

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Gas Petroleum Cair (LPG) telah menjadi sumber energi utama yang tak tergantikan di berbagai sektor di Indonesia, terutama dalam rumah tangga. Adopsi yang meluas ini sebagian besar didorong oleh kebijakan pemerintah sejak tahun 2007 yang mendorong konversi dari minyak tanah ke LPG untuk kebutuhan bahan bakar domestik (Mardiansyah, 2024). Penggunaan LPG yang masif ini, seperti yang ditunjukkan oleh survei yang menemukan bahwa 97,5% responden menggunakan tabung gas LPG di rumah mereka, menjadikan LPG sebagai bagian integral dari kehidupan sehari-hari (Mardiansyah, 2024).

Meskipun memberikan banyak manfaat, penggunaan LPG tidak lepas dari risiko keamanan yang signifikan. LPG memiliki tingkat risiko ledakan yang sangat tinggi dibandingkan dengan bahan bakar lain seperti minyak (Mardiansyah, 2024). Banyak insiden ledakan tabung gas LPG telah dilaporkan di seluruh Indonesia.

Kebocoran LPG merupakan penyebab utama kecelakaan, menyumbang 94,7% dari cedera luka bakar, dengan ledakan menyumbang 5,3% sisanya (Putri et al., 2021). Sebagian besar insiden ini (83,4%) terjadi di dalam rumah, terutama melibatkan tabung LPG rumah tangga 3 kilogram yang umum digunakan (96,4% dari kasus) (Putri et al., 2021). Korban sebagian besar adalah laki-laki usia produktif (66,2%), dengan hampir setengahnya (43,1%) berada dalam kelompok usia 36-55 tahun. Mayoritas cedera diklasifikasikan sebagai luka bakar mayor (62,1%), sering kali memengaruhi area kritis seperti kepala dan leher (73%) serta dada bagian depan (64%).² Yang mengkhawatirkan, 16% kasus melibatkan cedera inhalasi bersamaan, yang secara signifikan meningkatkan risiko kematian (Putri et al., 2021).

Selain bahaya fisik, kebocoran LPG juga menimbulkan risiko keracunan, yang dapat menyebabkan pusing, mual, sesak napas, dan potensi fatal jika terhirup berlebihan. Asfiksia juga menjadi ancaman akibat perpindahan oksigen di ruang tertutup (Reza Latief, 2024). Data demografi korban dan lokasi kecelakaan menunjukkan adanya krisis kesehatan masyarakat yang substansial. Konsekuensi

jangka panjang, termasuk hilangnya produktivitas dan biaya perawatan kesehatan, merupakan beban sosial yang signifikan. Selain itu, dampak ekonomi dan sosial meluas di luar rumah tangga individu, memengaruhi sektor ekonomi rentan seperti Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) dan stabilitas pasar secara keseluruhan (Reza Latief, 2024). Hal ini meningkatkan kebutuhan akan sistem deteksi yang efektif menjadi perhatian kesejahteraan nasional.

Metode tradisional yang umum untuk mendeteksi kebocoran LPG meliputi mengandalkan bau khas seperti telur busuk (karena penambahan merkaptan), mendengarkan suara mendesis dari selang atau regulator, mengamati tanda-tanda fisik seperti tanaman yang mati atau kondensasi berlebihan di dekat pipa gas, dan menggunakan metode air sabun pada sambungan (Rojak, 2024).

Namun, metode-metode ini memiliki keterbatasan signifikan. Indra penciuman manusia bisa tidak dapat diandalkan karena faktor-faktor seperti pilek, paparan berkepanjangan yang menyebabkan desensitisasi, atau variasi individu dalam persepsi penciuman (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025). Metode air sabun, meskipun efektif untuk menemukan kebocoran yang terlihat, hanyalah solusi sementara dan tidak cocok untuk pemantauan berkelanjutan (Kemur, 2025). Sebagian besar (64%) insiden kebakaran akibat kebocoran gas disebabkan oleh penanganan yang terlambat, menyoroti ketidakcukupan metode deteksi reaktif. Selain itu, 78% rumah tangga, meskipun khawatir akan risiko, tidak memiliki sistem deteksi yang memadai (Nila, 2024). Sebagian besar kecelakaan disebabkan oleh selang yang rusak atau regulator yang tidak terpasang dengan benar, bukan tabung gas itu sendiri, menekankan perlunya pemantauan yang cermat pada titik-titik sambungan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020).

Di luar aspek keamanan kritis deteksi kebocoran, pemantauan volume tabung LPG mengatasi ketidaknyamanan rumah tangga yang umum: habisnya gas secara tiba-tiba saat memasak, yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari (Saleh & Sudiarsa, 2023). Untuk usaha kecil dan menengah (UMKM) yang sangat bergantung pada LPG, habisnya gas yang tidak terduga dapat menyebabkan kerugian finansial akibat terhentinya operasi (Krisnatuti Pranadji et al., 2010). Pemantauan volume secara real-time menawarkan manfaat seperti menghindari kehabisan gas mendadak. Kemampuan untuk memantau volume LPG, selain

deteksi kebocoran, menambahkan nilai signifikan dengan mengatasi masalah kenyamanan dan efisiensi ekonomi. Bagi rumah tangga, ini mencegah gangguan; bagi bisnis, ini mengurangi kerugian finansial. Hal ini menunjukkan bahwa solusi IoT dapat memberikan manfaat holistik, menjadikannya lebih menarik dan sangat diperlukan untuk kehidupan modern.

