

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kebocoran gas

Kebocoran gas merupakan kondisi keluarnya gas dari suatu sistem tertutup yaitu pipa, tabung, atau peralatan bertekanan yang seharusnya tidak mengalami kebocoran. Gas yang sering digunakan, yaitu Liquefied Petroleum Gas (LPG), disimpan dalam tekanan tinggi sehingga memiliki potensi bahaya apabila terjadi kebocoran. Kebocoran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu kerusakan material, korosi akibat lingkungan, kesalahan pemasangan, dan penurunan kualitas komponen akibat penggunaan berulang. Kondisi ini dapat menyebabkan gas keluar secara tidak terkendali dan berpotensi menimbulkan risiko yang serius (Sachrrial et al., 2023).

Kebocoran gas dapat menimbulkan dampak yang sangat berbahaya, terutama karena gas yaitu metana dan propana bersifat mudah terbakar dan dapat memicu kebakaran atau ledakan jika bercampur dengan udara dalam konsentrasi tertentu. Selain itu, kebocoran gas juga dapat berdampak pada kesehatan manusia, yaitu gangguan pernapasan dan keracunan. Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi kebocoran gas yang mampu mendeteksi konsentrasi gas secara dini dan memberikan peringatan secara cepat. Pemanfaatan sensor gas dan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara real-time sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan meminimalkan risiko akibat kebocoran gas (Lucky, 2025).

2.1.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sistem perangkat komputasi yang saling terkait satu dengan yang lainnya. Menurut Casagras, IoT adalah sebuah infrastruktur jaringan global dimana mereka menggabungkan benda melalui kemampuan eksploitasi, rekaman, dan komunikasi. Infrastruktur tersebut terdiri dari jaringan yang telah ada, dan internet yaitu sekarang dengan jaringannya yang sudah dikembangkan (Mulyawan, 2026).

Sebuah perangkat IoT terdiri dari sebuah perangkat pintar yang bekerja menggunakan processor tertanam, sensor dan juga aktuator untuk mengumpulkan, mengirim, dan bertindak berdasarkan data yang diperoleh dari lingkungan. Data yang diterima juga akan ditransmisikan melalui internet dan dapat diakses oleh pengguna (Mulyawan, 2026).

Perangkat IoT akan mengambil data menggunakan sensor dari lingkungan sekitar. Data yang didapat sensor akan dikirimkan ke mikrokontroler dan akan diolah sesuai dengan kebutuhannya. Setelah itu, data yang telah diolah akan dianalisa dan dijadikan output melalui aktuator sesuai kebutuhan. IoT memiliki peluang dalam meningkatkan efisiensi pengerjaan dan juga kemudahan dalam penggunaan (Mulyawan, 2026).

2.1.3 MySQL

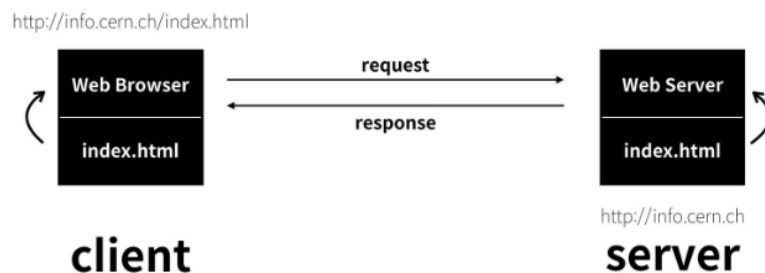
MySQL merupakan database engine atau server database yang mendukung bahasa database pencarian SQL. Perangkat lunak ini adalah sistem manajemen basis data SQL atau DBMS yang bersifat *multithread* dan *multi-user*. MySQL AB menyediakannya secara gratis di bawah lisensi GNU *General Public License* (GPL), namun mereka juga menjualnya di bawah lisensi komersial untuk kasus-kasus penggunaan yang tidak cocok dengan lisensi GPL (Kadir, 2019).

MySQL pada dasarnya merupakan turunan dari salah satu konsep utama dalam database sejak lama, yaitu *Structured Query Language* (SQL). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian database, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah dan cepat secara otomatis. Keandalan suatu sistem database (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja optimizer-nya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL, yang dibuat oleh user maupun program-program aplikasinya. Sebagai database server, MySQL dapat dikatakan lebih unggul dibandingkan database server lainnya dalam query data. Hal ini terbukti untuk query yang dilakukan oleh *single user*, kecepatan query MySQL bisa sepuluh kali lebih cepat dari PostgreSQL dan lima kali lebih cepat dibandingkan Interbase (Kadir, 2019).

