

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SENSOR UNTUK DETEKSI POLUTAN
DALAM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA
SENSOR DESIGN AND IMPLEMENTATION FOR POLLUTANT DETECTION IN
AIR QUALITY MONITORING**

Daffanito Rizky Juliantono¹, Dharu Arseno, S.T, M.T.², Dr. Ir. Sofia Naning Hertiana, M.T.³

¹daffanito@student.telkomuniversity.ac.id, ²dharuarseno@telkomuniversity.ac.id,

³sofiananing@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang sangat serius dan memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan manusia serta keberlanjutan ekosistem. Berbagai polutan, seperti ozon (O₃), karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), amonia (NH₃), serta partikel halus PM2.5 dan PM10, menjadi penyebab utama penurunan kualitas udara di berbagai daerah, termasuk di Indonesia. Pencemaran udara tidak hanya memengaruhi kualitas hidup manusia, tetapi juga dapat menyebabkan berbagai penyakit pernapasan, gangguan kardiovaskular, dan dampak negatif lainnya terhadap kesehatan.

Dalam upaya untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara yang memanfaatkan integrasi sensor MQ-131, MiCS-6814, dan DSM501A dengan mikrokontroler ESP32 serta teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk mengirimkan data secara berkala ke platform cloud, sehingga memungkinkan pemantauan kualitas udara yang lebih efektif dan akurat. Dengan adanya sistem ini, data yang diperoleh dari sensor dapat diakses secara real-time, memberikan informasi yang berguna bagi masyarakat dan pihak berwenang dalam upaya pengendalian pencemaran udara.

Selain itu, sistem pemantauan ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas udara. Dengan informasi yang akurat dan terkini, masyarakat dapat mengambil langkah-langkah preventif untuk melindungi diri dari dampak buruk pencemaran udara. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pemantauan lingkungan, yang dapat diimplementasikan di berbagai daerah untuk mendukung upaya pelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Melalui inovasi ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang lebih bersih dan sehat, serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Dengan demikian, sistem pemantauan kualitas udara ini tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur, tetapi juga sebagai sarana edukasi dan advokasi untuk menciptakan kesadaran kolektif dalam menjaga lingkungan.

Kata kunci : Pencemaran udara, kualitas udara, sensor MQ-131, MiCS-6814, DSM501A, mikrokontroler ESP32, Internet of Things (IoT), pemantauan lingkungan.

Abstract

Air pollution is one of the most serious environmental issues and has significant impacts on human health as well as the sustainability of ecosystems. Various pollutants, such as ozone (O₃), carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO₂), ammonia (NH₃), and fine particulate matter PM2.5 and PM10, are the main causes of declining air quality in various regions, including Indonesia. Air pollution not only affects the quality of human life but can also lead to various respiratory diseases, cardiovascular disorders, and other negative health impacts.

In an effort to address this issue, this research develops an air quality monitoring sensor that utilizes the integration of MQ-131, MiCS-6814, and DSM501A sensors with the ESP32 microcontroller and Internet of Things (IoT) technology. This sensor is designed to periodically send data to a cloud platform, enabling more effective and accurate air quality monitoring. With this sensor, the data obtained can be accessed in real-time, providing useful information for the community and authorities in efforts to control air pollution.

Furthermore, this monitoring sensor is expected to contribute to raising public awareness about the importance of maintaining air quality. With accurate and up-to-date information, the community can take preventive measures to protect themselves from the adverse effects of air pollution. This research also opens up opportunities for further development in environmental monitoring technology, which can be implemented in various regions to support efforts in environmental preservation and public health.

Keyword : Air pollution, air quality monitoring, MQ-131 sensor, MiCS-6814, DSM501A, ESP32 microcontroller, Internet of Things (IoT), environmental sustainability.

I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan salah satu isu lingkungan yang semakin memprihatinkan, terutama di daerah perkotaan di Indonesia. Tingginya laju urbanisasi, peningkatan aktivitas industri, serta pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor telah menyebabkan akumulasi polutan. Beberapa polutan utama yang sering dijumpai antara lain ozon (O_3), nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO), amonia (NH_3), serta partikel halus PM2.5 dan PM10 [1][2].

Dampak kesehatan yang ditimbulkan oleh polusi udara sangat bervariasi, mulai dari gejala seperti sesak napas, pusing, hingga kematian, dan lain-lain. Namun, efek kesehatan yang ditimbulkan oleh berbagai tingkat polutan udara dapat menghasilkan dampak yang tidak selalu konsisten. Oleh karena itu, diperlukan klasifikasi untuk membantu memahami pengaruh polusi udara terhadap kesehatan [3].