Keberadaan berbagai jenis sensor untuk pemantauan volume menunjukkan bahwa tidak ada satu metode pun yang sempurna. Load cell menawarkan pengukuran massa langsung yang kuat, sementara sensor tekanan menyimpulkan volume, berpotensi lebih rentan terhadap variasi suhu. Sensor ultrasonik, meskipun efektif untuk cairan, tidak umum dikutip untuk volume gas dalam tabung LPG. Hal ini menyoroti perlunya analisis komparatif untuk menentukan teknologi yang paling sesuai berdasarkan akurasi yang diinginkan, biaya, dan tantangan implementasi praktis.

Kemajuan pesat dan adopsi luas teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi transformatif untuk tantangan keamanan dan manajemen LPG. Sistem berbasis IoT memungkinkan pemantauan tingkat gas secara real-time dan notifikasi jarak jauh segera kepada pengguna, secara signifikan meningkatkan standar keamanan.

Transisi dari metode deteksi tradisional yang reaktif ke pemantauan IoT yang proaktif dan real-time bukan sekadar peningkatan bertahap; ini adalah pergeseran mendasar dalam filosofi keselamatan. Dengan menyediakan peringatan segera dan respons otomatis. Integrasi deteksi kebocoran dan pemantauan volume dalam satu kerangka kerja IoT menciptakan solusi komprehensif. Sinergi ini menawarkan manfaat ganda: mengurangi bahaya langsung (kebocoran) dan meningkatkan kenyamanan sehari-hari (mencegah kehabisan, mengotomatiskan pemesanan ulang). Pendekatan holistik ini menjadikan sistem IoT investasi yang lebih menarik dan berharga bagi pengguna, mendorong adopsi yang lebih luas dan, akibatnya, meningkatkan keamanan dan efisiensi penggunaan LPG secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini diantaranya yaitu:

1. Bagaimana cara merancang dan membangun sistem pemantauan kebocoran gas menggunakan sensor pengukur berat tabung gas LPG yang terintegrasi dengan teknologi *IoT*?
2. Bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG jika dibandingkan menggunakan tiga jenis sensor gas, yaitu Load Cell, MQ-2, MQ-6, dan modul ESP32?
3. Bagaimana kinerja dari sistem mendeteksi berat tabung gas terhadap kebocoran gas LPG berbasis sensor gas LPG yang terkoneksi pada *Internet of Things (IoT)*?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dalam skripsi ini diantaranya yaitu:

1. Merancang dan membangun sebuah prototipe sistem pemantauan berat tabung gas LPG yang mampu bekerja secara otomatis dan terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk notifikasi jarak jauh.
2. Menganalisa akurasi dari tiga jenis sensor gas yang berbeda, yaitu Load Cell sebagai pengukur berat dari tabung gas, MQ-2, MQ-6 dan modul ESP32, untuk menentukan sensor yang baik dan saling melengkapi dalam mendeteksi kebocoran gas LPG.
3. Menganalisis kinerja sistem keamanan yang dibangun, khususnya dalam hal memantau kebocoran tabung gas LPG.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini yaitu:

1. Skripsi ini berfokus pada pengembangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk pemantauan dan keamanan kebocoran gas pada dapur rumah tangga dan unit usaha kecil (UMKM) menggunakan load cell dan sensor gas LPG.

2. Sistem yang dibuat pada skripsi ini masih dalam bentuk prototipe.
3. Penggunaan sensor gas LPG dibatasi hanya untuk pengukuran kebocoran gas dalam dapur rumah tangga. Sistem tidak akan menggunakan sensor tambahan untuk pengukuran lainnya seperti sensor kelembapan suhu udara, sensor pengukur kecepatan arah angin, dan parameter keamanan lainnya.
4. Penelitian ini hanya akan menggunakan Load Cell, sensor gas LPG untuk mendeteksi kebocoran gas LPG, propane, dan iso-butane. Jenis gas lain tidak akan menjadi fokus dalam penelitian ini.
5. Penelitian ini akan membatasi pembahasan pada pengembangan sistem deteksi dini kebocoran gas yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*, termasuk penggunaan ESP32 sebagai pusat kontrol dan platform *blynk* untuk notifikasi.

1.5 Manfaat

Berikut adalah manfaat yang ingin dicapai oleh penulis dari penelitian ini adalah:

1. Sistem ini memberikan peringatan dini dan tindakan otomatis untuk mengetahui Ketika terjadi kebocoran gas sehingga mengurangi resiko kebakaran
2. Dengan teknologi berbasis *IoT* sistem dapat merespon kebakaran secara cepat dan efektif sehingga waktu penanganan resiko menjadi lebih singkat.
3. Skripsi ini berupaya mengenalkan dan mengembangkan penerapan *IoT* dalam kehidupan sehari-hari.