

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan perancangan Sistem Monitoring Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT dengan Sensor MQ-6 dan Pengiriman Peringatan via WhatsApp peneliti menjadikan beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi untuk melakukan penelitian lanjutan terhadap sistem pendeteksi gas. Adapun beberapa penelitian yang dijadikan referensi

Penelitian (Nurhapsari, 2025) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis IoT” mengembangkan sebuah sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dan kebakaran yang terhubung dengan internet untuk memberikan notifikasi ke pengguna. Penelitian ini menggunakan sensor MQ-6 sebagai pendeteksi gas, flame sensor untuk deteksi api, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan konektivitas Wi-Fi, serta buzzer, relay, LCD, dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pemantauan. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian menggunakan metode black box testing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas maupun adanya api, kemudian memberikan peringatan berupa alarm buzzer dan notifikasi real-time ke smartphone melalui aplikasi Blynk. Dengan demikian, sistem ini terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan terhadap potensi bahaya kebakaran akibat kebocoran gas

Penelitian (Alif Septiyanto 1, 2021) dengan judul “Aplikasi Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Wemos ESP8266 Menggunakan Peringatan Notifikasi pada WhatsApp” merancang sebuah sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna melalui aplikasi WhatsApp secara online dan real-time. Sistem ini menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan gas LPG, mikrokontroler Wemos D1 ESP8266 sebagai pengendali utama sekaligus penghubung ke internet, serta buzzer sebagai alarm lokal. Proses pengiriman notifikasi dilakukan dengan memanfaatkan API

WhatsApp melalui layanan PythonAnywhere dan Twilio. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kebocoran gas LPG dengan baik, buzzer aktif saat terdeteksi gas, dan notifikasi WhatsApp berhasil diterima oleh pengguna meskipun terdapat sedikit keterlambatan. Dengan demikian, sistem ini dinilai efektif sebagai peringatan dini untuk mengurangi risiko kebakaran akibat kebocoran gas

Penelitian (Afandi Tri Juliantoro, 2022) dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-6 untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran” bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini (early warning system) terhadap kebocoran gas LPG. Sistem ini menggunakan sensor MQ-6 sebagai pendeteksi utama, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, serta didukung oleh LCD, buzzer, dan LED sebagai media informasi dan alarm. Metode penelitian dilakukan melalui perancangan perangkat keras, pemrograman, serta uji coba lapangan dengan melibatkan responden pengguna LPG di Desa Ngringin, Kecamatan Lengkong, Kabupaten Nganjuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh komponen berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kebocoran gas, buzzer mampu memberikan peringatan suara, LCD menampilkan informasi, dan LED sebagai indikator visual. Kuesioner yang dibagikan kepada 13 responden juga menunjukkan respon positif bahwa alat ini cukup efektif sebagai sistem monitoring kebocoran gas LPG. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena alat hanya berfungsi saat terhubung dengan listrik PLN tanpa adanya cadangan daya

Penelitian (Wahid, 2023) dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas dengan Menggunakan Sensor MQ-2 dan Flame Detector” mengusulkan rancangan sistem deteksi dini kebocoran gas LPG berbasis IoT untuk mencegah potensi kebakaran. Sistem ini menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas, flame detector untuk mendeteksi api, dan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan jaringan internet. Komponen output yang digunakan meliputi buzzer, kipas DC, pompa air mini, serta LCD dengan modul I2C sebagai media tampilan. Notifikasi bahaya dikirim melalui aplikasi Telegram yang terhubung langsung dengan perangkat. Metodologi penelitian menggunakan studi pustaka, observasi, serta metode waterfall untuk perancangan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi gas dan api dengan baik,

buzzer dan kipas dapat aktif sesuai kondisi, pompa air mini bekerja saat api terdeteksi, dan notifikasi berhasil terkirim melalui Telegram. Dengan demikian, sistem ini dinilai efektif dalam membantu pengguna maupun teknisi gas untuk melakukan penanganan awal terhadap potensi kebakaran akibat kebocoran tabung gas

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

NAMA	JUDUL	KOMPONEN	HASIL
Nurhapsari, dkk. (2025)	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis IoT	Sensor MQ-6, Flame Sensor, NodeMCU ESP8266, Buzzer, Relay, LCD, Aplikasi Blynk	Sistem mampu mendeteksi gas dan api, memberikan alarm lokal, serta notifikasi real-time ke smartphone melalui Blynk.
Alif Septiyanto, dkk. (2021)	Aplikasi Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Wemos ESP8266 Menggunakan Peringatan Notifikasi pada WhatsApp	Sensor MQ-2, Wemos D1 ESP8266, Buzzer, API WhatsApp (Twilio, PythonAnywhere)	Sistem berhasil mendeteksi kebocoran gas, buzzer aktif, dan notifikasi terkirim ke WhatsApp dengan sedikit keterlambatan.
Setiawan, dkk. (2020)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Sensor MQ-6 dengan Pengiriman SMS Gateway	Sensor MQ-6, Arduino Uno, GSM SIM800L, Buzzer	Sistem dapat mendeteksi kebocoran gas dengan baik, buzzer aktif, dan notifikasi terkirim melalui SMS dengan tingkat keberhasilan tinggi.

