

Sistem monitoring kualitas udara sebagai media edukasi kesadaran lingkungan bagi masyarakat perkotaan

Faridatun Nadziroh^{1*}, Nihayatus Sa'adah², Budi Aswoyo³, I Gede Puja Astawa⁴, Okkie Puspitorini⁵, Tri Budi Santoso⁶, Mohamad Ridwan⁷, Ari Wijayanti⁸, Moga Kurniajaya⁹, Gilang Arya Wahyu¹⁰, Kurniawan Try Yudha¹¹, Dafa Raihan¹², Ika Shafira Salwadilla¹³

¹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: faridatun@pens.ac.id

²Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: nihayatus@pens.ac.id

³Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: budias@pens.ac.id

⁴Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: puja@pens.ac.id

⁵Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: okkie@pens.ac.id

⁶Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: tribudi@pens.ac.id

⁷Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: ridwan@pens.ac.id

⁸Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: ariw@pens.ac.id

⁹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: moga@staff.pens.ac.id

¹⁰Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: gilangarya@te.student.pens.ac.id

¹¹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: kurniawantryyudha@te.student.pens.ac.id

¹²Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: dafaraihan@te.student.pens.ac.id

¹³Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, email: ikashafira@te.student.pens.ac.id

*Koresponden penulis

Info Artikel

Riwayat Artikel

Diajukan: 2025-03-23

Diterima: 2025-05-17

Diterbitkan: 2025-05-27

Keywords:

air quality; monitoring system; multi-in-one sensor

Kata Kunci:

kualitas udara; sistem pemantauan; sensor multi-in-one



Lisensi: cc-by-sa

Copyright © 2025 Faridatun Nadziroh, Nihayatus Sa'adah, Budi Aswoyo, I Gede Puja Astawa, Okkie Puspitorini, Tri Budi Santoso, Mohamad Ridwan, Ari Wijayanti, Moga Kurniajaya, Gilang Arya Wahyu, Kurniawan Try

ABSTRACT

The issue of air quality in urban areas has become a serious concern due to high levels of development, industrialization, and dense populations. This problem contributes to increased air pollution, which directly impacts public health, leading to respiratory diseases and heart conditions. This community service project aims to provide accurate information about air quality in urban areas and raise public awareness of the importance of maintaining environmental quality. A technology-based air quality monitoring system was developed using the multi-in-one RK300-08 sensor, which measures various air pollution parameters, such as carbon monoxide (CO), ozone (O₃), sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂), as well as fine dust particles (PM_{2.5}) and larger particulates (PM₁₀). The monitoring data is processed by an ESP32 microcontroller and displayed in real-time on a web dashboard accessible to the public. This sensor was chosen due to its comprehensive ability to measure hazardous air quality parameters. The implementation results show that the information provided is fast, accurate, and integrated, offering higher efficiency compared to conventional methods like the Air Pollution Standard Index (ISPU), which often lacks real-time data. Social impact evaluation indicates increased public awareness, with citizens taking more proactive preventive actions, such as reducing outdoor activities during poor air quality and becoming more concerned about environmental cleanliness. With this system, the public can actively participate in environmental monitoring, contributing to the creation of a healthier and more sustainable environment, and demonstrating the significant potential of IoT technology in addressing environmental issues in densely populated urban areas.

ABSTRAK

Permasalahan kualitas udara di kawasan perkotaan semakin serius akibat pembangunan, industrialisasi, dan padatnya jumlah penduduk. Masalah ini

Yudha, Dafa Raihan, Ika Shafira
Salwadilla

berdampak pada kesehatan masyarakat, seperti penyakit pernapasan dan gangguan jantung. Pengabdian masyarakat ini bertujuan memberikan informasi akurat tentang kondisi udara perkotaan dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas lingkungan. Sistem pemantauan kualitas udara berbasis teknologi dikembangkan menggunakan sensor multi-in-one RK300-08, yang mengukur berbagai parameter polusi udara, seperti karbon monoksida (CO), ozon (O₃), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), serta partikel debu halus (PM2.5) dan lebih besar (PM10). Data pemantauan diproses dengan mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan real-time melalui dasbor web yang dapat diakses masyarakat. Sensor ini dipilih karena kemampuannya yang komprehensif untuk mengukur parameter udara yang berbahaya bagi kesehatan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa informasi yang diberikan cepat, akurat, dan terintegrasi, lebih efisien dibandingkan metode konvensional seperti Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yang tidak memberikan informasi waktu nyata. Evaluasi dampak sosial menunjukkan peningkatan kesadaran masyarakat yang lebih proaktif dalam mengambil langkah preventif, seperti mengurangi aktivitas luar ruangan saat udara buruk. Dengan sistem ini, masyarakat dapat berpartisipasi langsung dalam pemantauan lingkungan, mendukung terciptanya lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan, serta menunjukkan potensi teknologi IoT dalam mengatasi masalah lingkungan di kawasan padat penduduk.