Sektor transportasi menjadi penyumbang utama dalam peningkatan pencemaran udara di Kota Tangerang. Pertumbuhan jumlah kendaraan menimbulkan

2.2 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan perangkat melalui jaringan internet untuk memungkinkan pertukaran data secara otomatis. Dalam pemantauan kualitas udara, IoT mendukung penggunaan sensor secara terpadu guna mendeteksi polutan secara berkelanjutan. Sensor MQ-131 digunakan untuk mengukur ozon (O_3), MiCS-6814 untuk mendeteksi karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO_2), dan amonia (NH_3), sedangkan DSM501A berfungsi mengukur partikulat PM2.5 dan PM10. Seluruh sensor diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 yang mengelola akuisisi data dan pengiriman ke platform berbasis cloud, sehingga informasi kualitas udara dapat dianalisis dan dipantau secara berkala secara efisien.

2.3 Software Arduino

Arduino IDE adalah kependekan dari *Integrated Development Environment* (IDE), atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa

kepadatan lalu lintas yang berdampak pada penurunan kualitas udara. Kondisi arus lalu lintas yang tidak lancar tersebut menyebabkan peningkatan emisi polutan ke atmosfer, seperti ozon (O_3), nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO), amonia (NH_3), serta partikulat halus PM2.5 dan PM10 [4].

II. DASAR TEORI

2.1 Sensor Pemantauan Kualitas Udara

Sensor pemantauan kualitas udara merupakan perangkat terstruktur yang berfungsi mendeteksi, mencatat, dan menganalisis keberadaan polutan di atmosfer untuk menilai tingkat pencemaran pada suatu area. Sensor ini dirancang untuk menyajikan data yang tepat dan mutakhir sebagai landasan dalam penyusunan kebijakan pengendalian pencemaran, perlindungan kesehatan masyarakat, serta upaya pelestarian lingkungan. Pemantauan dapat dilaksanakan melalui sensor yang terhubung dengan teknologi Internet of Things (IoT) sehingga data dapat diperoleh secara berkala dan berkesinambungan.

pemrograman Arduino (*sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya.

2.4 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif System sebagai generasi lanjutan dari ESP8266. Perangkat ini kompatibel dengan Arduino IDE serta telah dilengkapi modul Wi-Fi dan Bluetooth Low Energy (BLE) dalam satu chip, sehingga mendukung secara optimal pengembangan aplikasi berbasis Internet of Things (IoT).

2.5 Sensor MQ-131

Ozonisasi merupakan metode sterilisasi ruangan dari bakteri, kuman, maupun virus dengan memanfaatkan gas ozon (O_3) yang dihasilkan dari molekul oksigen (O_2) dan atom oksigen (O) melalui alat pembangkit ozon. Pada penelitian ini dirancang sensor pemantauan berbasis MQ-131 untuk mengukur kadar ozon di udara dalam satuan PPB (parts per billion) [5].

2.6 Sensor MiCS-6814

MiCS-6814 adalah sensor gas berbasis semikonduktor yang dapat mengidentifikasi berbagai polutan udara, antara lain karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO_2), dan amonia (NH_3). Pada penelitian ini, sensor

MiCS-6814 digunakan dalam perancangan alat pemantau kualitas udara untuk mendeteksi gas berbahaya di lingkungan. Prinsip kerjanya adalah mengubah variasi konsentrasi gas menjadi sinyal listrik, kemudian diproses menjadi data digital dan ditampilkan dalam satuan PPM (parts per million) untuk setiap jenis gas [6].

2.7 Sensor DSM501A

DSM501A merupakan sensor debu berbasis optik yang berfungsi mendeteksi konsentrasi partikulat di udara, terutama PM2.5 dan PM10. Pada penelitian ini, sensor DSM501A dimanfaatkan dalam perancangan alat pemantau kualitas udara untuk mengukur tingkat pencemaran akibat partikel halus yang berisiko bagi kesehatan [7].

2.8 LED RGB

Lampu indikator LED digunakan sebagai penanda kondisi koneksi Wi-Fi. Komponen ini berperan memberikan informasi visual mengenai keberhasilan maupun kegagalan perangkat dalam terhubung ke jaringan