2.1.4 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) merupakan protokol pada lapisan

aplikasi yang digunakan untuk melakukan pertukaran data antara client dan server. HTTP menggunakan model komunikasi client-server, di mana client mengirimkan request kepada server dan server memberikan response sebagai hasil dari permintaan tersebut. HTTP dapat digunakan tidak hanya untuk mengakses halaman web, tetapi juga untuk komunikasi antara perangkat dengan server. Salah satu metode yang tersedia dalam HTTP adalah POST. Metode POST digunakan untuk mengirimkan data ke server melalui *request body*. Data yang dikirim dapat diproses oleh server sesuai dengan kebutuhan sistem (MDN, 2026). Pada penelitian ini, HTTP POST digunakan sebagai metode komunikasi antara ESP32 dan web server. Data hasil pembacaan sensor MQ-6 dan HX710B dikirim dari ESP32 ke server menggunakan HTTP POST. Data tersebut kemudian diterima oleh program PHP dan disimpan ke dalam database MySQL untuk selanjutnya ditampilkan pada *dashboard* monitoring.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Model Komunikasi Client-Server pada HTTP¹

2.1.5 Bot Telegram

Bot Telegram merupakan sebuah program komputer yang berfungsi untuk berinteraksi secara otomatis dengan pengguna melalui aplikasi Telegram. Bot ini dirancang untuk menyediakan berbagai layanan, informasi, dan fungsi tambahan tanpa memerlukan interaksi manual dari pengguna. Selain itu, Bot Telegram mampu mengirimkan notifikasi kepada pengguna terkait peristiwa penting, pembaruan, maupun perubahan kondisi sistem, dengan media penyampaian berupa

¹ Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AClient-server_model.svg?utm_source

pesan teks, gambar, suara, maupun tautan ke konten yang relevan, sehingga informasi dapat diterima secara cepat dan efisien (Tambunan & Stefanie, 2023).

2.1.6 Hypertext Markup Language (HTML)

Hypertext Markup Language (HTML) merupakan teknologi dasar dalam pengembangan web yang digunakan untuk menyusun struktur sebuah halaman web. HTML berfungsi sebagai kerangka utama dalam pembuatan halaman web dengan mengatur elemen-elemen yaitu teks, gambar, tautan, dan komponen lainnya agar dapat ditampilkan dengan baik pada browser. Dengan menggunakan HTML, pengembang dapat membangun struktur dasar halaman yang nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sebuah website yang fungsional (Mardiansyah et al., 2025).

Selain itu, HTML juga berperan penting sebagai fondasi utama dalam pengembangan website karena digunakan untuk menentukan susunan dan isi dari halaman web. Dalam implementasinya, HTML biasanya dikombinasikan dengan CSS untuk mengatur tampilan visual yaitu warna, tata letak, dan desain halaman. Pemahaman terhadap HTML menjadi hal yang sangat penting, terutama bagi pemula dalam bidang pengembangan web, karena HTML merupakan dasar yang harus dikuasai sebelum mempelajari teknologi web lainnya yang lebih kompleks (Mardiansyah et al., 2025).

2.1.7 Cascading Style Sheets (CSS)

Cascading Style Sheets (CSS) adalah bahasa desain yang digunakan untuk mengatur tampilan dan format dari sebuah halaman website yang kerangkanya telah dibangun dengan HTML. CSS berfungsi untuk mengatur elemen visual yaitu tata letak (*layout*), warna, ketebalan font, batas (*margin/padding*), dan responsivitas halaman web (Raharjo, 2011). Penggunaan CSS memungkinkan antarmuka website pemantauan IoT menjadi lebih rapi, terstruktur, dan mudah dibaca oleh pengguna dari berbagai ukuran layar perangkat.

CSS juga memiliki peran penting dalam memisahkan struktur halaman web dengan tampilan visualnya, sehingga memudahkan dalam proses pengembangan dan pemeliharaan sistem. Dengan menggunakan CSS, pengembang dapat mengatur tampilan yaitu warna latar belakang, ukuran dan jenis huruf, dan tata letak halaman

secara konsisten. Selain itu, CSS memungkinkan tampilan website menyesuaikan dengan berbagai ukuran layar perangkat, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan pengguna dalam mengakses informasi. Oleh karena itu, penguasaan CSS sangat diperlukan dalam pengembangan web untuk menghasilkan tampilan yang lebih menarik dan mudah digunakan (Mardiansyah et al., 2025).