Cara mensitasi artikel:

Nadzirah, F., Sa'adah, N., Aswoyo, B., Astawa, I. G. P., Puspitorini, O., Santoso, T. B., Ridwan, M., Wijayanti, A., Kurniajaya, M., Wahyu, G. A., Yudha, K. T., Raihan, D., & Salwadilla, I. S. (2025). Sistem monitoring kualitas udara sebagai media edukasi kesadaran lingkungan bagi masyarakat perkotaan. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, 8(2), 454–466. <https://doi.org/10.33474/jipemas.v8i2.23491>

PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan salah satu isu lingkungan yang paling mendesak, terutama di kawasan urban yang padat penduduk (Haya et al., 2025; Umah & Gusmira, 2024). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor, pertumbuhan industri, serta kegiatan pembangunan yang pesat meningkatkan emisi polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan. Polusi udara dapat menyebabkan gangguan pernapasan, penyakit jantung, serta meningkatkan risiko kanker paru-paru (Hasanuddin & Herdianto, 2023). Salah satu parameter utama yang digunakan untuk memantau kualitas udara adalah konsentrasi partikel debu halus (PM2.5 dan PM10), serta gas-gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), ozon (O₃), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂) (Ertiana, 2022). Polutan ini tidak hanya berpengaruh pada kesehatan individu tetapi juga berdampak buruk pada kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan (Middinali & Rahayu, 2019).

Tingginya tingkat polusi udara di kota-kota besar, seperti Jakarta dan Surabaya, membuat pengelolaan kualitas udara menjadi salah satu prioritas penting bagi pemerintah dan masyarakat. Meski pemerintah telah menyediakan alat untuk memantau kualitas udara, seperti Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), akses terhadap data yang real-time bagi masyarakat masih terbatas (Umah & Gusmira, 2024). Oleh karena itu, perlu adanya teknologi yang lebih efisien dalam menyediakan informasi kualitas udara secara langsung dan mudah diakses. Salah satu teknologi yang berkembang pesat untuk menangani masalah ini adalah sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) (Riswandha et al., 2024; Subagiyo et al., 2021). Sebagai salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia, Surabaya menghadapi berbagai

tantangan lingkungan, termasuk masalah kualitas udara. Kota ini memiliki luas wilayah 326,81 km² dan populasi lebih dari 2,88 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2022). Aktivitas ekonomi, industrialisasi, dan urbanisasi yang pesat telah meningkatkan konsentrasi polusi udara, seperti karbon monoksida (CO), ozon (O₃), sulfur dioksida (SO₂), dan partikulat (PM_{2.5} dan PM₁₀). Di Permasalahan kualitas udara diperburuk oleh aktivitas pembangunan perumahan yang menghasilkan debu dalam jumlah besar (Nurlaili & Hendrasarie, 2023).

Kualitas udara yang buruk dapat berdampak serius pada kesehatan masyarakat, termasuk peningkatan risiko infeksi saluran pernapasan atas (ISPA). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa debu ambien di daerah Keputih melebihi baku mutu dengan konsentrasi partikel 0,3223 mg/Nm³, yang jauh melampaui ambang batas yang diizinkan (Rumampuk et al., 2021). Kondisi ini membutuhkan intervensi yang tepat untuk memantau dan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kualitas udara.

Pemerintah telah menyediakan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) seperti terlihat pada Tabel 1, sebagai alat untuk memantau kualitas udara. Namun, akses masyarakat terhadap data ini masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi untuk menyediakan informasi kualitas udara secara *real-time*, yang dapat diakses oleh masyarakat luas (Middinali & Rahayu, 2019). Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang lebih efisien dengan menggunakan sensor canggih yang dapat mengukur berbagai parameter polusi udara secara simultan dengan akurasi yang lebih tinggi.