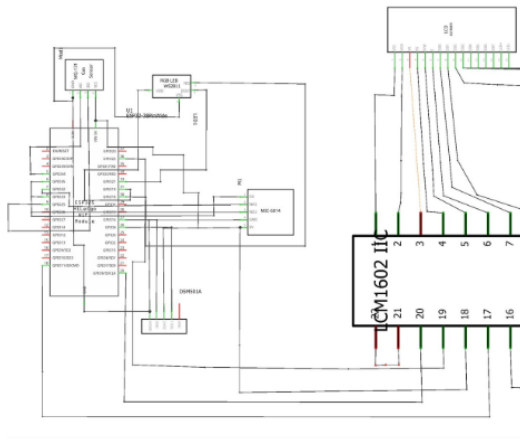
2.9 LCD I2C

LCD merupakan media tampilan yang mudah diamati karena mampu menampilkan karakter dengan jelas dan jumlah yang cukup banyak. Pada LCD berukuran 16×2, dapat ditampilkan hingga 32 karakter, masing-masing 16 karakter pada baris pertama dan 16 karakter pada baris kedua. Umumnya LCD 16×2 memiliki 16 pin kendali, sehingga penggunaan pin menjadi cukup banyak. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan modul driver khusus berbasis I2C, sehingga pengendalian LCD hanya membutuhkan dua pin, yaitu SDA dan SCL

dengan berbagai perangkat elektronik yang memiliki lubang soket beragam.

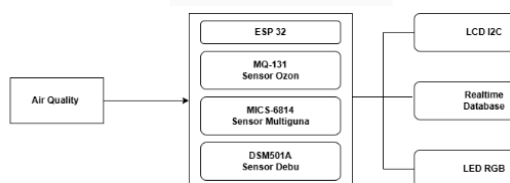
III. MODEL SISTEM

3.1 Desain Schematic



Gambar 3.1 Desain Schematic

3.2 Diagram Implementasi

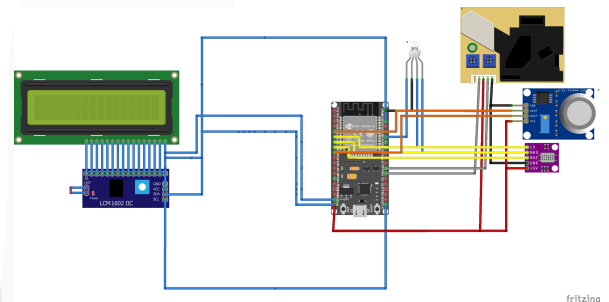


Gambar 3. 2 Diagram Implementasi

Proyek "Perancangan dan Implementasi Sensor untuk Deteksi Polutan dalam Pemantauan Kualitas Udara" dikembangkan sebagai solusi komprehensif untuk secara rutin memantau kualitas udara dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). *Output* dari sistem ini adalah solusi pemantauan kualitas udara berbasis IoT yang efisien, mudah diakses, dan dapat memberikan informasi yang bermanfaat untuk mendukung upaya pengurangan pencemaran udara di lingkungan sekitar.

Gambar 3.1 memperlihatkan desain skematik dari rangkaian perangkat keras untuk sistem pemantauan kualitas udara yang telah dikembangkan. Rangkaian ini memanfaatkan modul ESP32 sebagai pusat pengendalian dan pemrosesan data dari sensor. Dalam skematik tersebut, dapat dilihat bagaimana setiap komponen elektronik—termasuk sensor MQ-131, MiCS-6814, DSM501A, modul LCD I2C, dan indikator LED RGB—terhubung secara terstruktur dengan mikrokontroler ESP32. Desain ini menggambarkan hubungan antar pin dan jalur sinyal secara rinci, untuk memastikan aliran data dan daya berjalan dengan baik sesuai fungsinya. Selain itu, skematik ini juga mempermudah proses perakitan fisik perangkat dan berfungsi sebagai panduan dalam proses debugging serta validasi sistem secara menyeluruh.

3.3 Model Sistem Perancangan



Gambar 3. 3 Desain Perancangan Alat

Pada gambar 3.3 ditunjukan model sistem perancangan secara keseluruhan, berikut komponen yang digunakan yaitu :

1. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali (mikrokontroler) yang mengatur proses akuisisi data dari berbagai sensor serta mengirimkan data ke platform digital melalui konektivitas Wi-Fi.
2. Sensor MQ-131 digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas ozon (O_3) di udara. Sensor ini berperan penting dalam

- pemantauan kualitas udara yang berhubungan dengan polutan ozon.
3. Sensor MiCS-6814 merupakan sensor gas multispektrum yang mampu mendeteksi beberapa jenis gas berbahaya, seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan amonia (NH₃).
 4. Sensor DSM501A berfungsi untuk mengukur konsentrasi partikulat debu halus, khususnya PM2.5 dan PM10, yang berdampak signifikan terhadap kesehatan pernapasan.

IV. PENGUJIAN SENSOR

Pengujian sistem perancangan dilakukan untuk menganalisis kinerja atau fungsionalitas dari setiap komponen pada sistem perancangan. Perancangan alat atau sistem menggunakan software Arduino IDE yang telah tersambung dengan

komponen-komponen yang digunakan.

