

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) memegang peran krusial dalam menyukseskan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) berskala nasional. Sebagai fasilitas produksi makanan skala besar, SPPG bergantung pada peralatan memasak komersial dengan suplai *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) yang sangat intensif (Yordan Santoso dkk., 2026). SPPG dalam melaksanakan proses pengolahan makanan dalam skala besar sangat bergantung pada penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar utama yang sering kali ditempatkan di ruang tertutup dengan sirkulasi udara minim. Sebagai fasilitas produksi makanan skala besar, SPPG menggunakan berbagai peralatan memasak yang sangat bergantung pada suplai LPG secara intensif. Penggunaan LPG secara terus-menerus di ruang tertutup dengan sirkulasi udara minim memicu dua potensi bahaya utama: akumulasi gas karbon dioksida (CO₂) dari proses pembakaran yang dapat memicu gangguan kesehatan pekerja, serta tingginya risiko kebocoran gas LPG pada instalasi peralatan (Herdiana, 2025).

LPG di Indonesia didominasi oleh campuran butana yang cenderung mengendap saat bocor, dan propana yang cepat menguap. Jika terakumulasi di dalam ruang tertutup, kebocoran kedua gas ini sangat berbahaya karena dapat memicu asfiksia (kekurangan oksigen) serta ledakan apabila konsentrasinya mencapai batas *Lower Explosive Limit* (LEL). Mengingat tingginya risiko tersebut, penerapan sistem deteksi dini kebocoran gas menjadi syarat mutlak untuk menjamin keselamatan kerja di area dapur SPPG.

LPG murni tidak memiliki warna maupun bau sehingga kebocoran sulit dikenali secara langsung. Untuk membantu identifikasi, LPG diberi zat pembau ethyl mercaptan. Meskipun demikian, deteksi berdasarkan penciuman memiliki keterbatasan karena dipengaruhi konsentrasi gas, kondisi lingkungan, serta kemampuan penciuman setiap individu. Kebocoran juga dapat disebabkan oleh selang yang retak atau mengalami penuaan, regulator yang tidak terpasang dengan baik, kerusakan tabung, serta kurangnya pemeriksaan dan pemeliharaan instalasi

gas. Kondisi tersebut dapat memicu kebakaran apabila kebocoran tidak segera diketahui dan ditangani, seperti peristiwa kebakaran terjadi pada dapur SPPG di Dusun Grogolan, Desa Sumuragung, Kecamatan Baureno, Kabupaten Bojonegoro, pada 1 Februari 2026 yang menyebabkan dua orang pekerja mengalami luka dan kerugian materiil. Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa kebocoran LPG yang tidak terdeteksi sejak awal dapat berkembang menjadi kecelakaan yang menimbulkan korban jiwa maupun kerugian material.

Selain risiko kebocoran LPG, proses pembakaran pada kompor gas juga menghasilkan karbon dioksida (CO_2). Pada kondisi ventilasi yang kurang baik, gas CO_2 dapat terakumulasi di dalam ruangan dan menyebabkan penurunan kualitas udara. Paparan CO_2 dengan konsentrasi tinggi dalam waktu yang lama dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti sakit kepala, kelelahan, menurunnya konsentrasi, hingga gangguan pernapasan. Oleh sebab itu, pemantauan kadar karbon dioksida menjadi bagian penting dalam menjaga keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan dapur SPPG.

Pada praktiknya, deteksi LPG masih banyak mengandalkan penciuman dan pemeriksaan visual terhadap tabung, regulator, serta selang. Metode tersebut sangat bergantung pada kepekaan pengguna dan tidak mampu memberikan informasi kuantitatif mengenai konsentrasi gas maupun kondisi kualitas udara secara real-time. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan sistem yang mampu mendeteksi dan memantau kadar propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}), dan karbon dioksida (CO_2) secara real-time pada ruang SPPG menggunakan mutli sensor yaitu sensor MQ-6 dan MQ-135. Sensor MQ-6 memiliki sensitivitas terhadap gas LPG, khususnya propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), sehingga dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi kebocoran LPG. Sementara itu, sensor MQ-135 dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan kualitas udara yang berkaitan dengan keberadaan karbon dioksida (CO_2) dan beberapa gas lainnya. Selain itu, sistem yang dirancang juga dilengkapi early warning system berupa alarm dan pengendalian *exhaust* fan secara otomatis ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas. *Exhaust* fan membantu mempercepat sirkulasi udara sehingga mengurangi akumulasi gas di dalam ruangan (Maulana & Tanjung, 2026). Sistem ini berfungsi sebagai deteksi dan peringatan dini, bukan sebagai sistem pemadam kebakaran

