

Type of the Paper (Article, Review, Communication, etc.)

Prototipe Udara Bersih: Sistem Cerdas Untuk Menjaga Udara Ideal Dalam Ruangan

Putri Angraeni ¹, Firstname Lastname ² and Firstname Lastname ^{3,*}

¹ Affiliation 1; putriangraeiny@gmail.com

² Affiliation 2; e-mail@gmail.com

* Correspondence: e-mail@e-mail.com; Tel.: (optional; include country code; if there are multiple corresponding authors, add author initials)

Abstract: A single paragraph of about 200 words maximum. For research articles, abstracts should give a pertinent overview of the work. We strongly encourage authors to use the following style of structured abstracts, but without headings: (1) Background: Place the question addressed in a broad context and highlight the purpose of the study; (2) Methods: briefly describe the main methods or treatments applied; (3) Results: summarize the article's main findings; (4) Conclusions: indicate the main conclusions or interpretations. The abstract should be an objective representation of the article and it must not contain results that are not presented and substantiated in the main text and should not exaggerate the main conclusions.

Keywords: keyword 1; keyword 2; keyword 3 (List three to ten pertinent keywords specific to the article yet reasonably common within the subject discipline.)

1. Pendahuluan

Udara merupakan unsur kehidupan yang tak terhindarkan. Setiap saat, manusia menghirup dan memproses ribuan liter udara untuk mendukung keberlangsungan hidup. Oleh karena itu, menjaga kualitas udara yang bersih dan sehat di dalam ruangan menjadi sangat penting untuk memastikan kesejahteraan individu dan produktivitas masyarakat.

Menurut penelitian [1], 90% populasi manusia cenderung menghabiskan sebagian besar waktunya di dalam ruangan, baik di rumah, di tempat kerja, di sekolah, atau di tempat-tempat umum lainnya. Sayangnya, kualitas udara dalam ruangan seringkali tercemar oleh berbagai polutan seperti partikulat, gas beracun, senyawa organik volatil (VOCs), dan mikroorganisme berbahaya. Polutan tersebut dapat berasal dari berbagai sumber, seperti asap rokok, aktivitas memasak, bahan kimia yang digunakan dalam perabotan, polusi luar yang masuk ke dalam ruangan dan aktivitas manusia lainnya [2]. Kualitas udara yang buruk dalam suatu ruangan dapat menimbulkan berbagai dampak kesehatan yang serius, seperti masalah pernapasan, asma, alergi, iritasi mata, dan bahkan kanker dan penyakit jantung akibat paparan jangka panjang [3]. Selain berpengaruh pada kesehatan, kualitas udara yang buruk juga mempengaruhi produktivitas dan kenyamanan. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan adanya filtrasi udara untuk menghilangkan berbagai polutan dan meningkatkan kualitas udara bersih.

Filtrasi udara merupakan metode yang efektif untuk mengurangi kandungan zat partikulat dalam ruangan [4]. Filter udara yang dilengkapi dengan filter High-Efficiency Particulate Air (HEPA) dikenal mampu menghilangkan sekitar 99.97% partikel (diameter $\geq 0,3 \mu\text{m}$) [5]. Oleh karena itu, pentingnya penggunaan filter udara dalam ruangan menjadi aspek yang tidak dapat diabaikan, terutama di daerah-daerah dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi. Sementara itu kemajuan teknologi sensor cerdas, kecerdasan

Citation: To be added by editorial staff during production.

Academic Editor: Firstname Lastname

Received: date

Revised: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

buatan, dan sistem otomatisasi juga telah membuka peluang baru dalam upaya menjaga kualitas udara dalam ruangan.

Sistem cerdas untuk menjaga udara ideal dalam ruangan adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mendeteksi kualitas udara dan melakukan filterisasi udara secara otomatis. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pemantauan kualitas udara dalam ruangan secara real-time. Komponen utama yang akan digunakan untuk merancang sistem ini mencakup mikrokontroler ESP32, sensor GP2Y1010AU0F, sensor MQ-135, sensor DHT22, kipas DC dan layar LCD. Komponen-komponen ini akan terhubung ke internet untuk mengirim data kualitas udara ke database, kemudian data tersebut akan dianalisis untuk menghasilkan sebuah informasi yang akan ditampilkan dalam aplikasi. Sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas udara bersih di dalam ruangan [6].