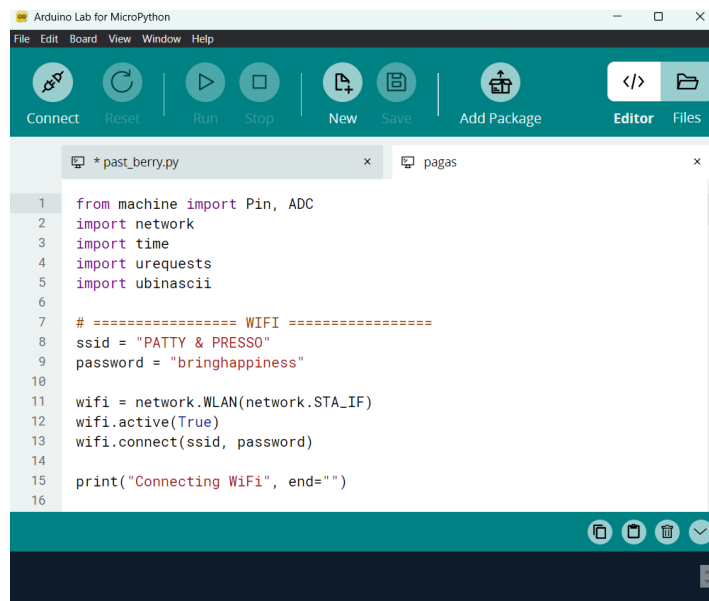
NAMA	JUDUL	KOMPONEN	HASIL
Afandi Tri Julianoro, dkk. (2022)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-6 untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran	Sensor MQ-6, Arduino Uno, LCD, Buzzer, LED	Sistem berjalan dengan baik, mendeteksi kebocoran gas dan memberi alarm. Responden menilai efektif, namun sistem hanya bekerja dengan listrik PLN tanpa cadangan daya.
Muhammad Zuhron Wahid & Alvino Octaviano (2023)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas dengan Menggunakan Sensor MQ-2 dan Flame Detector	Sensor MQ-2, Flame Detector, NodeMCU, Buzzer, Kipas DC, Pompa Air Mini, LCD I2C, Telegram	Sistem mampu mendeteksi gas dan api, mengaktifkan proteksi (buzzer, kipas, pompa air) dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram.

NAMA	JUDUL	KOMPONEN	HASIL
Andro Josua Pratama (2025)	Sistem Monitoring Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT dengan Sensor MQ-6 dan Pengiriman Peringatan via WhatsApp	Sensor MQ-6, ESP32, Relay, Buzzer, Kipas AC, WhatsApp API	Sistem mendeteksi kebocoran gas dengan akurat, mengaktifkan proteksi lokal (buzzer & kipas), serta mengirim notifikasi real-time melalui WhatsApp.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Arduino MicroPython

MicroPython adalah bahasa pemrograman yang dirancang untuk mempermudah pengembangan sistem mikrokontroler, termasuk bagi pemula. Bahasa ini merupakan versi ringan dari Python yang dapat dijalankan pada perangkat mikrokontroler seperti ESP32. MicroPython menggunakan sintaks yang sederhana dan mudah dipahami sehingga proses pemrograman menjadi lebih cepat dan efisien. Dalam penggunaannya, MicroPython biasanya dijalankan melalui perangkat lunak seperti Thonny IDE atau uPyCraft IDE yang berfungsi untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke mikrokontroler. Program yang ditulis dalam MicroPython dapat langsung dijalankan pada mikrokontroler tanpa proses kompilasi yang rumit seperti pada bahasa pemrograman lain. Selain itu, MicroPython menyediakan berbagai library bawaan untuk mengakses fitur perangkat keras seperti GPIO, sensor, komunikasi WiFi, dan PWM.



