



Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Kontrol Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Iot

Fredy Agung Dwi Cahyono¹, Denny Irawan²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Jl. Sumatra No. 101 GKB Gresik, Jawa Timur 61121

e-mail : fredyagung.dwicahyono@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 29 Agustus 2024

Received in revised : 18 November 2024

Accepted : 2 Desember 2024

Available online : 12 Desember 2024

ABSTRACT

Indoor air quality plays a vital role in public health, especially since people spend about 90% of their time indoors. Poor indoor air quality, often caused by chemical, physical, and biological pollutants, can severely impact health, comfort, and productivity. To tackle this issue, a robust air quality monitoring and control system was designed, featuring an ESP32 microcontroller paired with sensors such as the GP2Y1010AU0F dust sensor, MQ-7 carbon monoxide sensor, and MQ-2 smoke sensor, along with a fan to enhance air circulation. This system is capable of detecting air quality issues and taking corrective action. The ESP32 module, integrated with the Internet of Things (IoT) technology, enables real-time transmission of sensor data to a web server for continuous monitoring and prompt response. Researchers have made significant progress in creating an effective, system-based solution to improve and maintain indoor air quality..

1. Pendahuluan

Kualitas udara merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kesehatan manusia. Kebutuhan manusia akan udara bersih tidak bisa dipandang sebagai permasalahan sederhana (Hidayati et al., 2020). Kualitas udara di dalam ruangan adalah isu yang penting untuk diperhatikan karena dapat berdampak pada kesehatan manusia. Sebagian besar individu, sekitar 90%, menghabiskan waktu mereka di dalam ruangan, sehingga kondisi udara yang buruk dapat menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi masyarakat. Faktor-faktor yang menyebabkan masalah kualitas udara dalam ruangan meliputi polutan kimia, fisik, dan biologis, yang semuanya dapat memengaruhi kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas (Purbakawaca & Fauzan, 2022)(Salman & Amirah, 2022). Kementerian Kesehatan menjelaskan bahwa pencemaran udara adalah proses di mana zat, energi, atau komponen lain masuk ke dalam atmosfer dan berdampak pada kesehatan manusia. Definisi lain menyatakan bahwa polusi udara terjadi akibat adanya polutan di atmosfer pada konsentrasi tertentu, yang dapat mengganggu keseimbangan dinamis atmosfer serta memengaruhi aktivitas manusia dan lingkungan di sekitarnya (A'yun & Umaroh, 2023).

Manusia dapat menggunakan indra mereka untuk mendeteksi tanda-tanda polusi udara, namun pengawasan manual memiliki batasan yang signifikan. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan perangkat keras yang terhubung dengan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) agar dapat memperoleh data yang akurat dan real-time mengenai kondisi udara di lingkungan tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, kita bisa terus-menerus mengumpulkan informasi tentang kualitas udara, menganalisis pola polusi, dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk melindungi kesehatan manusia serta menjaga lingkungan tetap bersih dan sehat (Novelan, 2020).

Penelitian sebelumnya mengenai sistem pemantauan kualitas udara yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbiaya Rendah Berbasis

IoT". Sistem yang dirancang pada penelitian ini bertujuan untuk memantau kualitas udara pada ruangan. Metode yang digunakan pada perancangan alat ini adalah menggunakan modul ESP8266 + Atmega 2560 dan untuk catu daya digunakan 220V/ 50~60 Hz yang dihubungkan dengan power regulator (Purbakawaca & Fauzan, 2022). Penelitian ini juga didukung oleh Waworundeng and O. Lengkong (2018) yang menjelaskan bahwa perancangan alat pemantauan kualitas udara menggunakan sensor MQ135 dan mikrokontroler Wemos. Alat pemantau udara yang menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 AVR sebagai unit kendali pusat dan pengontrol Ethernet sebagai pengontrol jaringan untuk mengatur komunikasi antara mikrokontroler dengan jaringan melalui protokol TCP/IP. Alat ini menggunakan sensor gas TGS2600 dan TGS2201(Waworundeng & Lengkong, 2018).

