian yang sistematis dan jelas, mencakup temuan, kesimpulan, dan rekomendasi berdasarkan hasil penelitian untuk memudahkan pembaca memahami hasilnya.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hardware
 - a. NodeMCU ESP8266
 - b. Sensor MQ-135
 - c. Sensor MQ-2
 - d. Kabel jumper
 - e. Kabel USB
2. Software
 - a. Arduino IDE
 - b. Windows 10 Pro 64 Bit
 - c. Visual Studio Code
 - d. Mysql
 - e. PHP

2.3 Perancangan Sistem

Berikut ini disajikan rancangan sistem secara keseluruhan beserta penjelasannya, yang mencakup berbagai komponen dan fungsionalitas utama dari sistem yang dikembangkan. Tampilan umum dari alat tersebut, termasuk susunan komponen, antarmuka pengguna, dan fitur-fitur utama, dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini. Gambar tersebut memberikan gambaran visual yang jelas mengenai bagaimana setiap bagian sistem terintegrasi dan berfungsi secara bersamaan untuk mencapai tujuan pemantauan kualitas udara yang efisien. Dengan demikian, Gambar 2 tidak hanya menunjukkan desain fisik alat tetapi juga membantu dalam memahami struktur dan alur kerja sistem secara menyeluruh.



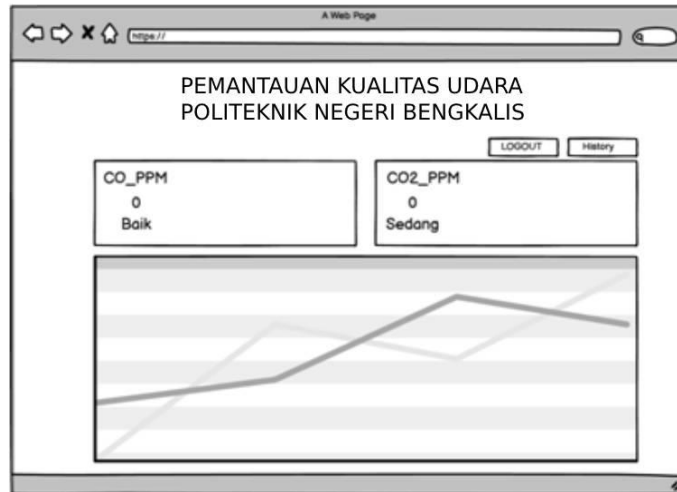
Gambar 2. Perancangan sistem

Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa penelitian ini akan mengembangkan sistem pemantauan kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) secara terintegrasi. Gambar tersebut memberikan penjelasan mendetail mengenai konfigurasi sistem serta hubungan antara komponen-komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini. Sistem ini memanfaatkan sensor MQ-2 untuk mengukur kadar CO dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi CO₂, yang keduanya berperan penting dalam memberikan data yang akurat mengenai kualitas udara. Sensor-sensor tersebut dihubungkan ke NodeMCU ESP8266, yang berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dari sensor dan mengirimkannya ke cloud. Data yang dikirimkan ke cloud ini kemudian diolah dan ditampilkan di web server, memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas udara secara real-time melalui antarmuka berbasis web. Dengan konfigurasi ini, sistem tidak hanya memastikan akurasi pemantauan tetapi juga menyediakan akses data yang mudah dan terintegrasi, mendukung analisis dan pengambilan keputusan yang lebih baik terkait kualitas udara di lingkungan Politeknik Negeri Bengkalis.

2.4 Perancangan Antarmuka

Berikut ini adalah tampilan antarmuka yang digunakan oleh pengguna untuk memantau kualitas udara di Politeknik Negeri Bengkalis melalui *website*, yang dirancang untuk memberikan informasi yang jelas dan komprehensif mengenai kondisi udara di area kampus. Halaman pemantauan ini menyajikan berbagai elemen visual, termasuk grafik, indikator, dan tabel yang menampilkan data *real-time* tentang kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Selain itu, antarmuka ini juga dilengkapi dengan fitur-fitur interaktif yang memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis lebih mendalam, seperti zoom in pada grafik untuk melihat detail yang lebih

spesifik atau mengatur filter untuk memfokuskan pada rentang waktu tertentu. Halaman pemantauan ini dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini, yang memberikan gambaran lengkap tentang bagaimana data kualitas udara disajikan dan diorganisir untuk mempermudah pemantauan serta pengambilan keputusan berbasis data. Desain antarmuka ini bertujuan untuk meningkatkan kemudahan akses dan pemahaman informasi bagi seluruh pengguna yang terlibat dalam upaya menjaga kualitas udara di lingkungan kampus.