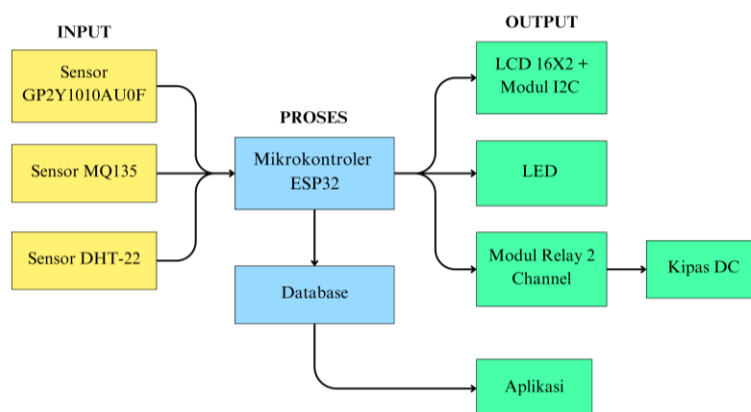
Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan sistem cerdas untuk menjaga udara ideal dalam ruangan. Salah satunya adalah penelitian yang mengembangkan sistem monitoring pendeteksi dan penyaringan udara pada ruangan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-135. Penelitian ini menunjukkan bahwa alat dan sistem yang dibangun, mampu memberikan memberikan rasa aman dan nyaman [7]. Selain itu, penelitian sistem pengendalian kualitas udara indoor menggunakan mikrokontroler dengan sensor MQ135, DHT22, dan filter HEPA menunjukkan bahwa suhu ruangan yang dicapai dengan penggunaan filter HEPA dan Air Humidifier rata-rata mencapai 27,7 derajat Celsius. Selain itu, pengukuran CO2 menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi CO2 selama pengujian dengan penggunaan filter HEPA dan Air Humidifier adalah sekitar 496 PPM [8].

Penelitian lainnya yaitu Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur konsentrasi CO dalam ruangan dengan berkisar antara 7 ppm hingga 38 ppm. Untuk konsentrasi CO2 dalam ruangan diperoleh hasil pengukuran berkisar 200 ppm hingga 1000 ppm [9]. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa sistem cerdas untuk menjaga udara ideal dalam ruangan memiliki potensi besar dalam menciptakan kondisi udara yang sehat dan nyaman.

Dengan demikian, diangkatlah judul “Prototipe Udara Bersih: Sistem Cerdas Untuk Menjaga Udara Ideal Dalam Ruangan”. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem cerdas yang dapat secara otomatis mendeteksi, memantau, dan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan. Diharapkan sistem ini dapat berkontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan penghuni ruangan serta memberikan solusi yang lebih efisien dalam menjaga udara bersih dalam lingkungan indoor.