Tabel 1. Indeks standar pencemar udara (ISPU)

ISPU	24 Jam Partikulat (PM _{2.5}) µg/m ³	Kategori	Status Warna
0 – 50	15.5	Baik	Hijau
51 – 100	55.4	Sedang	Biru
101 – 200	150.4	Tidak Sehat	Kuning
201 – 300	250.4	Sangat Tidak Sehat	Merah
>300	500	Berbahaya	Hitam

Sistem pemantauan berbasis *IoT (Internet Of Things)* menawarkan solusi yang efektif untuk memantau kualitas udara secara *real-time* menggunakan sensor canggih yang dapat mengukur berbagai parameter polusi udara dengan akurat (Hasyim & Suharjo, 2024; Koukouli et al., 2016). Teknologi ini memanfaatkan sensor *multi-in-one* seperti RK300-08 yang dapat mendeteksi CO, O₃, SO₂, NO₂, PM_{2.5}, dan PM₁₀ secara simultan, yang kemudian datanya diproses menggunakan mikrokontroler seperti ESP32 dan ditampilkan pada *platform web* yang dapat diakses oleh masyarakat secara bebas. Dengan adanya sistem ini, masyarakat dapat memperoleh informasi kualitas udara secara langsung dan mengambil langkah-langkah preventif untuk melindungi kesehatan masyarakat dari polusi yang berbahaya.

Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan kualitas udara, tetapi juga sebagai media edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kualitas udara. Melalui sosialisasi yang dilakukan,

masyarakat dapat lebih memahami dampak polusi udara terhadap kesehatan dan belajar bagaimana cara-cara untuk mengurangi paparan terhadap polutan. Sosialisasi ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan masyarakat dan meningkatkan partisipasi mereka dalam pengelolaan lingkungan yang lebih baik.

Dengan adanya sistem pemantauan ini, diharapkan masyarakat tidak hanya mendapatkan informasi tentang kualitas udara tetapi juga dapat berpartisipasi secara aktif dalam menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan. Teknologi ini memberikan solusi yang lebih efisien, terintegrasi, dan berbasis data, serta dapat menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan bagi masyarakat di kawasan perkotaan.

METODE

Metode yang digunakan dalam pengabdian masyarakat ini yaitu menggunakan metode *Research and Development (R&D)* atau dikenal dengan metode penelitian dan pengembangan (Sukmadinata, 2015). Metode R&D berfokus pada penerapan teknologi berbasis *IoT (Internet of Things)* untuk pemantauan kualitas udara di daerah padat penduduk kawasan keputih surabaya. Metode ini menggabungkan elemen penelitian ilmiah untuk memahami permasalahan kualitas udara dengan pengembangan sistem teknologi yang dapat digunakan oleh masyarakat. Proses ini dirancang agar setiap tahapan pengembangan sistem tidak hanya menjadi langkah teknis, tetapi juga relevan dan bermanfaat bagi masyarakat.

Metode R&D sangat relevan karena pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem teknologi yang efektif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan. Proses ini dimulai dari penelitian untuk memahami kondisi polusi udara dan tantangan dalam pemantauan kualitas udara, dilanjutkan dengan pengembangan sistem yang dapat diimplementasikan untuk masyarakat luas. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam metode ini.

Tahap pertama dari metode ini adalah penelitian untuk memahami masalah kualitas udara di kawasan perkotaan, yang dimulai dengan studi literatur. Dalam tahap ini, dilakukan pencarian informasi mengenai teknologi pemantauan kualitas udara yang telah ada, serta tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan kualitas udara di daerah padat penduduk seperti Keputih. Informasi ini penting untuk merancang sistem yang lebih sesuai dengan kebutuhan masyarakat setempat. Selain itu, studi literatur juga mencakup pemilihan teknologi sensor yang tepat dan platform berbasis IoT yang dapat diterapkan dalam sistem pemantauan kualitas udara. Di sini, peran serta masyarakat sangat penting, misalnya dengan melibatkan mereka dalam identifikasi masalah lokal terkait polusi udara yang dirasakan sehari-hari.