2.1.8 PHP

Hypertext Preprocessor (PHP) adalah bahasa pemrograman scripting yang bersifat *open-source* dan berjalan di sisi server (*server-side*). PHP sangat krusial dalam pengembangan website dinamis karena memiliki kemampuan yang kuat dan mudah untuk berinteraksi langsung dengan sistem manajemen basis data yaitu MySQL (Kadir, 2019). Pada sistem pendeteksi kebocoran gas ini, PHP bertugas memproses data sensor yang dikirimkan oleh mikrokontroler dan tersimpan di dalam database, lalu menampilkannya secara real-time ke dalam dokumen HTML agar kondisi pipa gas dapat dimonitor secara visual.

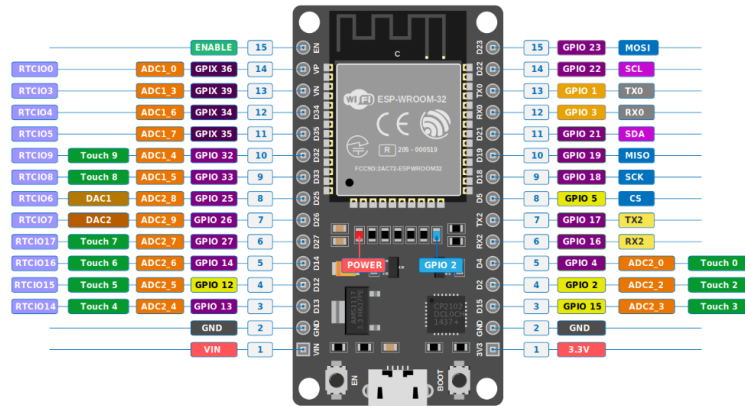
PHP merupakan bahasa pemrograman yang dapat diintegrasikan dengan HTML dan dijalankan di sisi server untuk menghasilkan halaman web yang dinamis. Bahasa ini memiliki struktur penulisan yang sederhana dan fleksibel dalam pengolahan data, sehingga memudahkan pengembang dalam membangun aplikasi berbasis web. Selain itu, PHP juga mendukung pengelolaan data secara efisien dan mampu menghasilkan tampilan yang interaktif sesuai dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, PHP banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis web karena kemudahannya dalam implementasi dan kemampuannya dalam mengelola data secara efektif (Fikri et al., 2025).

2.1.9 ESP32

ESP32 adalah sebuah modul mikrokontroler dari Espressif System sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WIFI dalam chip sehingga sangat mendukung untuk digunakan dalam pengembangan berbagai aplikasi IoT (Imran, 2020).

ESP32 menyediakan berbagai fitur dan kemampuan yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam aplikasi IoT dan berbagai antarmuka I/O (GPIO, I2C, SPI, UART). Dengan dukungan dari framework pengembangan

Arduino IDE, modul ini menjadi solusi yang fleksibel dan andal untuk proyek-proyek inovatif, yaitu sistem pengawasan dan pemantauan. (Prastyo, 2025a).



Gambar 2. 2 ESP32²

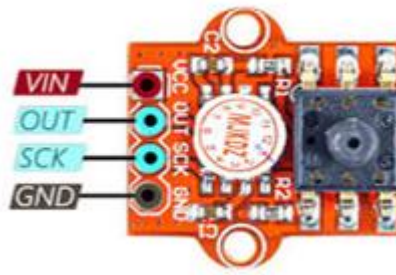
Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

Parameter	Kondisi Teknis
CPU	ESP32 (dual-core Tensilica LX6 processor) 240 MHz
Memori	Flash: 4 MB Ram: 520 KB
Modul WIFI	802.11 b/g/n
Modul Bluetooth	v4.2 BR/EDR dan BLE
GPIO	36 Pin
ADC (Analog to Digital Converter)	12-bit ADC dengan hingga 18 saluran input.
Komunikasi Serial	UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) SPI (Serial Peripheral Interface) I2C (Inter-Integrated Circuit)

2.1.10 Sensor HX710B

HX710B adalah modul sensor tekanan udara. Modul ini umumnya digunakan untuk mengukur tekanan udara, terutama tekanan rendah hingga sedang, dan dapat digunakan dalam berbagai yaitu stasiun cuaca, sistem HVAC, atau barometer. HX710B menggunakan chip analog to digital presisi tinggi untuk mengkonversi sinyal analog dari sensor tekanan udara menjadi sinyal digital (Semiconductor, 2026).

