

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Industri pupuk dan pestisida merupakan sektor manufaktur yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan pertanian. Namun, proses produksi di industri ini berpotensi menghasilkan emisi gas berbahaya, salah satunya adalah sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ).  $\text{SO}_2$  merupakan gas reaktif yang dihasilkan dari penggunaan sulfur sebagai bahan baku utama dalam pembuatan pupuk dan pestisida. Emisi gas  $\text{SO}_2$  ini dapat berdampak negatif terhadap kesehatan pekerja dan lingkungan sekitar, terutama jika tidak dilakukan pengendalian dan pemantauan yang efektif (Gawpalu, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh (Solichin, 2016) di sekitar kawasan industri PT Pupuk Sriwidjaja (Pusri) Palembang menunjukkan bahwa konsentrasi  $\text{SO}_2$  di pemukiman sekitar pabrik mencapai  $0,246 \text{ mg/m}^3$ . Meskipun hasil risiko kesehatan non-karsinogenik menunjukkan nilai di bawah ambang batas risiko, penelitian tersebut menekankan pentingnya pemantauan rutin dan kajian lanjutan untuk mencegah potensi gangguan kesehatan akibat paparan  $\text{SO}_2$ . Paparan  $\text{SO}_2$  diketahui dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, penurunan fungsi paru-paru, serta gejala seperti batuk dan sesak napas (Muziansyah et al., 2015). Studi lain di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Blondo dan PLTGU Indralaya juga melaporkan hubungan antara konsentrasi  $\text{SO}_2$  yang tinggi dengan keluhan gangguan pernapasan pada pekerja yang beraktivitas dekat sumber emisi (Wibawa, 2019).

Oleh karena itu, keluhan karyawan terkait gangguan pernapasan di lingkungan industri ini diduga berkaitan dengan paparan gas  $\text{SO}_2$ . Untuk itu, diperlukan sistem pemantauan kualitas udara yang efektif untuk mendeteksi kandungan  $\text{SO}_2$  secara real-time. Penggunaan metode manual dalam pengukuran kualitas udara memiliki keterbatasan, seperti keterlambatan dalam deteksi polutan dan kurangnya akses data secara real-time (Dafa et al., 2022). Dengan perkembangan teknologi *Internet of*

*Things* (IoT), pemantauan kualitas udara dapat dilakukan secara otomatis dan terintegrasi, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat (Ramadhan & Chandra, 2022)

Dengan adanya sistem pemantauan berbasis IoT ini, konsentrasi SO<sub>2</sub> dapat dipantau secara real-time sehingga fluktuasi kadar polutan dapat diketahui lebih cepat. Informasi yang diperoleh memungkinkan industri melakukan tindakan mitigasi segera, seperti evaluasi proses produksi, perbaikan sistem ventilasi, atau penambahan unit pengendalian pencemaran udara. Sistem monitoring yang lebih responsif ini diharapkan mampu mengetahui paparan SO<sub>2</sub> terhadap pekerja dan menjaga kualitas udara di lingkungan kerja. Selain itu, data pemantauan yang terekam secara kontinu dapat menjadi dasar evaluasi lingkungan yang lebih akurat bagi industri maupun pihak terkait dalam upaya pengelolaan emisi yang berkelanjutan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini diantaranya adalah

1. Bagaimana kadar gas SO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari aktivitas mesin produksi di dalam ruangan secara periodik setiap jam menggunakan sensor MQ-136 yang terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT).
2. Bagaimana persebaran spasial gas SO<sub>2</sub> di dalam ruangan dengan pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak SimScale.
3. Apakah kadar gas SO<sub>2</sub> di dalam ruangan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan yang berlaku ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah

1. Menganalisis kadar gas SO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari aktivitas mesin produksi di dalam ruangan secara periodik setiap jam menggunakan sensor MQ-136 yang terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT).

2. Menganalisis persebaran spasial gas SO<sub>2</sub> di dalam ruangan dengan pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak SimScale.
3. Menganalisis kadar gas SO<sub>2</sub> di dalam ruangan merujuk pada peraturan yang berlaku

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian mengenai pemantauan dan pemodelan sebaran gas pencemar di lingkungan dalam ruang (indoor) dengan pendekatan berbasis teknologi sensor dan simulasi numerik.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan awal bagi pelaku industri dalam memetakan konsentrasi gas SO<sub>2</sub> di dalam ruangan, sehingga dapat dilakukan upaya pengendalian dan peningkatan kualitas udara di area kerja.
3. Secara regulatif, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam mengevaluasi kesesuaian kadar gas SO<sub>2</sub> dengan baku mutu udara ambien berdasarkan peraturan yang berlaku.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Objek penelitian terbatas pada konsentrasi gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yang dihasilkan dari aktivitas mesin produksi di dalam ruangan tertutup.
2. Pengukuran konsentrasi SO<sub>2</sub> dilakukan menggunakan sensor MQ-136 yang terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT), dengan data diambil secara periodik setiap jam selama 24 jam.
3. Simulasi penyebaran gas dilakukan dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis perangkat lunak SimScale.

4. Evaluasi terhadap standar kualitas udara mengacu pada nilai baku mutu SO<sub>2</sub> berdasarkan Permenaker No. 5 Tahun 2018.
5. Penelitian ini tidak mencakup pengukuran kesehatan pekerja, reaksi kimia lanjutan dari SO<sub>2</sub> di udara, atau interaksi dengan polutan lain di dalam ruangan.