Berdasarkan hasil studi literatur, langkah berikutnya adalah merancang sistem pemantauan kualitas udara. Sistem ini dirancang untuk mengukur berbagai parameter polusi udara, seperti CO, O₃, SO₂, NO₂, PM2.5, dan PM10, menggunakan sensor multi-in-one yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Sistem ini akan menampilkan hasil pemantauan secara real-time di

dasbor web yang dapat diakses secara bebas oleh masyarakat. Desain sistem diawali dalam skala laboratorium untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik sebelum diterapkan di lapangan. Pada tahap ini, masyarakat juga dilibatkan untuk memberikan masukan mengenai kebutuhan dan preferensi mereka terhadap sistem yang akan dikembangkan, sehingga sistem ini lebih mudah diterima dan digunakan oleh mereka.

Setelah sistem selesai dirancang, tahap berikutnya adalah pengujian sistem dalam skala yang lebih besar, yaitu di lingkungan Keputih. Pengujian ini mencakup beberapa aspek, seperti memastikan bahwa sistem dapat mengumpulkan data dengan akurat, mengirimkan data ke platform web, dan menampilkan hasil yang tepat di dasbor. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengukur kestabilan dan kehandalan sistem dalam kondisi lapangan yang lebih variatif. Keterlibatan masyarakat sangat penting pada tahap uji coba ini, misalnya dengan melibatkan mereka dalam memantau hasil yang ditampilkan di dasbor dan memberikan umpan balik terkait keakuratan serta kemudahan penggunaan sistem.

Selain pengembangan sistem teknis, pengabdian masyarakat ini juga mencakup sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat Keputih, Surabaya mengenai pentingnya kualitas udara dan cara menggunakan sistem pemantauan udara yang telah dikembangkan. Sosialisasi ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang dampak polusi udara terhadap kesehatan, serta bagaimana mereka dapat mengurangi paparan terhadap polutan. Masyarakat diajak untuk berperan aktif dalam menggunakan sistem ini untuk memantau kualitas udara di lingkungan mereka. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dapat lebih proaktif dalam menjaga kualitas udara dan lebih sadar akan pentingnya menjaga kesehatan lingkungan.

Untuk memastikan keberlanjutan sistem, akan ada program pelatihan bagi masyarakat dalam pemeliharaan dan penggunaan sistem secara mandiri. Selain itu, mekanisme pelibatan masyarakat dalam pemantauan kualitas udara akan terus diterapkan untuk mendukung keberlanjutan proyek ini dalam jangka panjang. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi dalam jangka pendek, tetapi juga dapat memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat Keputih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat dimulai dengan melakukan koordinasi dengan pihak kelurahan dan kecamatan di kawasan Keputih. Langkah pertama yang dilakukan adalah membangun komunikasi dan menjelaskan tujuan kegiatan ini, yakni untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kualitas udara melalui penerapan sistem pemantauan berbasis teknologi. Dalam koordinasi ini, pihak kelurahan dan kecamatan sangat berperan penting dalam memberikan izin dan dukungan administrasi yang diperlukan, serta memberikan informasi terkait kondisi lokal yang sangat berguna untuk kelancaran kegiatan. Selain itu, koordinasi ini juga melibatkan diskusi mengenai lokasi yang tepat untuk implementasi sistem pemantauan udara, yang dipilih berdasarkan pertimbangan aksesibilitas dan dampak positif bagi masyarakat

setempat. Nantinya, pemerintah setempat dilibatkan dalam proses sosialisasi kepada masyarakat, agar lebih memahami manfaat dari sistem ini dan dapat mengakses informasi kualitas udara secara mandiri. Melalui kerjasama yang baik dengan kelurahan dan kecamatan, kegiatan ini diharapkan dapat berjalan dengan lancar, sesuai harapan, dan memberikan dampak positif bagi masyarakat di kawasan Keputih. Gambar 1 menunjukkan proses koordinasi awal tim dengan pihak kelurahan dan kecamatan.



Gambar 1. Koordinasi awal dengan pihak kelurahan dan kecamatan

Selanjutnya dilakukan kegiatan diskusi internal dengan tim pengembangan seperti terlihat pada Gambar 2. Pada tahap ini, tim akan diberi pemahaman tentang tujuan dan ruang lingkup pengabdian masyarakat, serta pembagian tugas dan tanggung jawab masing-masing anggota tim. Diskusi ini juga berfungsi untuk memastikan bahwa seluruh anggota tim memiliki pemahaman yang sama mengenai metodologi, tahapan, dan alat yang akan digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas udara. Pembahasan ini penting untuk memastikan semua komponen sistem bekerja dengan baik, dan tim dapat bekerja dengan efisien sesuai dengan timeline yang ditetapkan.