² Sumber: <https://esp32.implrust.com/esp32-intro/pinout.html>



Gambar 2. 3 Sensor HX710B³

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor HX710B

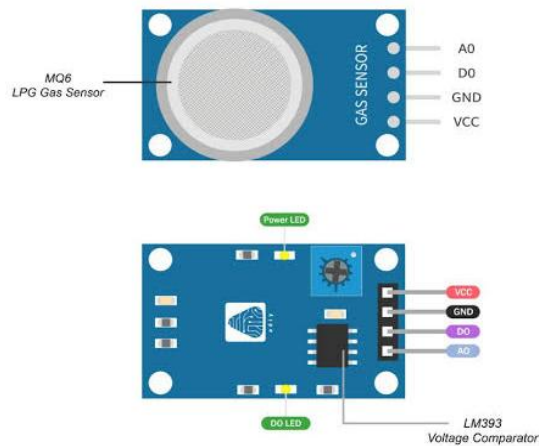
Parameter	Kondisi Teknis
Resolusi	ADC 24 bit
Tegangan Kerja	3V – 5V DC
Output	Analog
Interface	Serial (SCK dan DT)

2.1.11 Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 adalah jenis sensor gas yang dirancang untuk mendeteksi adanya kebocoran gas, yaitu Hidrogen, LPG, Metana, Karbon Monoksida, Alkohol, dan Propane. Sensor MQ-6 dapat digunakan sebagai modul sensor khusus gas yang tentu saja harus dilengkapi dengan *buzzer* sebagai penanda yang nantinya akan ditampilkan pada suatu *smartphone*. Sedangkan *buzzer* akan digunakan sebagai alarm peringatan saat sensor akan mendeteksi terjadinya kebocoran gas (Fauziyah et al., 2020).

Sensor MQ-6 dapat digunakan untuk Mendeteksi kebocoran gas di area rumah tangga atau industri, mengukur konsentrasi gas dalam udara, dan mengintegrasikan sistem alarm untuk memberikan peringatan saat terdeteksi gas berbahaya. Dalam penggunaannya, sensor MQ-6 memiliki karakteristik rentang deteksi mulai dari 200 hingga 10000 PPM. Berdasarkan spesifikasi teknis tersebut, nilai 200 PPM ditetapkan sebagai titik nol (*baseline*) yang mengindikasikan bahwa kondisi udara di suatu ruangan dalam keadaan normal dan terbebas dari gas berbahaya (Sumirat, 2020).

³ Sumber: <https://github.com/wokwi/wokwi-elements/issues/101>



Gambar 2. 4 Sensor MQ-6⁴

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor MQ-6

Parameter	Kondisi Teknis
Voltasi	5V – 12V
Output	Analog
Rentang Deteksi	300-10000 ppm
Connector	4 pin

2.1.12 LCD I2C (16x2)

LCD I2C 16x2 adalah jenis tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD) karakter yang telah diintegrasikan dengan modul I2C dan memiliki ukuran 16 kolom dan 2 baris karakter. Dalam tampilan ini, terdapat 16 kolom horizontal dan 2 baris vertikal yang masing-masing dapat menampilkan 16 karakter alfanumerik. Setiap karakter dapat berupa huruf, angka, atau simbol tertentu.

Tampilan LCD I2C 16x2 memiliki dimensi 16 kolom x 2 baris. Artinya, mampu menampilkan 16 karakter dalam satu baris dan dua baris teks. Tampilan LCD ini terhubung ke mikrokontroler atau mikroprosesor menggunakan komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit). Ini memungkinkan tampilan LCD dikendalikan dengan menggunakan hanya dua kabel, yaitu *Serial Data Line* (SDA)

⁴ Sumber: <https://bit.ly/4lkZABb>

dan *Serial Clock Line (SCL)*. Tampilan LCD I2C 16x2 biasanya memiliki tegangan operasional yang bervariasi tergantung pada modelnya, yaitu 5V atau 3.3V.