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis bermaksud untuk mengembangkan alat pemantauan dan kontrol kualitas udara di dalam ruangan dengan memanfaatkan platform ESP32 berbasis IoT. Penelitian ini akan difokuskan pada penggunaan sensor gas karbon monoksida (CO), sensor partikulat PM 10, dan sensor asap untuk mendeteksi berbagai parameter kualitas udara yang penting. Diharapkan bahwa pengembangan alat ini akan memberikan solusi yang efektif dalam memantau dan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan kenyamanan penghuni serta mengurangi dampak negatif dari polusi udara terhadap lingkungan.

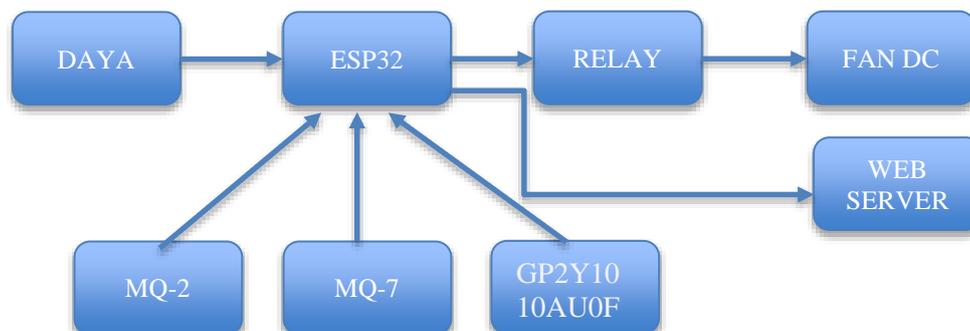
2. TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas udara dalam ruangan memiliki pengaruh besar terhadap kesehatan manusia, terutama karena sebagian besar waktu dihabiskan di dalam ruangan (Tarra Zettira & Ririh Yudhastuti, 2022). ESP32, sebagai mikrokontroler berbasis Wi-Fi dan Bluetooth, sering digunakan dalam sistem IoT karena kemampuan konektivitasnya yang andal dan konsumsi daya yang rendah (Harpad et al., 2022). Dalam sistem ini, sensor GP2Y1010AU0F digunakan untuk mendeteksi partikel debu melalui pancaran cahaya inframerah, sedangkan sensor MQ-7 dan MQ-2 masing-masing digunakan untuk mendeteksi karbon monoksida serta gas mudah terbakar dan asap (Harahap & Hariyawan, 2021). Untuk respons otomatis, relay digunakan untuk mengaktifkan kipas (fan DC) yang berfungsi meningkatkan sirkulasi udara saat polutan terdeteksi pada konsentrasi tinggi (Aulia et al., 2021).