Gambar 2. Kegiatan diskusi internal tim

Setelah diskusi dan pembagian tugas, tim pengembangan memulai proses perancangan sistem. Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan untuk

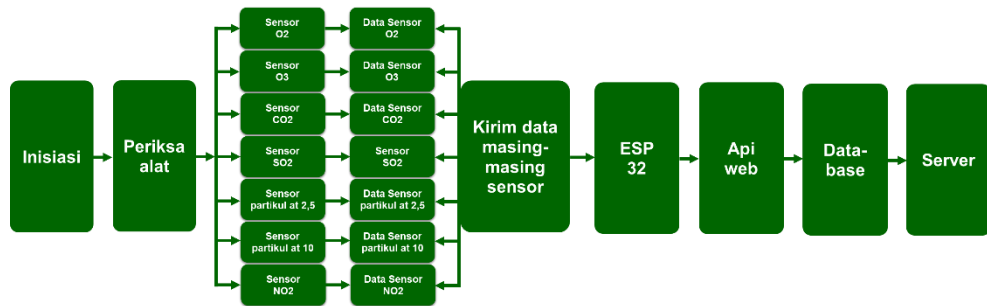
menentukan sensor dan perangkat keras yang diperlukan, seperti sensor multi-in-one RK300-08 untuk pengukuran parameter polusi udara (CO , O_3 , SO_2 , NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$, dan PM_{10}), serta mikrokontroler ESP32 untuk pengolahan data. Proses desain juga melibatkan penentuan platform berbasis IoT yang memungkinkan data yang dihasilkan oleh sensor dapat diakses oleh masyarakat melalui web. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi kualitas udara secara real-time, dengan antarmuka pengguna yang ramah dan mudah diakses. Proses ini melibatkan masukan dari masyarakat mengenai kemudahan akses dan navigasi pada platform web yang akan digunakan. Ini menunjukkan bagaimana teknologi yang dikembangkan disesuaikan dengan kebutuhan nyata masyarakat setempat.

Setelah desain selesai, tahap selanjutnya adalah pengujian sistem di lapangan. Pengujian ini tidak hanya mencakup pengujian teknis, tetapi juga melibatkan masyarakat Keputih dalam evaluasi sistem. Masyarakat dilibatkan dalam pengujian antarmuka website, di mana mereka diberikan kesempatan untuk menggunakan platform dan memberikan umpan balik tentang kemudahan penggunaannya. Ini merupakan bagian dari pendekatan partisipatif yang memungkinkan masyarakat berperan aktif dalam proses evaluasi dan pengujian. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan informasi kualitas udara secara akurat dan mudah dipahami oleh masyarakat.

Selain pengujian teknis, proses instalasi perangkat dilakukan dengan melibatkan masyarakat setempat. Pemasangan dilakukan pada malam hari untuk menghindari gangguan terhadap aktivitas sehari-hari warga, sehingga masyarakat dapat merasakan manfaat dari sistem ini tanpa gangguan. Instalasi ini juga melibatkan warga sebagai bagian dari proses, menguatkan kesan bahwa sistem ini dibangun dan diterapkan dengan partisipasi aktif masyarakat.

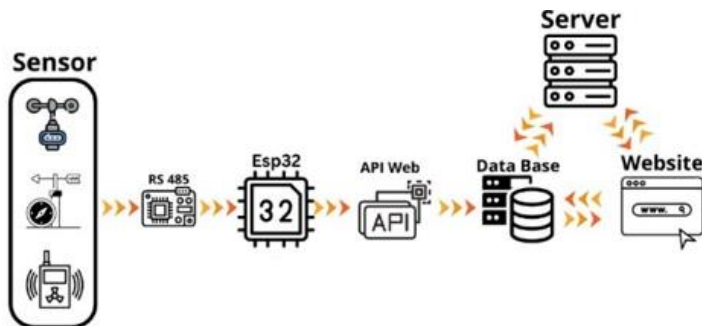
Dalam merancang sistem monitoring kualitas udara, terdapat alur kerja yang harus dilalui seperti terlihat pada Gambar 3. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi terkini mengenai kualitas udara di kawasan Keputih secara *real-time* yang mudah diakses oleh masyarakat melalui platform web. Sistem ini mampu memantau berbagai parameter kualitas udara, di antaranya kadar oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), gas ozon (O_3), sulfur dioksida (SO_2), partikel debu halus ($\text{PM}_{2.5}$), partikel lebih besar (PM_{10}), dan nitrogen dioksida (NO_2).