Gambar 2. 1 Tampilan Arduino Micropython

Pada Gambar 2. 1 MicroPython dapat digunakan pada berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan MacOS sehingga mudah diakses oleh pengguna dari berbagai platform. Dengan sintaks yang sederhana dan dukungan fitur IoT, MicroPython sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT)

2.2.2 Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 merupakan sensor gas jenis semikonduktor yang dirancang untuk mendeteksi gas-gas yang mudah terbakar, terutama LPG (Liquefied Petroleum Gas) yang umumnya terdiri dari propana dan butana. Prinsip kerjanya adalah perubahan resistansi pada lapisan sensitif berbahan SnO_2 ketika bereaksi dengan molekul gas. Dalam kondisi normal tanpa gas, resistansi sensor cukup tinggi, tetapi saat ada gas yang terdeteksi, resistansinya turun dan menghasilkan perubahan tegangan keluaran yang kemudian dibaca oleh mikrokontroler. Sensor ini menyediakan dua keluaran, yaitu analog dan digital. Sinyal analog menunjukkan besarnya konsentrasi gas dalam bentuk tegangan, sedangkan sinyal digital dapat diatur menggunakan potensiometer sebagai ambang batas deteksi. MQ-6 memiliki sensitivitas tinggi terhadap LPG, butana, dan propana, serta masih dapat merespon jenis gas lain seperti isobutana dan alkohol meski dengan tingkat yang lebih rendah. Kisaran deteksi MQ-6 umumnya berada pada 200–10.000 ppm, dengan waktu pemanasan (*preheating*) sekitar 20–60 detik agar hasil bacaannya stabil. Sensor ini juga memiliki elemen pemanas internal untuk menjaga kinerja lapisan sensitif. Tegangan kerja yang dibutuhkan sekitar 5V DC dengan konsumsi arus rata-rata 150 mA.



Gambar 2. 2 Sensor MQ-6

Pada *Gambar 2. 2*, sensor MQ-6 biasa digunakan bersama papan mikrokontroler seperti ESP32, yang berfungsi untuk membaca data sensor dan mengolahnya menjadi sistem peringatan. Karena kepekaannya yang baik terhadap LPG, sensor ini banyak diaplikasikan pada sistem deteksi kebocoran gas di rumah tangga maupun skala industri kecil.

2.2.3 Buzzer

Buzzer adalah komponen yang mengubah arus menjadi suara, berfungsi sebagai indikator suara. Buzzer dapat diaktifkan oleh mikrokontroler untuk memberikan peringatan atau notifikasi, misalnya saat mendeteksi adanya gas atau kondisi abnormal lainnya. Buzzer merupakan alat elektronik yang cara kerjanya merubah getaran listrik menjadi getaran suara. Cara kerja buzzer pada dasarnya sama dengan speaker. Sebuah kumparan ditempelkan pada membran dan kemudian kumparan tersebut diberi energi sehingga menjadi elektromagnet. Bergantung pada arah arus dan polaritas magnet, kumparan akan menarik masuk atau keluar saat kumparan dipasang pada diafragma, sehingga diafragma dan getaran akan kembali setiap kali diafragma bergerak (Dimas Ario Tri Kusumo, 2024)



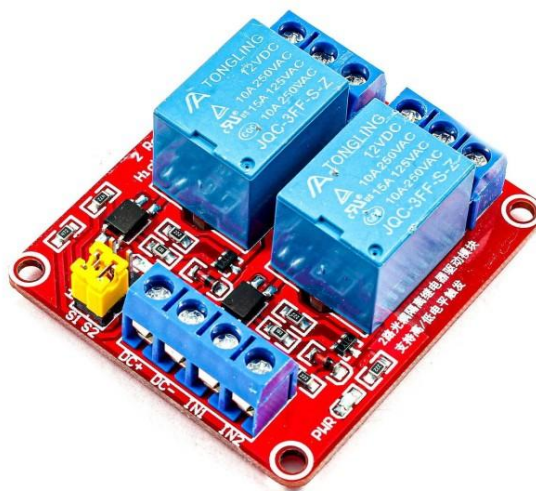
Gambar 2. 3 Alarm Buzzer

Pada *Gambar 2. 3*, Buzzer BJ-1K (Active Buzzer with or without Light) mampu menghasilkan suara dengan tingkat volume tinggi, berkisar antara 95–110 dB, sehingga efektif di lingkungan rumah atau dapur yang memiliki kebisingan latar. Buzzer ini mendukung tegangan kerja 12 V, 24 V, hingga 220 V, dan memiliki arus konsumsi antara 50 mA–220 mA, sehingga cukup kompatibel untuk dikendalikan oleh relay dari mikrokontroler ESP32. Dimensinya yang kompak (72 × 50 × 45 mm) memudahkan integrasi di dalam kotak prototipe. Beberapa versi bahkan dilengkapi lampu indikator, serta memiliki desain tahan debu dan air—

menambah aspek ketahanan perangkat dalam kondisi lingkungan yang lebih menantang.

