

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi (atmosfer), yang komposisinya tidak selalu konstan. Udara merupakan komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan, sehingga perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya (Zafira *et al.*, 2022).

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang sangat serius dan berdampak signifikan pada kesehatan manusia, terutama di lingkungan sekolah. Pada umumnya, siswa menghabiskan sebagian besar waktu mereka di sekolah, sehingga kualitas udara di lingkungan sekolah sangat penting untuk dijaga. Pencemaran udara dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti emisi kendaraan bermotor, industri, dan aktivitas manusia lainnya. Dengan demikian, lingkungan sekolah yang tidak memiliki sistem *monitoring* yang efektif dapat menjadi tempat yang tidak sehat bagi siswa dan staf sekolah (Hasanah & Widiastuti, 2019).

Banyaknya dampak yang terjadi akibat dari adanya pencemaran udara adalah penyakit yang disebabkan karena pencemaran udara itu sendiri yaitu infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) termasuk *bronchitis*, asma, dan gangguan bernapas lainnya. Apabila kualitas udara di sekolah buruk, maka hal tersebut akan memberikan dampak gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan sekolah akan mempengaruhi efektifitas dan kinerja dari siswa maupun staf sekolah. Dengan begitu, menjaga dan memperhatikan kualitas udara di sekolah menjadi penting agar dapat menciptakan lingkungan yang sehat dan nyaman untuk melakukan aktivitas belajar dan mengajar (Aryanata & Maharani, 2020).

Tingkat udara yang sesuai dengan standar kesehatan sangat penting bagi kesehatan fisik makhluk hidup dan merupakan faktor kunci dalam menciptakan lingkungan yang sehat. Udara yang dihirup mengandung oksigen yang sangat vital bagi kelangsungan hidup, namun juga dapat mengandung zat lain seperti karbon monoksida, karbondioksida, formaldehida, jamur, virus, bakteri, debu, dan sebagainya. Adakalanya, oksigen baik di dalam maupun di luar ruangan dapat

terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya yang masih bisa dinetralisasi dalam kadar tertentu. Namun, jika kadar tersebut melebihi batas normal, zat-zat tersebut dapat menimbulkan masalah kesehatan. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), beberapa zat berbahaya yang berasal dari bangunan, material konstruksi, peralatan, serta proses pembakaran atau pemanasan dapat memicu gangguan Kesehatan (Eze *et al.*, 2020).

Upaya untuk mengatasi kualitas udara yang buruk di dalam lingkungan sekolah merupakan salah satu hal yang harus dilakukan secara berkelanjutan oleh pihak sekolah terkait karena dampaknya dapat mempengaruhi kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan pedoman pengaturan untuk penyehatan udara dalam lingkungan sekolah yang menjadi acuan bagi para penanggung jawab kegiatan belajar mengajar di sekolah, dan pemerintah juga pastinya dalam upaya meningkatkan kualitas udara di dalam lingkungan sekolah. Pedoman ini mencakup persyaratan kualitas udara, dampak, faktor, risiko, metode penyehatan udara, serta tata laksana pengawasan kualitas udara (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

Dewasa ini pengukuran kualitas udara masih banyak dilakukan oleh petugas kesehatan dengan membawa alat ukur dan melakukan pengukuran langsung di lokasi. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti memakan waktu yang lama dan memerlukan sumber daya yang cukup besar. Selain itu, hasil pengukuran juga dapat tidak akurat jika tidak dilakukan secara berkelanjutan.

SMK Negeri 3 Lhokseumawe terletak di pusat kota, yang membuat lingkungan sekolah ini rawan terpapar pencemaran udara. Di sisi kanan sekolah terdapat hotel, sementara di sisi kiri terdapat bengkel yang berpotensi menghasilkan polusi udara dari aktivitas kendaraan dan mesin. Selain itu, bagian belakang sekolah berbatasan langsung dengan pemukiman warga, yang juga dapat berkontribusi pada peningkatan kadar polutan di udara sekitar. Keberadaan berbagai sumber pencemaran tersebut menjadikan kualitas udara di lingkungan SMK Negeri 3 Lhokseumawe sebagai salah satu faktor yang perlu mendapatkan perhatian khusus, agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan siswa dan staf pengajar. Dari tahun 2020-2024 data pengaduan keluhan pernafasan meningkat setiap tahunnya. Dari jumlah data keseluruhannya, presentase peningkatan cukup

signifikan. Pada tahun 2020, sebanyak 8%, tahun 2021 sebanyak 12%, 2022 sebanyak 18%, tahun 2023 sebanyak 28% dan pada tahun 2024 sebanyak 30%. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan sistem monitoring kualitas udara yang efektif di sekolah ini guna menjaga kesehatan dan kenyamanan lingkungan belajar.