Seluruh data yang diperoleh dari ketujuh sensor tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32, yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari sensor-sensor yang ada dan mengirimkannya melalui API web dengan menggunakan jaringan internet. Setelah itu, data tersebut disalurkan ke database, sehingga informasi mengenai kualitas udara dapat diakses secara langsung oleh masyarakat melalui website yang telah disiapkan. Website ini dirancang dengan antarmuka yang ramah pengguna, memastikan kemudahan akses dan kenyamanan bagi masyarakat dalam memantau kualitas udara secara *real-time*. Alur kerja sistem pemantauan kualitas udara dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur kerja sistem

Setelah perancangan sistem selesai, langkah berikutnya adalah pengujian dan pembuatan sistem dalam skala yang lebih besar. Pada tahap ini, sistem diuji coba di laboratorium untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik, mulai dari sensor yang mengukur kualitas udara hingga mikrokontroler yang memproses dan mengirimkan data ke platform web. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi masalah teknis dan mengoptimalkan kinerja sistem sebelum diimplementasikan di lapangan. Setelah pengujian di laboratorium, tim melanjutkan dengan pengujian di lokasi yang telah dipilih, memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik di kondisi dunia nyata. Hasil pengujian akan dievaluasi dan sistem diperbaiki sesuai kebutuhan. Berikut merupakan blok diagram sistem pemantauan kualitas udara.



Gambar 4. Blok diagram sistem pemantauan kualitas udara

Gambar 4 menjelaskan bahwa Pembuatan sistem ini melibatkan integrasi antara perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang saling mendukung dan bekerja secara sinergis. Proses ini dimulai dari pemilihan sensor yang tepat, penyusunan rangkaian perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, hingga pembuatan antarmuka sistem website untuk menampilkan data sensor secara *real-time*. Pada tahap pengujian, dilakukan uji coba yang mencakup pengujian pengambilan data dari sensor, pengiriman data ke database, dan tampilan antarmuka di dasbor website. Pengujian ini dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan setiap komponen sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

Tahap pertama adalah pengujian pengambilan data oleh sensor. Pengujian dilakukan baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan, dengan variasi waktu yang berbeda untuk memastikan hasil yang lebih akurat. Sensor-sensor yang diuji mencakup sensor oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), gas ozon (O_3), sulfur dioksida (SO_2), partikulat $PM_{2.5}$, partikulat PM_{10} , dan nitrogen dioksida (NO_2). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor-sensor tersebut berfungsi dengan baik dan dapat menghasilkan data yang sesuai dengan standar yang diharapkan.

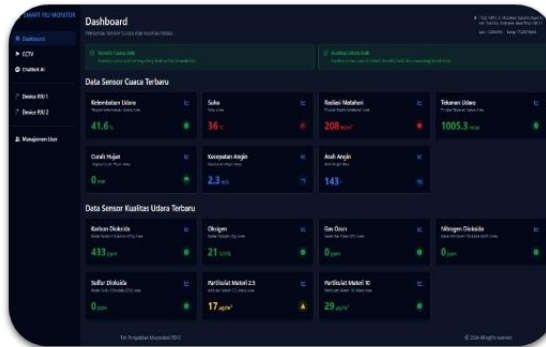
Tahap kedua adalah pengujian pengiriman data ke database. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirimkan ke database melalui API web dengan memanfaatkan jaringan internet. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa pengiriman data berjalan sesuai dengan interval yang telah ditentukan, sehingga data yang tersimpan di database dapat menampilkan kondisi kualitas udara secara berkala dan terbaru.