Gambar 3. Perancangan Antarmuka

Selain tampilan antarmuka utama yang menampilkan kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) secara *real-time*, pengguna juga memiliki akses ke data riwayat pemantauan yang menyediakan informasi lebih mendalam mengenai kualitas udara dari waktu ke waktu. Halaman riwayat ini dirancang untuk menyimpan dan menampilkan data historis yang mencakup konsentrasi gas selama periode tertentu, memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis tren dan memantau perubahan kualitas udara dari hari ke hari atau bulan ke bulan. Halaman riwayat tersebut dapat diakses dan dilihat pada Gambar 4 di bawah ini, yang menunjukkan antarmuka yang memuat grafik dan tabel yang merangkum data historis, serta fitur-fitur tambahan untuk filter dan pencarian data. Dengan adanya halaman riwayat ini, pengguna dapat lebih mudah mengevaluasi pola fluktuasi kualitas udara, mengidentifikasi potensi masalah, dan mengambil tindakan proaktif berdasarkan informasi yang telah terkumpul.

Id	waktu	CO	CO2
1	2023-06-05 17:01	45	50
2	2023-06-05 17:03	47	80
3	2023-06-05 17:04	44	70
4	2023-06-05 17:06	43	73
5	2023-06-05 17:07	47	67
6	2023-06-05 17:08	47	43
7	2023-06-05 17:10	46	66

Gambar 4. Tampilan Data Riwayat

Beberapa pengujian telah dilakukan pada waktu yang berbeda untuk memastikan akurasi dan konsistensi data yang diperoleh dari sistem pemantauan kualitas udara. Data yang dikumpulkan selama pengujian tersebut mencakup berbagai waktu dan kondisi lingkungan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) di area Politeknik Negeri Bengkalis. Hasil pengujian ini kemudian disusun dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis dan perbandingan. Data kadar CO dan CO₂ yang diperoleh dari pengujian-pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini, yang menunjukkan informasi rinci mengenai variasi konsentrasi gas pada berbagai waktu dan kondisi. Tabel ini memberikan gambaran yang jelas tentang fluktuasi kadar gas dan membantu dalam menilai kinerja sistem pemantauan serta dampaknya terhadap kualitas udara di lingkungan kampus.

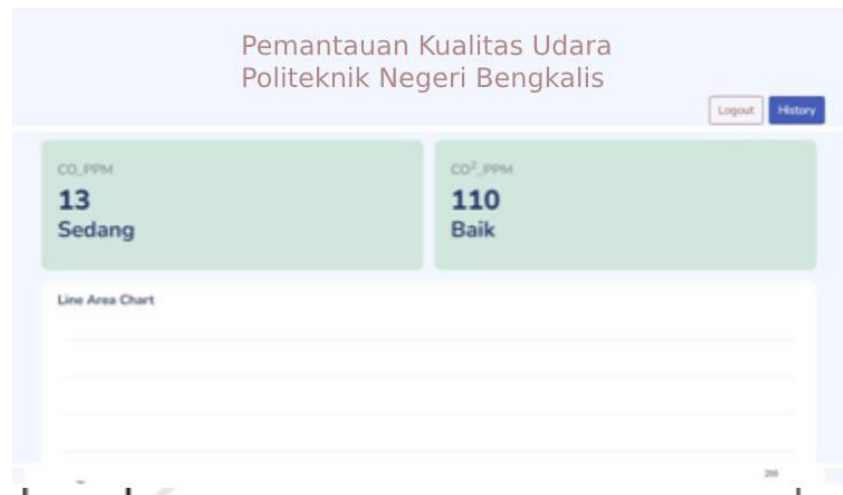
Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Waktu	CO	CO2
1	2024-07-16	9	117
2	2024-07-16	7	176
3	2024-07-16	9	283
4	2024-07-16	13	117
5	2024-07-21	12	117
6	2024-07-21	5	39
7	2024-07-21	13	117
8	2024-07-21	13	117
9	2024-07-21	13	98
10	2024-07-21	13	110

