

PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MIKROKONTROLER

Lintang Lulut Bumintoro

Institut Teknologi dan Bisnis Swadharma

E-mail: lintangl555@gmail.com

Abstrak

Kebocoran gas Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu faktor utama penyebab kecelakaan kebakaran serta ledakan di lingkungan domestik maupun industri yang sering kali terlambat disadari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem detektor kebocoran gas otomatis berbasis mikrokontroler guna meningkatkan sistem peringatan dini. Sistem mengintegrasikan sensor gas MQ-5 sebagai perangkat input pembaca kadar gas di udara, serta mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama. Sistem output yang dirancang meliputi Liquid Crystal Display (LCD 16x2) dan lampu LED tiga warna (hijau, kuning, merah) sebagai indikator visual, buzzer sebagai alarm pendengaran, serta modul relay 5V yang mengendalikan kipas penyedot (exhaust fan) untuk membuang akumulasi gas berbahaya secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan membagi kondisi udara ke dalam tiga tingkatan: Aman (< 1500 ppm), Waspada ($1500-2499$ ppm), dan Bahaya (≥ 2500 ppm). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pembacaan sensor secara real-time dan multitasking tanpa hambatan delay. Kipas penyedot berhasil diaktifkan secara otomatis sesuai durasi dan ambang batas yang ditentukan, sementara sensor tetap aktif memantau konsentrasi gas. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi preventif yang efektif, responsif, dan andal dalam meminimalisasi risiko ledakan akibat kebocoran gas LPG.

Kata Kunci: Perancangan Sistem, Kebocoran Gas LPG, Mikrokontroler, Sensor MQ-5, Kipas Exhaust.

Abstract

Liquefied Petroleum Gas (LPG) leakage is one of the primary factors causing domestic and industrial fire accidents, which are often detected too late by users. This study aims to design and implement an automatic microcontroller-based gas leakage detector system to enhance early warning security. The system integrates the MQ-5 gas sensor as an input module to read gas levels in the surrounding air, with an ESP32 microcontroller as the main processing unit. Output mechanisms consist of a Liquid Crystal Display (LCD 16x2) and a three-color LED module (green, yellow, red) for visual indication, a piezoelectric buzzer as an auditory alarm, and a 5V relay module that automatically activates a 12V DC exhaust fan to disperse accumulated gas. Testing was categorized into three operational states: Safe (< 1500 ppm), Warning ($1500-2499$ ppm), and Danger (≥ 2500 ppm). Results demonstrated that the system operates in real-time with responsive multitasking execution. The exhaust fan successfully triggers automatically according to defined thresholds (5 seconds in warning state and continuous in danger state) while the sensor continuously monitors air quality. This prototype offers an effective, responsive, and reliable preventive solution to minimize explosion risks.

Keywords: Gas Leakage Detector, MQ-5 Sensor, Microcontroller ESP32, Exhaust Fan, Early Warning System.

PENDAHULUAN

Penggunaan Liquefied Petroleum Gas (LPG) telah menjadi kebutuhan vital dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk keperluan rumah tangga maupun skala industri kecil dan menengah. Kepraktisan, efisiensi termal, serta ketersediaan LPG yang luas menjadikannya

pilihan utama menggantikan minyak tanah pasca bergulirnya program konversi energi nasional sejak tahun 2007. Namun demikian, peningkatan konsumsi LPG diiringi oleh maraknya insiden insidensial berupa kebakaran dan ledakan tabung gas yang sering kali memakan korban jiwa dan kerugian materiil signifikan (Soesilo & Fayuza, 2023).

Sebagian besar insiden ledakan gas dipicu oleh kebocoran pada komponen penunjang seperti kebocoran selang regulator, kerusakan karet pelindung (seal), atau korosi pada tabung gas. Sifat fisika gas LPG yang tidak berwarna dan lebih berat daripada udara menyebabkan akumulasi gas mudah mengendap pada area lantai ruangan tanpa ventilasi yang memadai. Berdasarkan data Harian Kompas (2025), rentetan peristiwa ledakan akibat kebocoran gas LPG di wilayah urban kerap dipicu oleh ketidaktahuan pengguna serta tidak adanya mekanisme peringatan dini dan evakuasi udara otomatis sebelum konsentrasi gas mencapai ambang batas ledak (explosive limit).