Tahap ketiga adalah pengujian antarmuka website. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diproses oleh sensor dapat ditampilkan dengan akurat di antarmuka website. Website antarmuka diharapkan dapat menampilkan informasi kualitas udara secara real-time dan mudah diakses oleh masyarakat Keputih. Pengujian ini memastikan bahwa data yang dihasilkan oleh sensor dapat ditampilkan secara langsung dan akurat, memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam memantau kualitas udara di sekitar masyarakat. Proses penyusunan dan pengujian alat oleh tim terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses penyusunan dan pengujian alat oleh tim

Proses pembuatan website dimulai dengan merancang antarmuka pengguna (UI) yang sederhana dan intuitif agar mudah diakses oleh masyarakat. Desain ini memprioritaskan kemudahan navigasi dan keterbacaan data. Website dibangun menggunakan platform berbasis web yang dapat menampilkan data hasil pembacaan sensor kualitas udara secara *real-time*. Berikut tampilan *interface website* monitoring kualitas udara terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan interface kualitas udara

Sistem ini terbukti efektif dalam menyediakan informasi kualitas udara yang mudah dipahami masyarakat. Kolaborasi dengan pemerintah daerah dan akademisi menunjukkan potensi untuk diadopsi dalam skala lebih luas. Sistem ini sejalan dengan penelitian [Middinali & Rahayu \(2019\)](#) yang menunjukkan efektivitas teknologi IoT dalam pengelolaan kualitas udara.

Pada Gambar 7, terlihat proses instalasi dan pemasangan perangkat, sekaligus konfigurasi untuk memastikan konektivitas dan kinerja alat berjalan dengan optimal. Tim pengabdian masyarakat, bekerja sama dengan warga setempat, memastikan setiap perangkat terpasang dengan baik dan sesuai dengan prosedur. Pemasangan dilakukan pada malam hari untuk mengurangi gangguan terhadap aktivitas sehari-hari masyarakat sekitar, sehingga proses berjalan dengan lancar tanpa mengganggu kenyamanan warga.



Gambar 7. Proses instalasi pemasangan dan konfigurasi alat

Gambar 8 memperlihatkan tim pengabdian masyarakat yang sedang menyampaikan paparan atau laporan mengenai hasil kegiatan kepada pihak kelurahan dan kecamatan. Pemaparan ini bertujuan untuk menjelaskan secara rinci manfaat dan hasil yang diharapkan dari pemasangan alat monitoring kualitas udara, serta bagaimana alat ini berperan penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan sekitar. Dengan demikian, diharapkan informasi yang disampaikan dapat memperkuat

dukungan dan partisipasi aktif dari masyarakat dalam menjaga kualitas udara dan lingkungan masyarakat.



Gambar 8. Pemaparan kegiatan pengabdian masyarakat kepada pihak kelurahan dan kecamatan

Hasil dari implementasi sistem ini menunjukkan bahwa masyarakat Keputih dapat mengakses informasi kualitas udara secara real-time melalui platform web. Sistem ini terbukti lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional seperti ISPU, karena memberikan data yang lebih cepat dan dapat diakses kapan saja. Masyarakat yang telah mengakses data kualitas udara melalui sistem ini melaporkan bahwa mereka menjadi lebih proaktif dalam mengambil tindakan preventif, seperti mengurangi aktivitas luar ruangan saat kualitas udara buruk. Ini menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat berperan penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan.

Sebagai bagian dari strategi keberlanjutan, pelatihan untuk masyarakat akan dilakukan untuk memastikan bahwa mereka dapat secara mandiri memelihara dan menggunakan sistem ini dalam jangka panjang. Proses pelatihan ini akan melibatkan warga dalam pemantauan kualitas udara, yang memastikan bahwa sistem ini tidak hanya bermanfaat dalam jangka pendek, tetapi juga dapat memberikan dampak berkelanjutan dalam pengelolaan kualitas udara di kawasan Keputih.

Dengan kolaborasi yang kuat antara tim pengabdian masyarakat, pemerintah setempat, dan masyarakat, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kualitas udara dan lingkungan mereka. Keberhasilan sistem ini menunjukkan pentingnya penggunaan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan lokal, serta bagaimana teknologi dapat menjadi alat yang efektif untuk mengatasi permasalahan sosial dan lingkungan.

SIMPULAN

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara berbasis teknologi yang dapat diakses oleh masyarakat secara real-time. Sistem ini menggunakan sensor multi-in-one yang mampu mengukur berbagai parameter polusi udara

seperti karbon monoksida (CO), ozon (O₃), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), partikel debu halus (PM_{2.5}), dan partikulat lebih besar (PM₁₀), yang kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada platform web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memberikan data kualitas udara dengan akurat dan tepat waktu, memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat dalam menjaga kesehatan dan menghindari paparan polusi udara.