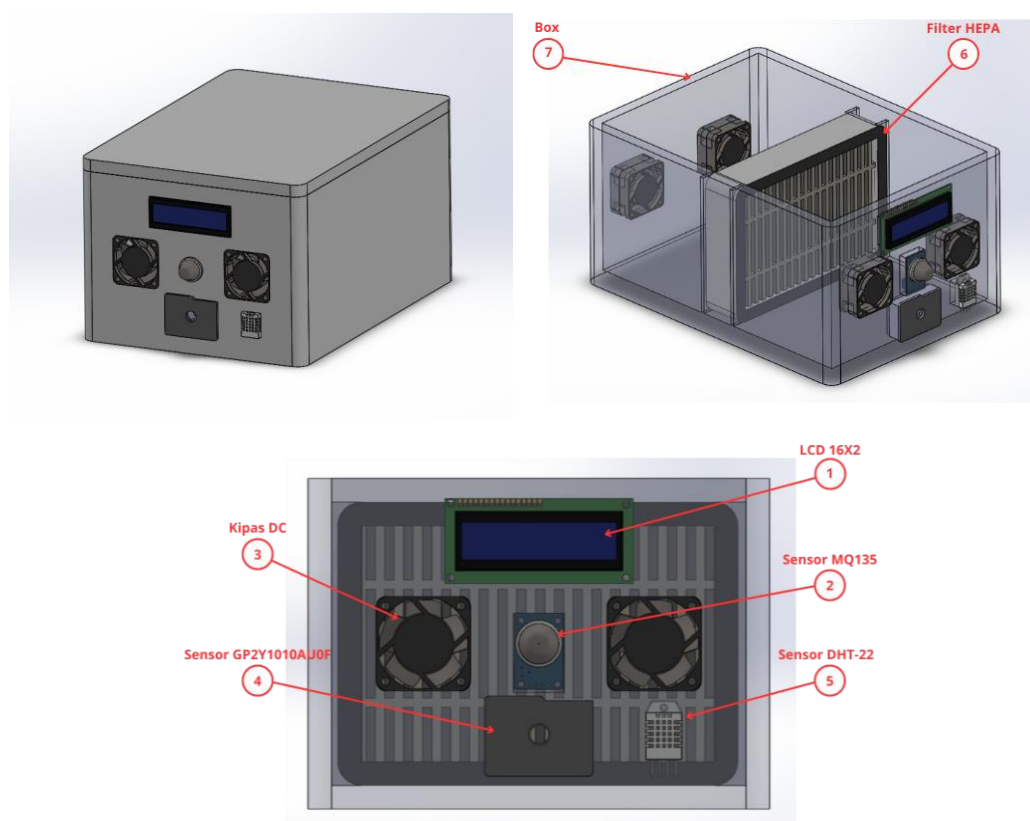
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua unsur utama, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pemodelan dan perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok

Diagram blok pada gambar 1 menggambarkan alur kerja sistem yang dibangun. Terdapat input, proses dan output. Input yang digunakan, terdiri dari sensor GP2Y1010AU0F, sensor MQ135, dan sensor DHT-22. Input ini akan diproses dan dianalisis oleh ESP32. Kemudian ESP32 akan mengirim data inputan ke database dan menghasilkan output berupa informasi kualitas udara di aplikasi smartphone. Output dari ESP32, berupa LCD yang menampilkan informasi kualitas udara, LED, dan modul relay 2 channel untuk menggerakkan kipas DC.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Gambar 2 merupakan arsitektur sistem cerdas untuk menjaga udara ideal dalam ruangan, yang mencakup:

- 1) Sensor udara, merupakan komponen utama dalam sistem ini. Sensor udara mencakup sensor MQ135 untuk mendeteksi CO, sensor GP2Y1010AU0F untuk mengukur tingkat debu, dan sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembaban.
- 2) Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32. Mikrokontroler ini berfungsi untuk mengambil data dari sensor udara serta memproses filtrasi udara.
- 3) Sistem pemurnian udara yang digunakan adalah purifier HEPA, berfungsi untuk membersihkan dan menyaring udara kotor.
- 4) Sistem mampu melakukan pengontrolan otomatis pada kipas DC untuk memfiltrasi udara melalui HEPA apabila udara terdeteksi buruk.
- 5) Jaringan komunikasi memungkinkan komponen untuk terhubung ke sistem jaringan/internet guna mengirim data ke database atau aplikasi *smartphone*.
- 6) Database digunakan untuk mengumpulkan data kualitas udara, mencakup CO, PM2.5, *temperature*, dan *humidity*. Database yang digunakan adalah *firebase*.
- 7) Aplikasi *smartphone* digunakan untuk memantau kualitas udara dalam ruangan secara real-time, serta melakukan filtrasi manual melalui aplikasi.
- 8) Output dari sistem ini meliputi tampilan LCD yang menampilkan kualitas udara (sehat, sedang, buruk), LED yang menunjukkan kondisi udara dalam ruangan (merah untuk buruk, biru untuk sedang, hijau untuk sehat), serta pengendalian perangkat tambahan seperti kipas DC yang berfungsi sebagai *exhaust fan* untuk pemurnian udara melalui purifier HEPA.

Berikut adalah parameter yang digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas udara dalam ruangan. Status 'sehat' adalah tingkat udara yang dianggap aman untuk kesehatan, sementara 'sedang' adalah tingkat yang berada diambang sehat, dan 'buruk' buruk adalah tingkat yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan manusia.