3. METODE PENELITIAN

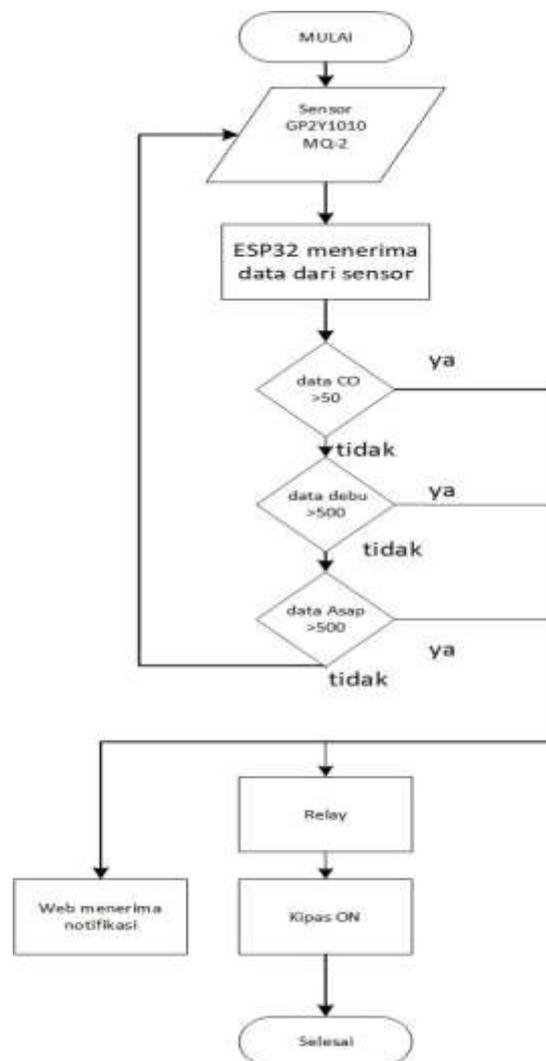
3.1. Perencanaan Sistem

Tahap ini memberikan penjelasan mengenai gambaran umum proses interaksi antara komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini. Gambaran keseluruhan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Blok Sistem

Dalam desain blok diagram sistem, terdapat beberapa komponen utama yang mencakup bagian input dan output. Komponen input terdiri dari tiga sensor, yaitu MQ-2, MQ-7, dan GP2Y1010AU0F, sedangkan komponen output meliputi kipas DC (fan DC) dan web server. Proses kerja sistem ini dimulai dengan mengalirkan daya ke mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler tersebut kemudian membaca data yang dikirim oleh ketiga sensor input. Berdasarkan data yang diperoleh, ESP32 mengontrol keluaran dari sistem, termasuk kipas dan web server. Web server bertugas menampilkan hasil pembacaan sensor yang telah diproses oleh ESP32, sementara kipas DC dikendalikan oleh relay. Pengendalian kipas juga mencakup pengaturan kecepatan berdasarkan data yang diterima dari sensor MQ-2, MQ-7, dan GP2Y1010AU0F melalui ESP32 dan relay. Kipas ini berfungsi untuk menjaga dan mengontrol kualitas udara dalam ruangan agar tetap bersih.