Sosialisasi yang dilakukan kepada masyarakat terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan. Dengan adanya sistem ini, masyarakat dapat memantau kualitas udara secara mandiri dan mengambil langkah-langkah preventif ketika kualitas udara memburuk. Namun, tantangan yang dihadapi selama implementasi meliputi kesulitan teknis dalam menjaga kestabilan sistem di lapangan serta kendala dalam mengoptimalkan akurasi sensor dalam kondisi tertentu.

Meskipun sistem ini sudah berjalan dengan baik, pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan aplikasi mobile, dapat memperluas jangkauan sistem dan meningkatkan kemudahan akses bagi masyarakat. Dalam jangka panjang, sistem ini akan membutuhkan pemeliharaan rutin dan pembiayaan yang berkelanjutan agar tetap relevan dan dapat berfungsi secara optimal. Keberlanjutan program pengabdian masyarakat ini juga bergantung pada kolaborasi dengan pemerintah daerah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta untuk memastikan kelangsungan pemeliharaan dan pengembangan sistem.

Secara keseluruhan, sistem ini memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan kualitas udara di kawasan perkotaan dan mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga lingkungan yang lebih sehat. Sistem ini tidak hanya bermanfaat dalam memantau kualitas udara tetapi juga berfungsi sebagai alat edukasi yang efektif untuk meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap polusi udara. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat akan lebih sadar akan pentingnya menjaga kualitas udara dan lebih proaktif dalam mengambil tindakan untuk menjaga lingkungan sekitar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah memberikan dana hibah Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun Pendanaan 2024.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik daerah Kota Surabaya*. Bps.Go.Id.
- Ertiana, E. . (2022). Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat: Literatur review. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 12(2), 287–296.
<https://journal2.stikeskendal.ac.id/index.php/PSKM/article/view/10>
- Hasanuddin, M., & Herdianto, H. (2023). Sistem monitoring dan deteksi dini pencemaran udara berbasis internet Of things (IoT). *Journal of Computer*

- System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 976–984. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.4034>
- Hasyim, F., & Suharjo, I. (2024). Sistem notifikasi monitoring kualitas udara dalam ruangan produksi berbasis internet of things (Iot) menggunakan Esp8266. *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 17(1), 149–158. <https://doi.org/10.51903/pixel.v17i1.1999>
- Haya, F., Khaira Nisa, Rio Febrian Ladipasa, Surian, A., & Media, A. (2025). Dampak polusi udara terhadap kesehatan kulit. *WISSEN: Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 3(2), 180–190. <https://doi.org/10.62383/wissen.v3i2.753>
- Koukouli, M. E., Balis, D. S., van der A, R. J., Theys, N., Hedelt, P., Richter, A., Krotkov, N., Li, C., & Taylor, M. (2016). Anthropogenic sulphur dioxide load over China as observed from different satellite sensors. *Atmospheric Environment*, 145, 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.09.007>
- Middinali, N., & Rahayu, Y. (2019). Pembangunan sistem monitoring data kualitas udara berbasis iot di Universitas Riau. *Jom FTEKNIK*, 6(1), 1–8.
- Nurlaili, D. K., & Hendrasarie, N. (2023). Analisa kualitas lingkungan udara ambien (PM2.5) di Kota Surabaya. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7988–7995. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.713>
- Riswandha, M. N., Selviana, R., & Bahri, N. (2024). Implementasi internet of things untuk monitoring dan pengendalian pencemaran udara studi kasus sensor gas. *Jurnal Spirits*, 16(2), 310–317. <https://doi.org/10.53567/spirit.v16i2.363>
- Rumampuk, G. C., Poekoel, V., C., & Rumagit, A., M. (2021). Internet of things-based indoor air quality monitoring system design. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), 11–18. <https://doi.org/10.35793/jti.v17i1.34212>
- Subagiyo, H., Tri Wahyuni, R., Akbar, M., & Ulfa, F. (2021). Rancang bangun sensor node untuk pemantauan kualitas udara. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 18(1), 72–79. <https://doi.org/10.24014/sitekin.v18i1.11461>
- Sukmadinata, N. S. (2015). *Metode penelitian pendidikan: Penelitian dan pengembangan*. Remaja Rosdakarya.
- Umah, R., & Gusmira, E. (2024). Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat di perkotaan. *Profit: Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 3(3), 103–112. <https://doi.org/10.58192/profit.v3i3.2246>