Sejumlah penelitian terdahulu telah berupaya mengembangkan alat pendeteksi gas. Tjahjono & Saleh (2017) merancang alat pendeteksi kebocoran tabung gas berbasis mikrokontroler AT89S52 dan sensor Figaro TGS 2610. Desmira & Ariwibowo (2016) mengkaji responsivitas sensor TGS 2610 pada mikrokontroler ATMega16, dan menyimpulkan pentingnya indikator visual serta suara dalam memberikan peringatan. Namun, sebagian besar sistem konvensional masih bersifat pasif—hanya mengeluarkan bunyi alarm tanpa melakukan tindakan mitigasi aktif seperti pembuangan gas secara otomatis.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini merancang sebuah sistem deteksi kebocoran gas LPG terintegrasi berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-5. Sistem ini tidak hanya memberikan indikasi visual melalui LCD dan LED tiga warna serta suara melalui buzzer, tetapi juga dilengkapi dengan pembuangan gas otomatis menggunakan kipas penyedot (exhaust fan) yang dikendalikan oleh modul relay. Dengan pendekatan proteksi aktif ini, konsentrasi gas di dalam ruangan dapat ditekan secara cepat sebelum berpotensi memicu ledakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development / R&D) dengan pendekatan rekayasa sistem terstruktur. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), serta pengujian dan verifikasi sistem.

1. Pengumpulan Data: Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan terhadap kondisi pemasangan tabung LPG, wawancara dengan pengguna mengenai kendala penanganan kebocoran, serta studi pustaka terkait spesifikasi komponen elektronika dan batasan ambang aman konsentrasi gas.
2. Perancangan Sistem Konseptual: Perangkat keras yang digunakan meliputi Mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama, Sensor Gas MQ-5 sebagai unit masukan (input), Modul LCD 16x2 I2C, LED tiga warna (Hijau, Kuning, Merah), Buzzer Piezoelektrik, Modul Relay 5V, serta Kipas Exhaust DC 12V sebagai unit keluaran (output).
3. Perancangan Perangkat Lunak: Pemrograman dilakukan menggunakan bahasa C++ pada lingkungan Arduino IDE. Logika program mengatur pembacaan analog dari sensor MQ-5, pengolahan data konversi parts per million (ppm), serta pengontrolan keputusan output berdasarkan kondisi ambang batas (threshold).

Tabel 1. Spesifikasi Komponen Perangkat Keras Utama

No	Komponen	Spesifikasi / Peran Sistem
1	Mikrokontroler ESP32	Xtensa Dual-Core 32-Bit LX6, 240 MHz, Flash 4MB, Wi-Fi/BT, Pemroses Utama
2	Sensor Gas MQ-5	Responsif terhadap LPG/Methane/Propane, Output Analog (A0) & Digital (D0)

3	Indikator Visual & Sound	LCD 16x2 I2C, LED 3 Warna (Hijau/Kuning/Merah), Buzzer Piezoelektrik 5V
4	Aktuator Mitigasi	Modul Relay 5V Optocoupler, Exhaust Fan DC 12V (Speed 7000 RPM)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pendeteksi kebocoran gas yang dirancang bekerja berdasarkan pembacaan konsentrasi gas secara real-time oleh sensor MQ-5. Sinyal analog dari sensor dikonversi oleh mikrokontroler ESP32 ke dalam satuan parts per million (ppm). Sistem dikategorikan ke dalam 3 tingkatan kondisi operasional sebagai berikut:

- Kondisi Aman (< 1500 ppm): Indikator LED Hijau menyala, LCD menampilkan status 'AMAN', Buzzer MATI, dan Kipas Exhaust MATI.
- Kondisi Waspada (1500 – 2499 ppm): Indikator LED Kuning menyala, LCD menampilkan status 'WASPADA', Buzzer berbunyi interval pelan, dan Kipas Exhaust AKTIF selama 5 detik untuk sirkulasi awal.
- Kondisi Bahaya (>= 2500 ppm): Indikator LED Merah menyala, LCD menampilkan status 'BAHAYA!', Buzzer berbunyi nyaring terus-menerus, dan Kipas Exhaust AKTIF secara kontinu hingga kadar gas turun di bawah ambang batas.