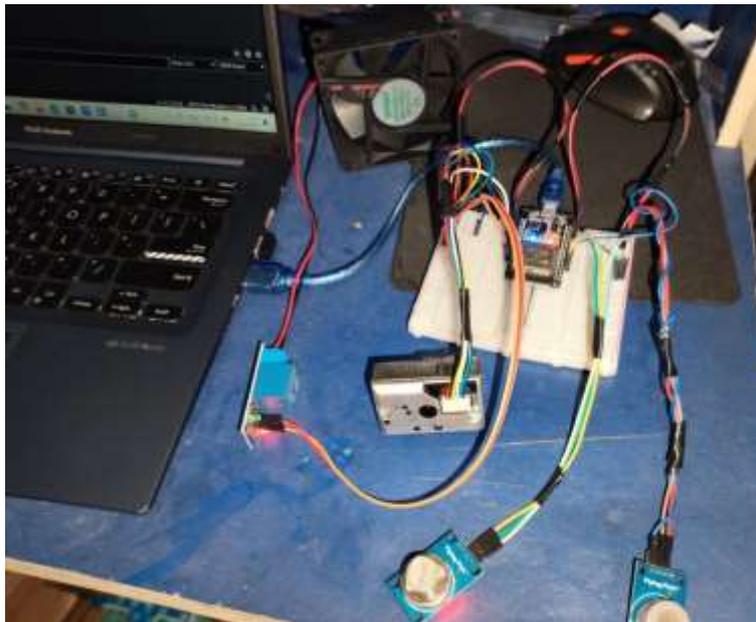


Gambar 2 . Flowchart Kerja Sistem

- Pada tahap awal, sensor MQ-7, GP2Y1010AU0F, dan MQ-2 melakukan pendeteksian terhadap kualitas udara, kemudian data yang dihasilkan oleh sensor-sensor tersebut akan diproses oleh ESP32.
- ESP32 menjalankan beberapa proses, termasuk pengambilan data dari sensor MQ-7, GP2Y1010AU0F, dan MQ-2. Ketika sensor-sensor tersebut mendeteksi perubahan kualitas udara yang melebihi ambang batas, ESP32 akan mengaktifkan kipas DC untuk merespons kondisi tersebut.
- Selanjutnya, ESP32 yang terkoneksi dengan internet akan mengirimkan data hasil pembacaan sensor sehingga dapat dipantau melalui web server.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini Pengujian sensor untuk pengambilan data kualitas udara dilakukan dengan menggunakan prototype yang dirancang untuk memonitor kondisi udara secara langsung. Dalam pengujian ini, sensor akan mengukur kadar polutan udara dan hasil pengukuran akan disajikan dalam satuan parts per million (ppm), yang menunjukkan jumlah partikel polutan dalam sejuta partikel udara. Tahap pengujian ini mencakup proses kalibrasi dan verifikasi sensor untuk memastikan data yang diperoleh akurat dan dapat dipercaya. Dengan menggunakan prototype ini, diharapkan sistem dapat memberikan informasi yang valid tentang kualitas udara di sekitar, sehingga tindakan pengendalian yang tepat dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan penggunaannya.



Gambar 3. Prototype

4.1 pengujian sensor MQ-2

Table 1. pengujian sensor MQ-2

Pengujian ke	Tanggal	PPM	Voltage	Erorr(%)
1	20/10/2024	349	2.70	0,08

2	20/10/2024	1465	2.96	0,10
3	20/10/2024	2009	3.15	0,07
4	20/10/2024	3240	3.26	0,11
5	20/10/2024	4095	3.35	0,12
Rata - Rata Error				0,096

4.2 pengujian sensor MQ-7

Table 2. pengujian sensor MQ-7

Pengujian ke	Tanggal	PPM	Voltage	Erorr(%)
1	20/10/2024	28	2.70	0,02
2	20/10/2024	56	2.96	0,05
3	20/10/2024	72	3.15	0,10
4	20/10/2024	89	3.26	0,11
5	20/10/2024	97	3.35	0,10
Rata - Rata Error				0,076

4.3 pengujian sensor GP2Y1010AU0F

Table 3. pengujian sensor GP2Y1010AU0F

Pengujian ke	Tanggal	PPM	Voltage	Erorr(%)
1	20/10/2024	346	2.84	0,05
2	20/10/2024	582	3.70	0,07
3	20/10/2024	757	7.50	0,08
4	20/10/2024	1535	8.84	0,12
5	20/10/2024	2328	11.34	0,11
Rata - Rata Error				0,086

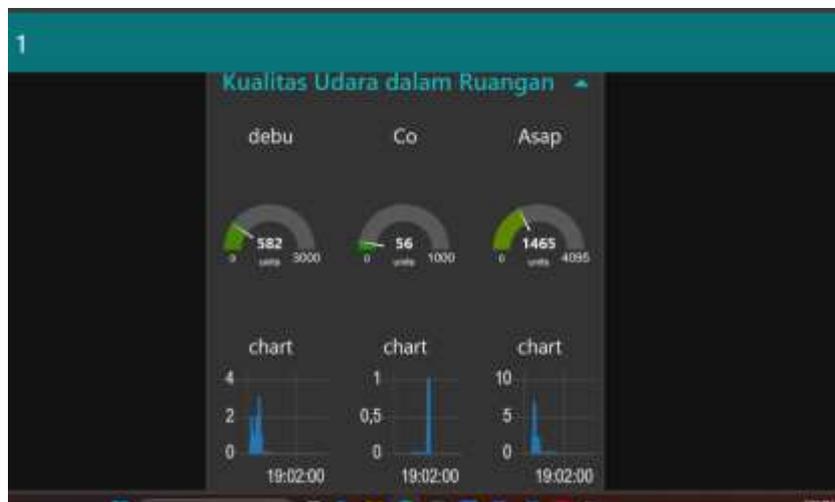
4.4 Pengujian keseluruhan

Table 4. Pengujian keseluruhan

Pengujian ke l	Tanggal	MQ-2	MQ-7	GP2Y1010AU0F	Kecepatan	Fan dc
1	20/10/2024	349	28	346	-	Tidak menyala
2	20/10/2024	1465	56	582	Pelan	Menyala
3	20/10/2024	2009	72	757	Normal	Menyala
4	20/10/2024	3240	89	1535	Normal	Menyala
5	20/10/2024	4095	97	2328	Cepat	Menyala