Gambar 2. 5 LCD I2C (16x2)⁵

Tabel 2. 4 Spesifikasi LCD I2C (16x2)

Parameter	Kondisi Teknis
Voltase	5V DC
Display	2 baris, 16 karakter, 5 x 8 pixel
Input	4 atau 8 bit

2.1.13 Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi menghasilkan suara atau nada ketika diberi sinyal listrik. *Buzzer* sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk alarm, notifikasi, dan perangkat elektronik lainnya.

Buzzer memiliki 2 tipe. Tipe pertama yaitu *buzzer* aktif yang dapat memproduksi suara ketika diberi tegangan dan tipe kedua yaitu *buzzer* pasif yang memproduksi suara berdasarkan frekuensi sinyal yang diberikan. *Buzzer* dapat digunakan untuk memberikan peringatan atau notifikasi suara, *Buzzer* dapat digunakan untuk memberikan peringatan atau notifikasi suara (Prastyo, 2025).

⁵ Sumber: <https://id.scribd.com/document/825798346/02-LCD-16-X-2-I2C>



Gambar 2. 6 Buzzer⁶

Tabel 2. 5 Spesifikasi Buzzer

Parameter	Kondisi Teknis
Voltase	3V-12V DC
Frekuensi Suara	2000-4000 Hz
Kekuatan suara	70-100 dB dalam jarak 1 meter

⁶ Sumber: <https://medium.com/amcc-amikom/output-stringing-with-led-16x2-lcd-buzzer-and-actuator-dd85866681cb>

2.2 Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini akan dipaparkan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Hal ini bertujuan mengambil referensi yang mendukung penelitian ini.

Meningkatnya penggunaan gas LPG di rumah tangga masih memiliki risiko kebocoran yang dapat menyebabkan kebakaran maupun ledakan. Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dirancang sebuah alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis mikrokontroler guna memberikan peringatan dini kepada pengguna. Dengan memanfaatkan sensor MQ-6 dan Arduino sebagai pengendali utama, sistem yang dibangun mampu mendeteksi kadar gas di udara dan mengaktifkan *buzzer* dan lampu LED ketika terjadi kebocoran gas melebihi ambang batas yang ditentukan. Hasilnya, sistem ini terbukti mampu mendeteksi kebocoran gas dengan baik dan memberikan respons otomatis saat kadar gas mencapai batas berbahaya, sehingga dapat membantu meningkatkan keamanan pengguna dalam penggunaan tabung gas LPG di rumah (Fauziyah et al., 2020).

Tingginya penggunaan gas LPG di masyarakat masih berisiko menimbulkan kebakaran akibat kebocoran tabung gas yang sulit diketahui secara langsung oleh pengguna. Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dirancang sebuah alat pendeteksi kebocoran gas LPG yang mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna agar dapat segera melakukan tindakan pencegahan. Dengan memanfaatkan sensor MQ-2 dan Arduino sebagai pengendali utama, sistem yang dibangun dapat mendeteksi keberadaan gas bocor, menampilkan informasi pada LCD, mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm, dan mengirimkan notifikasi SMS ke nomor pengguna melalui modul GSM SIM800L secara otomatis. Hasilnya, sistem ini terbukti mampu mendeteksi kebocoran gas dengan baik dan memberikan informasi secara cepat kepada pengguna, sehingga dapat membantu mengurangi risiko kebakaran akibat kebocoran gas LPG di lingkungan rumah tangga (Inggi & Pangala, 2021).

Meningkatnya penggunaan gas LPG di rumah tangga maupun industri masih berisiko menimbulkan kebakaran akibat kebocoran tabung gas yang sering terlambat diketahui oleh pengguna. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sebuah alat pendeteksi kebocoran tabung gas yang dapat memberikan

peringatan dini dan informasi jarak jauh kepada pengguna. Dengan memanfaatkan sensor MQ-5 dan Arduino Uno sebagai pengendali utama, sistem yang dibangun mampu mendeteksi kebocoran gas, mengaktifkan *buzzer* dan lampu LED sebagai alarm, dan mengirimkan notifikasi melalui SMS dan panggilan telepon menggunakan modul SIM800L secara otomatis. Hasilnya, sistem ini berhasil mendeteksi kebocoran gas secara otomatis dan memberikan informasi secara cepat kepada pengguna, sehingga dapat membantu mencegah terjadinya kebakaran akibat kebocoran tabung gas LPG (Silalahi et al., 2022).