2.2.4 Relay

Relay adalah komponen elektronik berfungsi sebagai saklar elektronik, memungkinkan arus listrik untuk dikendalikan secara otomatis oleh mikrokontroler, seperti ESP 32. Relay biasanya memiliki tiga koneksi utama: COM sebagai input dari perangkat lain, NC (Normally Closed), dan NO (Normally Open) dapat dilihat pada *Gambar 2. 4*.



Gambar 2. 4 Relay 2 Chanel

2.2.5 Whatsapp

WhatsApp, yang biasa disebut WA, merupakan salah satu platform media sosial yang paling sering digunakan di Indonesia, dengan sekitar 83% pengguna internet—sekitar 124 juta orang—dilaporkan sebagai pengguna aktif (Hadya Jayani, 2019). Meskipun WhatsApp terutama berfungsi sebagai aplikasi pesan instan, fungsi intinya memiliki kemiripan dengan aplikasi SMS (Layanan Pesan Singkat) yang biasanya ditemukan pada ponsel lama. Berbeda dengan SMS yang mengandalkan pulsa langsung, WhatsApp beroperasi melalui konektivitas internet. Selama perangkat seluler memiliki koneksi internet, pengguna dapat mengirim pesan dengan lancar (Rahman, 2024)



Gambar 2. 5 WhatsApp

Dalam penelitian ini, WhatsApp digunakan sebagai media pengiriman notifikasi ketika terjadi kebocoran gas LPG. Integrasi antara perangkat IoT (ESP32) dan WhatsApp dapat dilakukan melalui API atau layanan pihak ketiga, yang memungkinkan sistem secara otomatis mengirimkan pesan peringatan ke nomor pengguna yang telah didaftarkan. Dengan metode ini, pengguna dapat memperoleh informasi cepat meskipun sedang berada jauh dari lokasi, sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan. Dibandingkan dengan metode pemberitahuan lain seperti SMS, WhatsApp memiliki kelebihan berupa kecepatan pengiriman yang lebih baik, biaya yang lebih rendah, serta jangkauan yang lebih luas karena jumlah penggunanya yang sangat besar. Oleh karena itu, pemanfaatan WhatsApp sebagai sarana notifikasi menjadikannya solusi yang efektif dan relevan untuk sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT.

2.2.6 Kipas AC

Kipas AC merupakan perangkat elektromekanis yang berfungsi menghasilkan aliran udara dengan menggunakan motor listrik berbasis arus bolak-balik (AC). Prinsip kerjanya didasarkan pada putaran motor induksi AC yang memutar bilah kipas, sehingga menimbulkan sirkulasi udara untuk mengalirkan atau membuang udara dari suatu ruangan. Kipas jenis ini umumnya bekerja pada tegangan standar rumah tangga, yaitu 220V AC, sehingga memiliki kemampuan menghasilkan aliran udara yang lebih besar dibanding kipas DC. Karena kemampuannya tersebut, kipas AC banyak digunakan pada aplikasi rumah tangga maupun industri, salah satunya sebagai exhaust fan untuk membuang udara kotor atau gas berbahaya keluar ruangan secara efektif. *Gambar 2. 6* merupakan contoh

dari kipas Exhaust Fan yang digunakan.



Gambar 2. 6 Kipas Exhaust Fan

Pada penelitian ini, exhaust fan dimanfaatkan sebagai salah satu bentuk proteksi aktif terhadap kebocoran gas LPG. Saat sensor MQ-6 mendeteksi adanya gas, mikrokontroler ESP32 akan memberikan sinyal ke modul relay. Relay inilah yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik AC ke exhaust fan. Dengan cara ini, exhaust fan hanya akan aktif ketika terjadi kebocoran gas, sehingga dapat membantu mempercepat pembuangan gas LPG keluar ruangan dan menurunkan risiko kebakaran atau ledakan.

