

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern ini, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka banyak peluang dalam berbagai sektor, termasuk dalam pengelolaan kualitas udara. IoT mengacu pada jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet untuk mengumpulkan, memantau, dan menganalisis data secara *real-time*. IoT berperan penting dalam konteks kualitas udara karena memungkinkan pemantauan kondisi udara secara lebih efisien dan akurat di berbagai lokasi, dengan tujuan mengidentifikasi polusi serta mengurangi dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Kualitas udara dalam kabin mobil merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kenyamanan dan kesehatan pengemudi serta penumpang. Berbagai polutan, seperti debu, asap, gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan partikel-partikel halus (PM), dapat masuk ke dalam kabin kendaraan melalui ventilasi, terutama ketika kendaraan terjebak dalam kemacetan atau berada di wilayah dengan kualitas udara yang buruk. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas udara di kabin, yang berdampak pada penurunan kenyamanan dan risiko gangguan kesehatan seperti gangguan pernapasan, kelelahan dan pusing.

Pengemudi Grab, yang menghabiskan sebagian besar waktunya di dalam kabin mobil dengan jendela tertutup dan paparan lalu lintas padat, berisiko tinggi terpapar polusi udara dalam kabin seperti partikel halus (PM_{2.5}), nitrogen dioksida (NO₂), ozon (O₃), dan senyawa organik volatil (VOCs). Studi menunjukkan bahwa konsentrasi polutan di dalam kabin mobil sering kali melebihi konsentrasi udara luar, terutama saat kendaraan berhenti di kemacetan atau ventilasi udara sirkulasi tertutup digunakan (Patel et al., 2021). Penelitian oleh Goel & Kumar (2016) juga mengungkap bahwa

pengemudi taksi di kota-kota besar mengalami konsentrasi black carbon yang tinggi selama jam kerja, yang meningkatkan risiko gangguan pernapasan, kardiovaskular, serta stres oksidatif.

Selain polusi eksternal, bahan interior mobil juga memancarkan VOC seperti formaldehida, toluena, dan benzena yang bersifat karsinogenik dan berdampak negatif bagi kesehatan jika terhirup secara terus-menerus (Saxena et al., 2022). Risiko ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan pada profesi seperti pengemudi Grab, yang terpapar lebih dari 8 jam sehari, sehingga dibutuhkan sistem pemantauan kualitas udara kabin yang real-time dan terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) sebagai solusi preventif.

Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem pengendalian kualitas udara dalam kabin mobil yang mampu memonitor dan mengatur kualitas udara secara otomatis. Penggunaan teknologi berbasis mikrocontroller dan *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengembangkan sistem tersebut. Mikrocontroller dapat digunakan sebagai pengendali untuk memonitor berbagai parameter kualitas udara seperti suhu, kelembapan, tingkat polusi, dan keberadaan gas berbahaya.

Sementara itu, IoT memungkinkan perangkat tersebut terhubung ke internet, sehingga data yang diperoleh dapat dipantau secara real-time oleh pengemudi, pemilik mobil, maupun pihak lain yang berkepentingan. Dengan mengintegrasikan teknologi ini, sistem dapat memberikan peringatan dini apabila kualitas udara dalam kabin memburuk dan secara otomatis mengaktifkan sistem pembersihan udara atau ventilasi guna meningkatkan kualitas udara. Selain itu, melalui monitoring data berbasis IoT, data yang terkumpul dari berbagai mobil dapat dianalisis untuk melihat pola kualitas udara dalam jangka panjang, yang berguna dalam meningkatkan kebijakan pengelolaan kualitas udara di lingkungan perkotaan. Perancangan alat pengendalian kualitas udara berbasis mikrokontroler ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis dan efisien dalam menciptakan

lingkungan kabin yang lebih sehat, meningkatkan kenyamanan, serta membantu mengurangi dampak negatif dari polusi udara terhadap kesehatan manusia.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak adanya sistem otomatis yang dapat mengendalikan kualitas udara pada kabin mobil.
2. Keterbatasan sistem pemantauan kualitas udara yang dilakukan secara manual tanpa integrasi data berbasis cloud.
3. Belum tersedianya perangkat yang mampu memberikan notifikasi secara real-time kepada pengguna saat kualitas udara menurun.
4. Belum adanya analisis dan monitoring data berbasis IoT dalam menentukan respon terhadap penurunan kualitas udara.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan ruang lingkup penelitian, berikut adalah batasan masalah yang ditetapkan dalam perancangan alat pengendalian kualitas udara pada kabin mobil berbasis mikrokontroler dengan monitoring data *Internet of Things* (IoT):

1. Sistem hanya akan diterapkan pada ruang tertutup berupa kabin mobil.
2. Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem ini adalah ESP32.
3. Sensor yang digunakan terbatas pada sensor MQ-135 untuk polusi udara dan DHT11 untuk suhu dan kelembapan.
4. Sistem hanya diuji pada satu kendaraan dan belum dilakukan uji coba massal.
5. Monitoring dan tampilan data dilakukan melalui platform Firebase dan aplikasi Kodular.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, perancangan alat monitoring kualitas udara pada kabin mobil berbasis ESP-32 dengan monitoring data *Internet of Things* (IoT) bertujuan untuk mengatasi masalah kualitas udara yang buruk di kabin mobil. Beberapa rumusan masalah yang perlu dijawab dalam penelitian atau perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kualitas udara yang efektif untuk kabin mobil?
2. Bagaimana sistem dapat memberikan peringatan otomatis apabila kualitas udara memburuk?
3. Bagaimana integrasi mikrokontroler ESP32 dengan platform Firebase dan aplikasi Kodular dapat dilakukan?
4. Bagaimana efektivitas sistem dalam mendeteksi perubahan kualitas udara secara real-time?

1.5 Tujuan Penelitian

Perancangan alat monitoring kualitas udara pada kabin mobil berbasis mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) bertujuan untuk menyediakan solusi efektif dalam mengawasi dan meningkatkan kualitas udara di dalam ruang mobil. Adapun tujuan spesifik dari perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem monitoring kualitas udara di kabin mobil berbasis IoT.
2. Mengimplementasikan mikrokontroler ESP32 dengan sensor MQ-135 dan DHT11 untuk deteksi polusi, suhu, dan kelembapan.
3. Mengintegrasikan sistem dengan Firebase dan aplikasi Kodular untuk pemantauan dan peringatan real-time.
4. Menguji kinerja sistem dalam mendeteksi perubahan kualitas udara dan efektivitas pengendalian udara secara otomatis

1.6 Manfaat Penelitian

Perancangan alat monitoring kualitas udara pada kabin mobil berbasis ESP-32 dengan monitoring data *Internet of Things* (IoT) memiliki berbagai manfaat yang signifikan, baik bagi individu, pengelola ruang, maupun masyarakat secara umum. Beberapa manfaat utama dari perancangan alat ini antara lain:

1. Meningkatkan Kualitas Udara di dalam ruang mobil
2. Memberikan solusi teknologi untuk menjaga kualitas udara di ruang tertutup seperti kabin mobil.
3. Menyediakan alat bantu bagi pengemudi dalam meningkatkan kenyamanan dan kesehatan selama berkendara.
4. Mengedukasi pengguna tentang pentingnya kualitas udara dan pemantauan polusi.
5. Menjadi referensi bagi pengembangan sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT untuk aplikasi lain di masa mendatang.