Tabel 4 Pengujian Sensor

No	Spesifikasi	Realisasi	Tercapai i/ Tidak Tercapai i
1	Kinerja sensor	Sensor mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi konsentrasi polutan di udara.	Tercapai

5. LED RGB digunakan sebagai penanda kondisi koneksi Wi-Fi. Komponen ini berperan memberikan informasi visual mengenai keberhasilan maupun kegagalan perangkat dalam terhubung ke jaringan
6. LCD I2C berfungsi menampilkan data hasil pengukuran dari seluruh sensor dalam bentuk karakter yang mudah dibaca. Dengan adanya modul I2C, LCD hanya memerlukan dua jalur komunikasi (SDA dan SCL), sehingga lebih efisien dalam penggunaan pin pada mikrokontroler.

2	Pengiriman data ke Database	Sensor berhasil mengirimkan data ke database	Tercapai
---	-----------------------------	--	----------

4.1 Pengujian Akurasi Sensor

Tabel 4.1 Pengujian Akurasi Sensor

Pollutant	Accuracy (%)
NO ₂	90,9
O ₃	60,37
PM2.5	91,05
PM10	86,89

1. PM2.5 menunjukkan akurasi tertinggi: 91,05%
2. NO₂ dan PM10 juga memiliki kinerja baik dengan akurasi masing-masing 90,9% dan 86,89%
3. O₃ memiliki akurasi terendah

V Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemantauan kualitas udara

menggunakan sensor MQ-131, MiCS-6814, dan DSM501A yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 serta teknologi Internet of Things (IoT), dapat ditarik beberapa

kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang mampu mendeteksi beberapa polutan udara, meliputi ozon (O_3), nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO), amonia (NH_3), serta partikel debu PM2.5 dan PM10 secara.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PM2.5 memiliki akurasi tertinggi yaitu 91,05%, diikuti oleh NO_2 dengan 90,9% dan PM10 sebesar 86,89%, sedangkan sensor ozon (O_3) menunjukkan akurasi terendah yaitu 60,37%.
3. Data hasil pengukuran dapat ditransmisikan ke platform cloud melalui koneksi Wi-Fi, sehingga memungkinkan pemantauan kualitas udara dilakukan secara efisien, terintegrasi, dan dapat diakses dari jarak jauh.
4. Sistem ini berpotensi menjadi solusi pendukung dalam penyediaan informasi kualitas udara yang bermanfaat untuk

perlindungan kesehatan masyarakat serta pengendalian pencemaran lingkungan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil Pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya:

1. Melakukan kalibrasi sensor secara lebih mendetail dengan standar referensi laboratorium agar akurasi data semakin tinggi.
2. Menambahkan sensor kelembapan dan suhu untuk memperhitungkan faktor lingkungan yang dapat memengaruhi performa sensor gas.
3. Menguji sistem pada berbagai kondisi lingkungan (indoor maupun outdoor) dan jangka waktu panjang untuk menilai ketahanan perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Winsen Sensors. (n.d.). Understanding the air quality index (AQI). Retrieved August 17, 2025, from <https://www.winsen-sensor.com/knowledge/understanding-the-air-quality-index.html>
- [2] Sparing KLHK. (n.d.). Sensor cerdas KLHK: Pengawasan limbah industri yang tak bisa dicurangi. Retrieved August 17, 2025, from <https://sparingklhk.co.id/sensor-cerdas-klhk-pengawasan-limbah-industri-yang-tak-bisa-dicurangi>
- [3] Darmawan, F. S. M., Cholissodin, I., & Adikara, P. P. (2022). Klasifikasi pengaruh polusi udara di Indonesia terhadap kesehatan menggunakan algoritme kernel modified K-nearest neighbor. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(6), 2617–2624. Universitas Brawijaya.
- [4] Astuti, W., & Kusumawardani, Y. (2017). Analisis pencemaran udara dengan box model (daya tampung beban pencemar udara): Studi kasus di Kota Tangerang. *Jurnal Neo Teknika*, 3(1), 21–28.
- [5] Listyarini, S., Warlina, L., & Sambas, A. (2021). Air quality monitoring system in South Tangerang based on Arduino Uno: From analysis to implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1115(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1115/1/012046>
- [6] SGX Sensortech. (2016). MiCS-6814: Carbon monoxide, ammonia, nitrogen dioxide gas sensor module (pp. 1–15). SGX Sensortech.
- [7] Samyoung Electronics. (2004). Dust sensor module DSM501 series (pp. 1–9). Samyoung Electronics Co., Ltd.