Hasil pengujian yang dilakukan pada tanggal 20 Oktober 2024 dapat dilihat pada Tabel 3. Pengujian sistem menggunakan sensor MQ-2, MQ-7, dan GP2Y1010AU0F menunjukkan kinerja yang baik, karena kipas DC berhasil beroperasi sesuai dengan ambang batas yang telah ditetapkan.

4.5 Pengujian web server



Gambar 4. Web server

Berdasarkan pengujian, web server bertujuan untuk memantau kualitas udara, dan hasilnya menunjukkan bahwa fungsi tersebut telah berhasil dijalankan dengan baik sesuai tujuan.

5. KESIMPULAN

- a. Sistem pemantauan dan pengendalian kualitas udara dalam ruangan berbasis IoT yang telah dirancang berhasil mengukur parameter kualitas udara seperti CO, gas, dan debu dengan tingkat akurasi yang memadai.
- b. Sistem ini dapat mengontrol secara otomatis, seperti mengaktifkan kipas DC berdasarkan data dari sensor. Dengan demikian, kualitas udara dalam ruangan dapat terjaga dengan baik.
- c. Perbedaan utama dalam penelitian ini terletak pada penerapan sensor GP2Y1010AU0F, yang belum banyak diintegrasikan dalam penelitian sebelumnya.
- d. Meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, ketergantungan pada koneksi internet dan kebutuhan untuk kalibrasi sensor secara berkala menjadi tantangan. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor tambahan dan meningkatkan fitur pencatatan data untuk meningkatkan keandalan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A'yun, I. Q., & Umaroh, R. (2023). Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan: Analisis Rumah Tangga Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 23(1), 16–26. <https://doi.org/10.21002/jepi.2022.02>
- [2] Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), 30. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.21113>
- [3] Harahap, R. A., & Hariyawan, M. Y. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Udara Berbasis NodeMCU ESP8266 (Hardware). *ABEC Indonesia*, 8266, 1–11.
- [4] Harpad, B., Salmon, S., & Saputra, R. M. (2022). Sistem Monitoring Kualitas Udara Di Kawasan Industri Dengan Nodemcu Esp32 Berbasis Iot. *Jurnal Informatika Wicida*, 12(2), 39–47. <https://doi.org/10.46984/inf-wcd.1955>
- [5] Hidayati, Q., Rachman, F. Z., & Rimbawan, M. A. S. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Fuzzy Logic. *ISAS Publishing*, 6(1), 260–267.
- [6] Novelan, M. S. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android. *InfoTekJar :Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 4(2), 50–54. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i2.2306>
- [7] Purbakawaca, R., & Fauzan, S. A. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbiaya Rendah Berbasis IoT. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(1), 118. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i1.104>
- [8] Salman, & Amirah; (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Udara Pada Kawasan Industri Berbasis Internet Of Things (Iot). *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem ...*, XI(1), 143–152. <https://www.ejurnal.diponegara.ac.id/index.php/sisiti/article/view/955%0Ahttps://www.ejurnal.diponegara.ac.id/index.php/sisiti/article/download/955/700>
- [9] Tarra Zettira, & Ririh Yudhastuti. (2022). Perbedaan Polutan Penyebab Polusi Udara Dalam Ruangan Pada Negara Maju dan Berkembang: Literature Review. *Media Gizi Kesmas*, 11(2), 625–632. <https://doi.org/10.20473/mgk.v11i2.2022.625-632>
- [10] Waworundeng, J. M. S., & Lengkong, O. (2018). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT. *CogITo Smart Journal*, 4(1), 94–103. <https://doi.org/10.31154/cogito.v4i1.105.94-103>