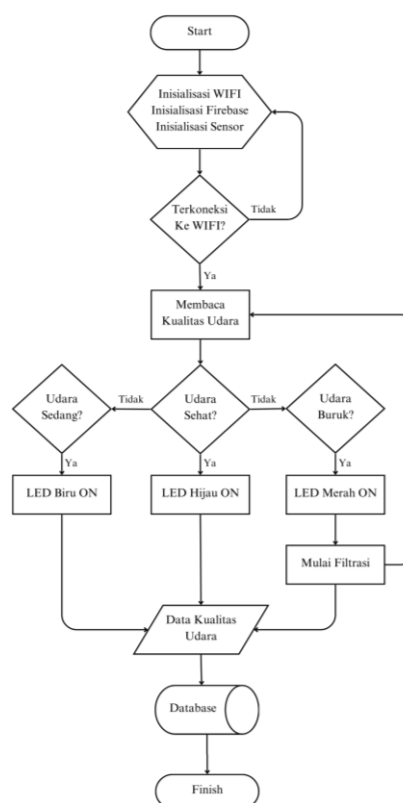
Table 1. Parameter Kualitas Udara Dalam Ruangan

| Status | Suhu | Kelembaban | CO | PM2.5 |
|--------|-----------------|------------------|---------|-------------------------|
| Sehat | 20-25 °C | 40-60% | < 5 ppm | <12 µg/m ³ |
| Sedang | 15-30 °C | 30-60% | 5-9 ppm | 12-35 µg/m ³ |
| Buruk | >30 atau <15 °C | < 30% atau > 60% | > 9 ppm | >35 µg/m ³ |

Berikut adalah spesifikasi serta fungsi perangkat yang digunakan:

- 1) Sensor MQ135 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas seperti ammonia (NH₃), karbon dioksida (CO₂), nitrogen dioksida (NO₂), hidrogen sulfida (H₂S), alkohol/ethanol (C₂H₅OH), dan berbagai gas lainnya. Sensor ini menghasilkan data deteksi berupa nilai resistensi analog melalui pin keluaran, yang kemudian diubah menjadi format digital oleh *converter* mikrokontroler [10]. Dalam penelitian ini, sensor MQ135 digunakan untuk mendeteksi CO₂ di dalam ruangan.
- 2) Sensor DHT-22 adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dalam derajat celcius (°C) dan kelembaban dalam presentase (%). Sensor ini mampu memberikan pembacaan yang akurat untuk kedua parameter ini dalam satu perangkat.
- 3) Sensor GP2Y1010AU0F adalah sensor berbasis inframerah yang digunakan untuk mendeteksi partikel-partikel halus seperti asap rokok, debu, dan partikel lain di udara. Sensor ini bekerja dengan cara memantulkan cahaya dari partikel udara ke fotodiode, yang mengubahnya menjadi tegangan. Tegangan tersebut perlu diperkuat untuk mendapatkan data yang dapat dibaca. Output dari sensor ini berupa tegangan analog yang sebanding dengan kepadatan debu yang diukur, dengan sensitivitas

- 0.5V per 0.1 mg/m³. Sensor ini berguna untuk memonitor partikel-partikel halus di udara dalam berbagai aplikasi, seperti pengendalian kualitas udara.
- 4) *Exhaust Fan* adalah kipas DC yang digunakan untuk mengatur tekanan udara didalam ruangan. Kipas juga digunakan untuk menarik udara, mengeluarkan udara, sistem ventilasi, pendingin, pengering dan sistem aplikasi lainnya [11].
 - 5) Filter HEPA adalah singkatan dari “High Efficiency Particulate Air” yang digunakan untuk membersihkan partikel-partikel mikro berukuran 0,3 mikron seperti debu, asap, bakteri, virus dan lain sebagainya dengan tingkat efisiensi 99,97%. Filter ini sering digunakan dalam perangkat seperti purifier udara, vacuum cleaner, dan sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) untuk membersihkan udara dari partikel-partikel berbahaya.
 - 6) ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang berperan sebagai otak dari sistem. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth, sehingga memungkinkan untuk menghubungkan perangkat ke internet guna mendukung pemantauan kualitas udara serta mengendalikan perangkat lainnya.
 - 7) LCD singkatan dari *Liquid Cristal Diplay*, digunakan untuk memproses data dan menampilkan informasi terkait kualitas udara.
 - 8) Firebase adalah platform database yang digunakan untuk menyimpan dan mengakses data sensor secara real-time.
 - 9) Flutter adalah kerangka kerja (framework) yang digunakan untuk pengembangan aplikasi mobile. Flutter sudah open-source dan dapat berjalan pada berbagai platform seperti Android, iOS, dan website dengan menggunakan bahasa pemrograman Dart.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Gambar 3 merupakan *flowchart* (diagram alir) yang menggambarkan konsep kerja sistem cerdas untuk menjaga udara ideal dalam ruangan. Ketika sistem mulai berjalan, semua sensor yang terintegrasi akan mengumpulkan data berdasarkan kondisi ruangan di mana