Pengujian eksperimental dilakukan dengan mengondisikan tingkat konsentrasi gas LPG menggunakan tabung penguji di sekitar modul sensor. Hasil pengujian pembacaan sensor dan respons aktuator dicatat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Respons Sistem Berdasarkan Konsentrasi Gas

Kadar (ppm)	Kondisi	LED	LCD Display	Buzzer	Exhaust Fan
< 1500	Aman	Hijau	AMAN	OFF	OFF
1500 - 2499	Waspada	Kuning	WASPADA	Bunyi Interval	ON (5 Detik)
>= 2500	Bahaya	Merah	Status: BAHAYA!	Bunyi Kontinu	ON (Kontinu)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengolahan sinyal analog sensor MQ-5 oleh ESP32 berlangsung secara cepat tanpa adanya lag atau delay eksekusi. Aktivasi modul relay dalam menggerakkan kipas exhaust mampu menurunkan konsentrasi gas terperangkap secara signifikan, sehingga mempercepat pemulihan ke kondisi aman.

Berdasarkan analisis kelayakan dan SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), sistem ini menawarkan keunggulan berupa proteksi aktif otomatis yang mengurangi ketergantungan pada kehadiran manusia. Kelemahan ketersediaan daya listrik utama disiasati dengan dukungan opsi catu daya cadangan (powerbank / baterai lithium).

KESIMPULAN

1. Kesimpulan: Perancangan sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-5 telah berhasil diimplementasikan dan diuji secara empiris. Sistem mampu mendeteksi kenaikan konsentrasi gas LPG secara akurat, memberikan indikasi visual dan suara secara terstratifikasi (Aman, Waspada, Bahaya), serta melakukan tindakan mitigasi aktif dengan mengaktifkan kipas penyedot (exhaust fan) secara otomatis untuk membuang akumulasi gas berbahaya.
2. Saran: Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem dapat diintegrasikan dengan modul Internet of Things (IoT) berbasis Blynk atau Telegram Bot untuk memberikan notifikasi jarak jauh ke ponsel pengguna, serta penambahan sensor api (flame sensor) dan sensor suhu guna memperluas jangkauan deteksi bahaya kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Desmira, & Ariwibowo, D. (2016). Desain Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Elpiji Menggunakan Mikrokontroller ATMEGA16. *Jurnal Prosisko*, 3(2), 12-19.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Hakim, L., & Yonatan, V. (2017). Deteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Detektor Arduino Dengan Algoritma Fuzzy Logic Mamdani. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 1(2), 114–121.
- Kadir, A. (2016). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: MediaKom.
- Mardiati, R., Ashadi, F., & Sugihara, G. F. (2016). Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32. *TELKA*, 2(1), 53-61.
- Prastyo, E. A. (2022). Pengertian, Jenis dan Cara Kerja Kabel Jumper Arduino. *Edukasi Elektronika*.
- Prastyo, E. A. (2025). Fungsi dan Cara Kerja Relay 5V pada Proyek Elektronika. *Edukasi Elektronika*.
- Soesilo, E., & Fayuza, I. (2023). Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis IOT. *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(3), 863-870.
- Sutarman. (2016). *Pengantar Teknologi Sistem Informasi*. Yogyakarta: Bumi Aksara.
- Tjahjono, B., & Saleh, K. (2017). Perancangan Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Berbasis Mikrokontroler AT89S52. *Jurnal Teknik Komputer*, 3(1), 45-52.