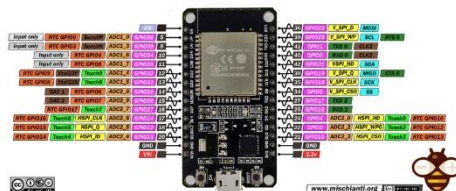
Selain itu, pemilihan exhaust fan didasari pada beberapa keunggulan, yaitu:

1. Kemampuan aliran udara (airflow) yang besar, sehingga efektif membuang gas dalam waktu singkat.
2. Ketersediaan luas di pasaran dengan berbagai ukuran (6–12 inci) yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan ruangan.
3. Penggunaan daya relatif rendah (sekitar 20–40 Watt), sehingga hemat energi.
4. Instalasi mudah, cukup dipasang pada dinding atau ventilasi ruangan.
5. Dengan karakteristik tersebut, exhaust fan AC menjadi solusi yang tepat untuk sistem deteksi kebocoran gas LPG berbasis IoT ini, karena mampu bekerja sebagai pembuangan udara otomatis saat kondisi darurat terdeteksi.

2.2.7 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang canggih dengan kemampuan pemrosesan tinggi dan fitur-fitur yang mendukung WiFi dan Bluetooth. ESP32 dilengkapi

dengan dua core CPU, berbagai pin I/O, dan berbagai modul tambahan seperti sensor suhu, sensor hall, dan lainnya. Dalam aplikasi IoT, ESP32 sering digunakan sebagai pusat kontrol karena kemampuannya untuk mengelola berbagai perangkat dan sensor secara efisien.



Gambar 2. 7 ESP32

Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

No	Atribut	Detail
1.	Prosesor	Dual-core Tensilica LX6 dengan frekuensi hingga 240 MHz
2.	Memori	520 KB SRAM, 16 MB Flash
3.	Konektivitas	WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 BR/EDR dan BLE
4.	GPIO	34 pin GPIO, termasuk PWM, ADC, DAC, I2C, SPI, dan UART
5.	Sensor	Sensor suhu internal, sensor hall effect
6.	Tegangan Operasional	3.3V
7.	Dimensi	25.5 mm x 51 mm

Gambar 2. 7 merupakan pinout ESP32 DevKit yang digunakan sebagai pedoman dalam menentukan penggunaan pin pada rangkaian. Pada gambar dapat dilihat berbagai pin GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor maupun perangkat keluaran. Selain itu, terdapat pin ADC yang dapat digunakan untuk membaca nilai analog dari sensor, serta beberapa pin yang mendukung komunikasi seperti I2C, SPI, dan UART. Terdapat juga pin 3.3V, VIN, dan GND yang digunakan untuk kebutuhan sumber tegangan dan ground. Pinout ini menjadi acuan dalam menentukan pin yang digunakan pada setiap komponen agar sesuai dengan rancangan dan program yang dibuat.

2.2.8 Twilio

Twilio merupakan layanan komunikasi berbasis cloud yang menyediakan berbagai Application Programming Interface (API) untuk mendukung pengiriman pesan, panggilan suara, serta layanan komunikasi lainnya melalui internet. Dengan memanfaatkan API yang disediakan, pengembang dapat mengintegrasikan fitur komunikasi ke dalam aplikasi atau perangkat IoT tanpa harus membangun infrastruktur komunikasi sendiri. Twilio mendukung berbagai layanan, seperti SMS, WhatsApp, Voice, Email, dan Video, sehingga banyak digunakan dalam pengembangan sistem notifikasi otomatis. Pada penelitian ini, Twilio digunakan sebagai media penghubung antara mikrokontroler ESP32 dengan aplikasi WhatsApp. Ketika sensor MQ-6 mendeteksi adanya kebocoran gas LPG dan nilai pembacaan telah melewati batas yang ditentukan, ESP32 akan mengirimkan permintaan (request) ke server Twilio melalui jaringan internet. Selanjutnya, Twilio memproses permintaan tersebut dan meneruskannya menjadi pesan WhatsApp yang dikirim secara otomatis ke nomor pengguna yang telah didaftarkan. Dengan mekanisme ini, pengguna dapat menerima informasi mengenai kondisi kebocoran gas secara real-time meskipun berada jauh dari lokasi alat.



Gambar 2. 8 Twilio

Penggunaan Twilio pada sistem monitoring berbasis IoT memiliki beberapa kelebihan, di antaranya mudah diintegrasikan dengan berbagai bahasa pemrograman maupun mikrokontroler yang memiliki akses internet, mendukung pengiriman pesan secara otomatis melalui WhatsApp, serta memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam proses pengiriman notifikasi. Oleh karena itu, Twilio menjadi salah satu solusi yang sesuai untuk mendukung sistem peringatan dini kebocoran gas LPG sehingga pengguna dapat segera melakukan tindakan pencegahan ketika menerima notifikasi.