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

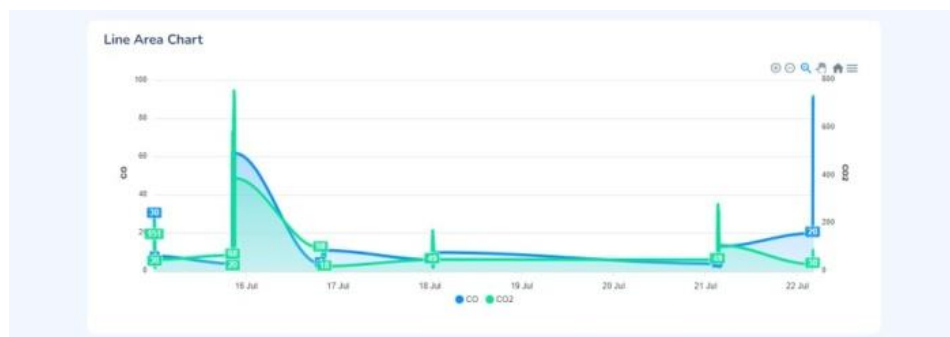
Penelitian ini menghasilkan sistem pemantauan kualitas udara yang terintegrasi dengan *Server Cloud IoT Platform*, memberikan solusi canggih untuk memantau tingkat konsentrasi karbon dioksida (CO₂) dan karbon monoksida (CO) di udara di Politeknik Negeri Bengkalis. Sistem ini dirancang untuk menampilkan data secara *real-time* melalui situs web yang *user-friendly*, memungkinkan pemantauan yang mudah dan langsung oleh pengguna. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur-fitur canggih yang menunjukkan informasi status berdasarkan kondisi yang terdeteksi, seperti apakah tingkat CO dan CO₂ berada dalam kategori baik, sedang, atau buruk. Fitur ini mendukung analisis lebih lanjut dengan memberikan laporan yang detail dan grafik visual yang memudahkan pemahaman data. Data yang dikumpulkan dapat diakses melalui berbagai perangkat yang terhubung dengan *internet*, termasuk *smartphone*, *tablet*, dan komputer, sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas udara kapan saja dan di mana saja. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya menyediakan pemantauan yang komprehensif dan *real-time*, tetapi juga berkontribusi pada upaya perbaikan kualitas udara dengan memberikan informasi yang relevan dan mudah diakses kepada seluruh civitas akademika dan pihak terkait di Politeknik Negeri Bengkalis.

Hasil implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pemantauan kualitas udara di Politeknik Negeri Bengkalis menunjukkan penggunaan sensor MQ2 dan MQ135 untuk mengukur kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) secara efektif. Sistem ini juga memanfaatkan *multiplexer analog* sebagai penghubung antara sensor-sensor tersebut, yang memungkinkan pembacaan data dari beberapa sensor secara bersamaan dan efisien. Selain itu, NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler utama, yang berfungsi untuk mengolah data yang diterima dari sensor dan mengirimkan informasi tersebut ke *server cloud* untuk pemantauan dan analisis lebih lanjut. Dengan integrasi komponen-komponen ini, sistem mampu memberikan pemantauan kualitas udara yang *real-time* dan akurat, serta memungkinkan akses data yang mudah melalui platform berbasis web. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pemantauan kualitas udara, tetapi juga memungkinkan pemeliharaan dan perbaikan sistem yang lebih cepat serta responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.



Gambar 5. Tampilan Halaman Pemantauan

Gambar 5 di atas menunjukkan tampilan dashboard dari sistem pemantauan kualitas udara yang digunakan untuk mengawasi kondisi udara di Politeknik Negeri Bengkalis. Dashboard ini dirancang untuk memberikan informasi yang komprehensif dan mudah dipahami mengenai kualitas udara, termasuk konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Tampilan visual pada dashboard mencakup grafik dan indikator yang menunjukkan tingkat CO dan CO₂ dalam waktu nyata, serta status keseluruhan kualitas udara yang dikategorikan dalam berbagai level seperti baik, sedang, atau buruk. Selain itu, dashboard ini juga dilengkapi dengan fitur yang memungkinkan pengguna untuk melihat tren historis dan menganalisis data secara mendalam, sehingga mempermudah dalam melakukan pemantauan jangka panjang dan pengambilan keputusan berbasis data. Dengan fitur-fitur ini, dashboard tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan tetapi juga sebagai sumber informasi yang mendukung upaya perbaikan dan manajemen kualitas udara di lingkungan kampus.



