

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang Masalah

Kebocoran gas di ruang tertutup merupakan ancaman serius yang kerap diabaikan, baik di lingkungan rumah tangga maupun industri [1]. Dengan semakin meningkatnya penggunaan gas alam dan bahan kimia mudah terbakar lainnya sebagai sumber energi, risiko kebocoran gas juga semakin besar. Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana menunjukkan bahwa insiden kebocoran gas menempati peringkat tinggi dalam laporan keselamatan kerja, dengan kebakaran dan ledakan sebagai dampak utama, yang menyumbang sekitar 30% dari seluruh kecelakaan industri yang tercatat [2]. Penyebab kebocoran gas dapat meliputi penggunaan peralatan yang tidak terawat, kesalahan instalasi, atau kegagalan pemeliharaan sistem [3]. Selain itu, lingkungan tanpa ventilasi yang memadai memperburuk akumulasi gas berbahaya, meningkatkan risiko keracunan karbon monoksida (CO) dan potensi ledakan [4]. Kondisi ini menuntut pengembangan sistem deteksi dan mitigasi yang lebih efektif untuk melindungi keselamatan manusia dan mencegah kerugian material yang mencapai angka sekitar 25% dari total kerugian akibat kebakaran [5].

Berbagai solusi telah diusulkan untuk mengatasi risiko kebocoran gas [6]. Sistem deteksi gas portabel memberikan peringatan dini melalui alarm suara atau cahaya ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas tertentu [4]. Di sisi lain, beberapa bangunan telah mengadopsi ventilasi mekanis untuk mengurangi akumulasi gas di dalam ruangan dengan memperbaiki aliran udara, yang terbukti mengurangi risiko kebakaran hingga 40% di lingkungan industri [1]. Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) juga semakin meluas, memungkinkan pemantauan gas secara real-time dan pengiriman notifikasi ke perangkat seluler pengguna [6]. Namun, mayoritas sistem ini memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada respons manual pengguna, biaya tinggi, dan kerumitan instalasi [5].

Pendekatan berbasis penggabungan beberapa sensor dan aktuator telah diusulkan untuk mengatasi kelemahan ini. Sistem ini mengintegrasikan berbagai sensor, termasuk sensor gas untuk mendeteksi kebocoran, sensor suhu untuk memantau potensi kebakaran, dan sensor kelembapan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan secara keseluruhan [7]. Dengan mengombinasikan data dari berbagai sensor, sistem dapat memberikan deteksi yang lebih akurat dan respons otomatis melalui aktuator, seperti pompa air dan exhaust fan. Tren ini selaras dengan pengembangan teknologi IoT, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time melalui perangkat pintar, yang diperkirakan dapat mengurangi kecelakaan yang terkait dengan kebocoran gas hingga 50% [8].

Dalam penelitian ini, exhaust fan digunakan sebagai komponen kunci untuk mengurangi konsentrasi gas berbahaya di ruang tertutup. Exhaust fan, yang bekerja sebagai aktuator, akan secara otomatis diaktifkan oleh relay saat konsentrasi gas melampaui ambang batas [9]. Selain itu, penggunaan pompa air DC12V yang terhubung dengan sprinkle nozzle digunakan untuk menurunkan konsentrasi gas di udara sekaligus mendinginkan area yang terkena dampak kebocoran gas. Sistem ini memungkinkan pengendalian risiko secara cepat dan terukur [10]. Kedua aktuator ini bekerja secara sinergis untuk menciptakan sistem keamanan yang lebih efektif. Namun, penerapan sistem penggabungan beberapa sensor dan aktuator seperti ini juga menghadapi tantangan, termasuk kebutuhan infrastruktur pendukung, biaya perangkat, dan keamanan data [9]. Meski demikian, sistem ini memiliki potensi besar untuk mengurangi dampak kebocoran gas, manusia maupun perlindungan lingkungan [11].

Kebocoran gas di ruang tertutup berisiko tinggi menyebabkan keracunan dan ledakan, seringkali akibat peralatan tak terawat dan ventilasi buruk. Solusi seperti detektor gas portabel, IoT, dan sistem penggabungan beberapa sensor dan aktuator dengan respons otomatis menggunakan exhaust fan dan pompa air menawarkan mitigasi lebih efektif meski menghadapi tantangan biaya dan infrastruktur. Pendekatan ini berpotensi besar meningkatkan keselamatan dan mengurangi dampak kebocoran gas.