alat berada. Data yang diperoleh berupa partikulat metter, CO, suhu, dan kelembaban. Sistem akan terus beroperasi hingga mencapai tingkat udara bersih yang telah ditentukan. Selanjutnya, data kualitas udara akan disimpan secara real-time dalam database firebase, sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas udara dengan mudah.

4. Hasil dan Pembahasan

Authors should discuss the results and how they can be interpreted from the perspective of previous studies and of the working hypotheses. The findings and their implications should be discussed in the broadest context possible. Future research directions may also be highlighted.

References

- [1] W. I. D. Aurora, "Efek Indoor Air Pollution Terhadap Kesehatan," *Electron. J. Sci. Environ. Heal. Dis.*, vol. 1, no. 2, pp. 32–39, 2021, doi: 10.22437/esehad.v2i1.13750.
- [2] A. Kausar, I. Ahmad, T. Zhu, H. Shahzad, and M. H. Eisa, "Exigency for the Control and Upgradation of Indoor Air Quality—Forefront Advancements Using Nanomaterials," *Pollutants*, vol. 3, no. 1, pp. 123–149, 2023, doi: 10.3390/pollutants3010011.
- [3] BAKRI, "Mengukur Kualitas Udara dalam Ruangan: untuk Udara Bersih di Rumah," 2023. <https://bakri.uma.ac.id/mengukur-kualitas-udara-dalam-ruangan-langkah-langkah-untuk-udara-bersih-di-rumah/>.
- [4] Y. Zhu *et al.*, "A review on reducing indoor particulate matter concentrations from personal-level air filtration intervention under real-world exposure situations," *Indoor Air*, vol. 31, no. 6, pp. 1707–1721, Nov. 2021, doi: 10.1111/ina.12922.
- [5] S. Dubey, H. Rohra, and A. Taneja, "Assessing effectiveness of air purifiers (HEPA) for controlling indoor particulate pollution," *Heliyon*, vol. 7, no. 9, p. e07976, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07976.
- [6] J. M. S. Waworundeng and O. Lengkong, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT," *CogITO Smart J.*, vol. 4, no. 1, pp. 94–103, 2018, doi: 10.31154/cogito.v4i1.105.94-103.
- [7] M. Fajar B, F. D. Lestary, A. Hidayat, D. Fadhilatunisa, and A. Eka, "Prototype Sistem Monitoring Pendeteksi dan Penyaringan Udara pada Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Mediat.*, vol. 6, no. 2, p. 1, 2023, doi: 10.26858/jmtik.v6i2.45943.
- [8] G. P. Humairoh and R. D. E. Putra, "Prototipe Pengendalian Kualitas Udara Indoor Menggunakan Mikrokontroler dengan Sensor MQ135, DHT-22 dan Filter HEPA," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2529–2536, 2021, doi: 10.32672/jse.v7i1.3708.
- [9] A. D. Prakoso and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1246–1254, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2498.
- [10] C. I. Y. Gessal, A. S. M. Lumenta, and B. A. Sugiarto, "Kolaborasi Aplikasi Android Dengan Sensor Mq-135 Melahirkan Detektor Polutan Udara," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 109–120, 2019.
- [11] D. S. Lasmana and E. Fitriani, "Rancang Bangun Prototype Robot Penghisap Debu Menggunakan Optical Dust Sensor Gp2Y1010Au0F," *J. Bina Darma Confrence Engineering Cience*, vol. 2, no. 1, pp. 20–29, 2020.