Meningkatnya penggunaan gas LPG di masyarakat diiringi dengan tingginya risiko kebocoran yang dapat menyebabkan kebakaran. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna. Dengan memanfaatkan sensor MQ-2 dan *microcontroller* NodeMCU yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram, sistem yang dibangun mampu mendeteksi keberadaan gas, menampilkan informasi melalui LCD, dan mengirimkan notifikasi ke Telegram secara *real-time*. Hasilnya, sistem ini terbukti mampu mendeteksi kebocoran gas dan memberikan peringatan melalui alarm, LED, dan notifikasi Telegram, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan meminimalisir risiko kebakaran akibat kebocoran gas LPG (Alamsyah & Safitri, 2023).

Seringnya terjadi kebocoran gas LPG, terutama ketika tidak ada orang di rumah, sangat berpotensi menimbulkan kebakaran dan pemborosan gas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* yang dapat dipantau dari jarak jauh. Dengan memanfaatkan sensor MQ-2, NodeMCU ESP8266, dan aplikasi Android sebagai media *monitoring*, sistem yang dibangun mampu mendeteksi kadar gas, mengirimkan notifikasi, dan mengendalikan motor servo untuk membuka regulator gas secara otomatis saat terjadi kebocoran. Hasilnya, sistem ini terbukti mampu bekerja dengan baik; sensor dapat mendeteksi gas mulai di atas 50 ppm, dan notifikasi dapat diterima melalui aplikasi dengan *delay* hingga 30 detik, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan pengendalian kebocoran gas LPG (Jasmawati et al., 2024).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, dapat

disimpulkan bahwa sebagian besar sistem hanya berfokus pada pendeteksian gas menggunakan satu sensor tanpa mempertimbangkan kondisi tekanan dalam pipa. Selain itu, beberapa penelitian masih menggunakan metode notifikasi berbasis SMS yang memiliki keterbatasan dalam kecepatan dan fleksibilitas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pengembangan dengan mengkombinasikan dua parameter utama, yaitu kadar gas menggunakan sensor MQ-6 dan tekanan pipa menggunakan sensor HX710B, sehingga deteksi kebocoran dapat dilakukan lebih dini dan akurat. Selain itu, sistem ini menggunakan teknologi IoT dengan metode HTTP POST untuk mengirimkan data sensor ke web server, database MySQL untuk menyimpan data, dan Bot Telegram dan website sebagai media notifikasi dan pemantauan jarak jauh.

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu dan Yang Akan Datang

Penelitian	Studi Kasus	Teknologi	Hasil
(Fauziyah et al., 2020)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino	Arduino UNO, <i>Buzzer</i> , LED, MQ-6	Alat ini mampu mendeteksi kebocoran gas LPG dengan baik, dibuktikan dengan nilai kepekaan yang terlihat dalam serial monitor ketika sensor disemprotkan dengan menggunakan gas portable, nilai ppm yang semula 11-12 ppm mulai meningkat sesuai dengan tekanan gas yang disemprotkan.
(Inggi & Pangala, 2021)	Perancangan alat pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-2 berbasis arduino	Arduino NANO, Relay, <i>Buzzer</i> , LED, module GSM, MQ-2	Alat yang dibuat dapat Memberikan peringatan dini dari kebocoran gas LPG dan berhasil mengirimkan pesan SMS
(Silalahi et al., 2022)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Pada Tabung Gas Menggunakan Arduino Berbasis SMS	Arduino Uno, MQ-5, <i>Buzzer</i> , LED, modul SIM	Berhasil mendeteksi kebocoran gas dan mengirimkan SMS kepada pengguna

Penelitian	Studi Kasus	Teknologi	Hasil
(Alamsyah & Safitri, 2023)	Sistem Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji (Lpg) Berbasis Nodemcu Dan Telegram	NodeMCU, MQ-2, LCD, Telegram	Alat ini mampu memberikan notifikasi dari jarak jauh menggunakan bot telegram
(Jasmawati et al., 2024)	Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things	NodeMCU, MQ-2, Servo, MQTT	Alat dapat mendeteksi adanya kebocoran gas LPG dengan menggunakan sensor MQ-2 yang dapat dimonitoring dari jarak jauh melalui aplikasi
Netty (2026)	Sistem Pendeteksi Kebocoran Pipa Gas pada Rumah berbasis IoT	ESP32, MQ-6, HX710B, HTTP POST, MYSQL, Telegram, Website	Diharapkan dapat meningkatkan fungsi pemantauan kebocoran gas