otomatis, sehingga pekerja dapat segera melakukan tindakan pengamanan dan evakuasi. Sistem yang dirancang diharapkan mampu memberikan informasi kondisi gas secara cepat, mendeteksi potensi kebocoran LPG, memantau akumulasi CO₂ hasil pembakaran, serta memberikan peringatan dini ketika kondisi gas mencapai tingkat yang berpotensi membahayakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang mengenai bahaya kebocoran gas LPG (propana dan butana) serta penumpukan gas CO₂ di area dapur Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) program Makan Bergizi Gratis (MBG), maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring kadar gas propana (C₃H₈), butana (C₄H₁₀), dan karbon dioksida (CO₂) menggunakan sensor MQ-6 dan sensor MQ-135 yang terintegrasi dengan otomatisasi *exhaust*
2. fan berbasis IoT pada Ruang Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi?
3. Bagaimana pengaruh suhu terhadap tingkat akurasi sensor MQ-6 dan MQ-135 yang digunakan pada Sistem Deteksi Kadar Gas Propana (C₃H₈) Butana (C₄H₁₀) dan Karbon Dioksida (CO₂) pada Ruang Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi?
4. Berapa rata rata nilai delay pada sistem IoT Alat Deteksi Kadar Gas Propana (C₃H₈) Butana (C₄H₁₀) dan Karbon Dioksida (CO₂) pada Ruang Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi?
5. Bagaimana keandalan alat kinerja Deteksi Kadar Gas Propana (C₃H₈) Butana (C₄H₁₀) dan Karbon Dioksida (CO₂) pada Ruang Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem monitoring serta deteksi kebocoran tabung LPG dan pemantauan kadar karbon dioksida berbasis sensor MQ-6 dan MQ-135 yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), guna meningkatkan keselamatan operasional serta mencegah risiko

keselamatan dan kebakaran pada ruang Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) Program Makan Bergizi Gratis (MBG).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini yaitu:

1. Deteksi gas terbatas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) sebagai komponen utama LPG menggunakan sensor MQ-6, serta karbon dioksida (CO_2) menggunakan sensor MQ-135, meskipun MQ-135 sensitif terhadap polutan lain penelitian ini hanya memfokuskan analisis pada CO_2 dan tidak mencakup deteksi gas lain seperti karbon monoksida (CO), amonia (NH_3).
2. Sistem dirancang dan di uji hanya pada simulasi di ruang kecil tertutup yang merepresentasikan dapur Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) Program Makan Bergizi Gratis (MBG), dengan penempatan alat pada area spesifik yang memerlukan pemantauan intensif.
3. Fitur otomatisasi terbatas pada aktivasi kipas pembuangan melalui relay, indikator visual (LED hijau/kuning/merah), auditori (buzzer dan DFPlayer Mini untuk pesan suara aman/siaga/bahaya), serta kontrol lokal berdasarkan threshold sensor tidak mencakup integrasi dengan sistem eksternal lain seperti alarm kebakaran terpusat atau aktuator tambahan. Implementasi fitur otomatisasi hanya mencakup aktivasi kipas pembuangan saat mendeteksi level gas yang melebihi batas aman.
4. Implementasi IoT menggunakan modul ESP-01 dan platform Blynk terbatas pada monitoring data sensor real-time, notifikasi push/email saat kondisi bahaya, kontrol on/off kipas dari aplikasi Blynk, serta dukungan recalibrasi manual berdasarkan data monitoring.
5. Pengujian akurasi sensor bersifat estimasi relatif berdasarkan kalibrasi datasheet dan simulasi paparan gas terkendali.
6. Sistem tidak dilengkapi dengan aktuator penanggulangan fisik otomatis seperti katup pemutus aliran gas otomatis (*Solenoid Valve*), sistem penyemprotan air otomatis (*sprinkler*).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan keamanan dan keselamatan pada ruang SPPG melalui sistem deteksi dini terhadap keberadaan gas propana (C_3H_8) butana (C_4H_{10}), dan karbon dioksida (CO_2) yang berpotensi menimbulkan risiko kebakaran, ledakan, maupun gangguan kesehatan.
2. Membantu pengelola ruang SPPG dalam melakukan pemantauan kadar gas secara real-time sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat ketika terjadi peningkatan konsentrasi gas di atas ambang batas yang aman.
3. Mendukung pengembangan teknologi sistem peringatan dini (early warning system) yang dapat diterapkan pada ruang penyimpanan bahan bakar, dapur produksi, laboratorium, maupun area kerja lainnya yang menggunakan gas sebagai sumber energi.
4. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem deteksi gas yang lebih akurat, terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT), serta dilengkapi dengan fitur notifikasi dan pengendalian otomatis.