Gambar 6. Tampilan Grafik

4. KESIMPULAN

Sistem pemantauan kualitas udara yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan sensor MQ2 dan MQ135 dengan modul ESP8266 serta multiplexer analog, sehingga mampu mengukur konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) di lingkungan Politeknik Negeri Bengkalis secara real-time dengan akurasi yang tinggi. Pengukuran kualitas udara di Politeknik Negeri Bengkalis menunjukkan hasil yang konsisten dengan klasifikasi yang telah ditentukan, di mana sistem ini secara efektif dapat membedakan antara kondisi udara yang baik, sedang, dan buruk berdasarkan konsentrasi CO dan CO₂ yang terdeteksi. Selain itu, alat ini tidak hanya berfungsi untuk memantau kadar CO dan CO₂ di lokasi tertentu, tetapi juga memiliki kemampuan untuk mengirimkan data secara otomatis ke sebuah *website*, sehingga memungkinkan akses informasi yang mudah, cepat, dan transparan bagi para pengguna. Sistem ini dilengkapi dengan fitur-fitur tambahan yang memungkinkan analisis data secara mendalam dan pelaporan yang terperinci, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi tren atau perubahan dalam kualitas udara dari waktu ke waktu. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya menyediakan pemantauan yang komprehensif, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih informasional dan berbasis data, serta berkontribusi pada upaya menjaga dan meningkatkan kualitas udara di lingkungan kampus, sehingga menciptakan suasana yang lebih sehat dan nyaman bagi seluruh civitas akademika.



REFERENCES

- [1.] S. Mutamirah and B. Sunu, "Kemampuan alat penyaring udara dengan media pelepah pisang dan zeolite untuk menurunkan kadar karbon monoksida (CO) di udara", *Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, vol. 19, no. 1, pp. 137-143, 2019.
- [2.] N. Syamiah, "Pencemaran udara dalam ruangan (karbon dioksida dan total senyawa organik volatile) serta gangguan paru pada siswa SD di Depok", *Journal of Baja Health Science*, vol. 1, no. 02, pp. 126-140, 2021.
- [3.] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor", *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, vol.2, no.3, pp 241-247, 2014.
- [4.] R. Dewant, "Identification of CO Exposure, Habits, COHb Blood and Worker's Health Complaints on Basement Waterplace Apartment, Surabaya", *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 10, no. 01, pp. 59-69, 2018.
- [5.] H. Widodo, R. Sari, and S. Prabowo, "Dampak emisi karbon dioksida terhadap kualitas udara dan perubahan iklim", *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 45-60, 2017.
- [6.] N. Hidayati, S. Budi, and M. Ahmad, "Internet of Things (IoT): Konsep dan aplikasinya dalam teknologi modern", *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, pp. 245-260, 2019.
- [7.] J. Pebralia, H. Akhsan, and I. Amri, "Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Monitoring Kualitas Udara pada Ruang Terbuka", *International Conference on Environmental Technology*, vol.7, no.1, pp. 45-52, 2024.
- [8.] S. Sadi, S. Mulyati, and P. B. Setiawan, "Internet of Things pada Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Web Server", *International Conference on Smart Technologies*, vol.1, no.4, pp.1085-1094, 2024.
- [9.] B. K. Yakti, "Monitoring kualitas udara berbasis web menggunakan NodeMCU ESP8266", *Jurnal Teknologi dan Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 55-68, 2022.
- [10.] Rochmania, I. Sucahyo, and M. Yantidewi, "Monitoring kandungan CO₂ berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan sensor MQ135", *J. Sains dan Pendidik. Fis*, vol. 17, no. 3, pp. 249-259, 2021.
- [11.] Saputra and Diana, "Rancang bangun sistem monitoring kualitas udara berbasis web memanfaatkan MQ-135 dan Arduino", *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 15, no. 2, pp. 101-115, 2022.