Teknologi IoT memberikan solusi pemantauan kualitas udara yang lebih efektif dan efisien. Dengan menggunakan sensor berbasis IoT yang terhubung secara *real-time*, pihak sekolah dapat memperoleh data kualitas udara secara langsung dan memantau polutan setiap saat. Sistem IoT ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat, serta memberikan data yang lebih valid dibandingkan dengan metode manual yang memerlukan waktu lama dan sumber daya besar. Selain itu, sistem berbasis IoT dapat memberikan peringatan dini jika kualitas udara di sekitar sekolah memburuk, sehingga tindakan preventif dapat segera diambil untuk menjaga kesehatan siswa dan staf pengajar (Mandasari, *et al.*, 2024).

Dengan kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem *monitoring* kualitas udara dapat ditingkatkan untuk menjadi lebih efektif dan efisien. IoT memungkinkan perangkat-perangkat fisik yang terhubung ke internet untuk berkomunikasi dan berbagi data secara *real-time* (Nunsina *et al.*, 2024). Sehingga, sistem *monitoring* kualitas udara berbasis IoT dapat memberikan informasi yang akurat dan cepat tentang kualitas udara di lingkungan sekolah.

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan, dalam penulisan tugas akhir ini penulis akan membahas permasalahan tentang **“Sistem Monitoring Dan Pendekripsi Pencemaran Udara Sekolah Berbasis Internet Of Things (IoT)”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis uraikan di atas, maka permasalahan yang penulis rumuskan adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem *monitoring* dan deteksi dini pencemaran udara di sekolah berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor-sensor yang relevan dengan teknologi IoT untuk mendekripsi parameter kualitas udara?

3. Bagaimana melakukan pengujian dan analisis sistem *monitoring* dan deteksi dini pencemaran udara berbasis IoT?
4. Bagaimana dampak jangka panjang implementasi sistem monitoring dan deteksi dini pencemaran udara berbasis IoT terhadap kesehatan siswa dan efisiensi pemantauan kualitas udara di lingkungan sekolah?

### 1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan sistem *monitoring* dan deteksi dini pencemaran udara berbasis IoT yang dapat mendeteksi parameter-parameter kualitas udara seperti CO, CO<sub>2</sub>, suhu, kelembaban dan PM10 secara *real-time* untuk memberikan informasi akurat tentang kondisi udara di lingkungan sekolah.
2. Membangun sistem yang dapat mengintegrasikan berbagai sensor yang relevan, seperti MQ-135, MQ-7, DHT-22, dan GP2Y1010AU0F, dengan teknologi IoT, yang bertujuan untuk membaca data lingkungan secara *real-time*, seperti tingkat polutan gas, partikel debu, suhu, dan kelembaban, serta mengirimkan data tersebut ke *platform* IoT yang terhubung untuk analisis lebih lanjut.
3. Melakukan evaluasi terhadap performa sistem *monitoring* kualitas udara, termasuk akurasi data sensor, keandalan pengiriman data ke *server* IoT, dan efektivitas metode *Fuzzy* dalam pengklasifikasian kualitas udara, serta menganalisis kemampuan sistem dalam memberikan informasi *real-time* melalui *dashboard* berbasis *web* untuk membantu pengguna memahami kondisi udara secara cepat.
4. Mengidentifikasi dampak jangka panjang implementasi sistem terhadap peningkatan kualitas udara di lingkungan sekolah, yang berpotensi mengurangi risiko gangguan kesehatan siswa dan tenaga pendidik akibat paparan polutan.

#### **1.4 Manfaat penelitian**

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sistem *monitoring* dan deteksi dini pencemaran udara berbasis IoT dapat mendeteksi parameter-parameter kualitas udara seperti CO, CO<sub>2</sub>, suhu, kelembaban dan PM10 secara *real-time*, sehingga dapat memberikan informasi yang akurat tentang kondisi udara di lingkungan sekolah.
2. Penghematan sumber daya dalam hal pengurangan biaya operasional untuk pengawasan kualitas udara karena tidak perlu menggunakan alat manual yang memakan waktu dan sumber daya yang besar.
3. Dengan kualitas udara yang lebih baik, lingkungan sekolah menjadi lebih nyaman bagi siswa dan staf sekolah, sehingga dapat meningkatkan kinerja akademisi dan profesional.
4. Meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas udara di tingkat sekolah melalui pemanfaatan teknologi IoT yang dapat diandalkan, sehingga dapat menjadi model yang diadopsi oleh sekolah-sekolah lain untuk mendukung lingkungan belajar yang sehat dan produktif.

#### **1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di SMK Negeri 3 Lhokseumawe, dengan fokus pada pengembangan sistem monitoring dan deteksi dini kualitas udara di lingkungan sekolah tersebut.
2. Penelitian ini membatasi parameter kualitas udara yang dianalisis, yaitu karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), suhu, kelembaban, dan partikulat PM10.
3. Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai penghubung antara sensor dan platform *Internet of Things* (IoT) untuk mengirimkan data secara *real-time*.
4. Sistem keputusan dalam penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy* untuk mengklasifikasikan kualitas udara berdasarkan data yang diperoleh dari sensor.

5. Penelitian ini juga memperhitungkan potensi kendala teknis dalam implementasi IoT, seperti gangguan konektivitas yang dapat mempengaruhi pengiriman data secara *real-time* dan juga keawetan sensor yang digunakan.