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini menawarkan solusi berbasis IoT dengan integrasi exhaust fan otomatis dan pompa, yang didukung oleh sensor

gas, suhu, dan kelembapan. Ketika gas berbahaya terdeteksi, exhaust fan akan diaktifkan untuk mengeluarkan gas dari ruangan, sementara pompa mengalirkan udara segar , sehingga membantu mengencerkan konsentrasi tersebut [11]. Solusi ini tidak hanya bertujuan meningkatkan keamanan lingkungan, tetapi juga memberikan opsi perlindungan yang lebih ekonomis dan mudah diakses oleh masyarakat luas.

1. 2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan diteliti dan dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas yang dapat mendeteksi kebocoran gas secara akurat dengan menggunakan teknologi penggabungan beberapa sensor dan aktuator berbasis Internet of Things (IoT)?
2. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam penerapan sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor gas, suhu, kelembapan, dan aktuator di lingkungan rumah tangga?

1. 3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem deteksi dan mitigasi kebocoran gas berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan sensor gas MQ-2, sensor DHT22, dan aktuator berupa exhaust fan. Sistem ini dirancang untuk secara spesifik mendeteksi kebocoran gas butena (asap rokok) dan uap alkohol, dengan target kinerja mencapai akurasi deteksi gas minimal 95% berdasarkan hasil pengujian, memiliki waktu respons deteksi gas berbahaya kurang dari 10 detik sejak kebocoran terdeteksi dan mengurangi konsentrasi gas berbahaya di udara hingga 90% dalam waktu kurang dari 10 menit setelah aktuator diaktifkan.

1. 4 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat pada penelitian dan pengembangan ini yaitu meningkatkan keselamatan lingkungan dengan memberikan solusi deteksi kebocoran gas yang lebih efisien dan otomatis, menyediakan sistem keamanan gas yang dapat diakses

dengan biaya lebih terjangkau, sehingga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pencegahan kebocoran gas.

1. 5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian dan pengembangan ini sebagai berikut:

1. Penelitian prototipe ini difokuskan untuk skala ruang terbatas dalam bentuk kotak akrilik.
2. Sistem ini tidak dirancang untuk mendeteksi semua jenis gas, melainkan hanya gas yang berada dalam rentang deteksi sensor yang digunakan.
3. Penelitian ini hanya mencakup pengembangan dan implementasi prototipe sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT dengan sensor gas, suhu, kelembapan, serta aktuator (exhaust fan dan pompa).

1. 6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Studi Literatur: Menganalisis literatur terkait dengan teknologi deteksi kebocoran gas, sensor gas, suhu, kelembapan, serta aplikasi IoT di bidang keselamatan lingkungan.
2. Desain Sistem: Merancang prototipe sistem deteksi kebocoran gas berbasis penggabungan beberapa sensor dan aktuator menggunakan sensor gas, suhu, kelembapan, serta aktuator (exhaust fan dan pompa).
3. Implementasi dan Pengujian: Mengembangkan dan menguji sistem dengan simulasi kebocoran gas di lingkungan tertutup untuk mengukur efektivitas deteksi dan respons sistem.
4. Analisis Data: Menganalisis data yang dikumpulkan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi kebocoran gas dan mencegah bahaya yang ditimbulkan.

1. 7 Proyeksi Pengguna

Target penelitian ini ditunjukan untuk pengguna pada sektor rumah tangga, dan UMKM .

1. Sistem ini ditujukan untuk digunakan oleh individu atau keluarga yang tinggal di lingkungan rumah tangga dengan risiko kebocoran gas, khususnya yang memanfaatkan gas LPG untuk keperluan memasak atau pemanas.
2. Selain itu, sistem juga cocok digunakan oleh pemilik usaha kecil, seperti warung makan atau dapur umum, yang membutuhkan alat pemantau gas berbasis IoT guna meningkatkan keselamatan kerja. Sistem ini didesain agar mudah dipasang dan dioperasikan oleh pengguna non-teknis, sehingga dapat menjangkau pengguna luas dari berbagai kalangan masyarakat

