



Design of a Gas Leak Detection System Based on IoT and Web Server

Perancangan Sistem Deteksi Kebocoran Gas Bebasis IoT dan Web Server

Ani Sesanti^{1*}, Yuri Rahmanto²

^{1,2}Faculty of Technic and Computer Science, Teknokrat University, Indonesia

E-Mail: ¹Anissnt69@gmail.com, ²yurirahmanto@teknokrat.ac.id

Received Sep 24th 2024; Revised Feb 3rd 2025; Accepted Feb 22th 2025; Available Online Mar 12th 2025, Published Mar 12th 2025

Corresponding Author: Ani Sesanti

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

This study aims to design and implement a gas leakage detection system based on the Internet of Things (IoT) and web server technology using the MQ-2 sensor, NodeMCU ESP8266 microcontroller, and ThingSpeak platform. The system is designed to accurately detect gas leaks and provide real-time notifications to users. Testing results indicate that the MQ-2 sensor exhibits good accuracy with a deviation of $\pm 5\%$ compared to standard measuring instruments, and the detection threshold set at 700 ppm effectively provides early warnings. The system has a response time of approximately 5 seconds from leak detection to data transmission to ThingSpeak and demonstrates high reliability during repeated testing under various conditions. Although there were occasional data transmission failures due to unstable connections, data visualization on ThingSpeak displayed clear and easily understood graphs, allowing real-time monitoring of LPG gas concentrations and historical trend analysis. In conclusion, the system successfully meets the objective of enhancing environmental safety and security from gas leak threats, with broad potential applications across various sectors.

Keyword: Gas Leakage Detection, Internet of Things, MQ-2 Sensor, Real-Time Monitoring, ThingSpeak Platform

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem deteksi kebocoran gas berdasarkan *Internet of Things* (IoT) dan teknologi *web server* menggunakan sensor MQ-2, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform *ThingSpeak*. Sistem ini dirancang untuk secara akurat mendeteksi kebocoran gas dan memberikan pemberitahuan real-time kepada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-2 menunjukkan akurasi yang baik dengan penyimpangan $\pm 5\%$ dibandingkan dengan instrumen pengukuran standar, dan ambang deteksi yang ditetapkan pada 700 ppm secara efektif memberikan peringatan awal. Sistem ini memiliki waktu respons sekitar 5 detik dari deteksi kebocoran hingga transmisi data ke *ThingSpeak* dan menunjukkan keandalan tinggi selama pengujian berulang dalam berbagai kondisi. Meskipun kadang-kadang ada kegagalan transmisi data karena koneksi yang tidak stabil, visualisasi data di *ThingSpeak* menampilkan grafik yang jelas dan mudah dipahami, memungkinkan pemantauan waktu nyata konsentrasi gas LPG dan analisis tren historis. Akhirnya, sistem ini berhasil memenuhi tujuan meningkatkan keamanan lingkungan dan keamanan terhadap ancaman kebocoran gas, dengan aplikasi potensial yang luas di berbagai sektor.

Kata Kunci: Deteksi Kebocoran Gas, *Internet of Things*, Sensor MQ-2, Monitoring *Real-Time*, Platform *ThingSpeak*

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern yang dipenuhi dengan kemajuan teknologi, keamanan lingkungan dan keselamatan manusia menjadi fokus utama dalam berbagai sektor kehidupan. Salah satu aspek yang sangat penting dalam menjaga keamanan adalah deteksi dini terhadap potensi bahaya, seperti kebocoran gas [1]. Kebocoran gas, seperti gas metana atau *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), memiliki potensi yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kebakaran, ledakan, atau keracunan jika tidak segera terdeteksi [2]. Oleh karena itu, pengembangan sistem deteksi kebocoran gas yang efektif menjadi sangat penting dalam upaya mencegah kemungkinan kecelakaan yang dapat mengancam keselamatan manusia dan lingkungan. Kebocoran gas telah menjadi permasalahan serius yang sering kali mengakibatkan kecelakaan yang merugikan baik dari segi



ekonomi maupun kemanusiaan. Kasus-kasus kecelakaan akibat kebocoran gas yang terjadi di berbagai belahan dunia, baik di rumah tangga, industri, maupun fasilitas komersial, menunjukkan bahwa risiko ini tidak boleh diabaikan [3]. Kerugian yang ditimbulkan dari kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh kebocoran gas tidak hanya mencakup kerusakan materil, tetapi juga kerugian jiwa dan dampak lingkungan yang serius [4].

Dalam konteks ini, pengembangan sistem deteksi kebocoran gas yang dapat memberikan peringatan dini kepada pengguna menjadi sangat penting. Dengan adanya sistem deteksi yang efektif, potensi bahaya akibat kebocoran gas dapat diminimalkan, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan baik di rumah tangga maupun di lingkungan industri [5]. Sistem deteksi kebocoran gas yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Web Server* dapat memberikan keunggulan dalam hal pemantauan secara real-time kepada pengguna, sehingga memungkinkan tindakan preventif yang lebih efektif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT dan *Web Server* yang dapat mendeteksi kebocoran gas secara akurat. Dengan demikian, diharapkan sistem ini dapat membantu dalam menjaga keamanan lingkungan dan kehidupan manusia dari ancaman kebocoran gas.

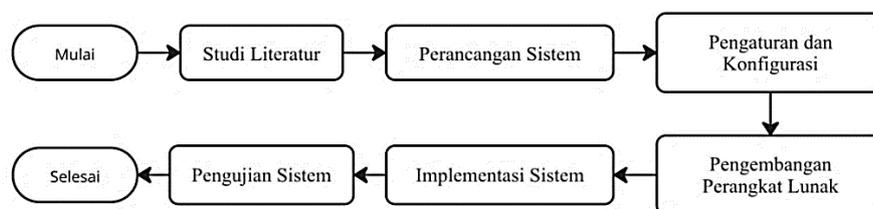
Untuk mencapai tujuan tersebut, akan dilakukan pemetaan dan analisis terhadap teknologi IoT yang dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas. Selain itu, juga akan dirancang dan diimplementasikan sebuah prototipe sistem deteksi kebocoran gas yang terhubung ke *Web Server* untuk memungkinkan pemantauan secara *real-time*. Evaluasi terhadap kinerja sistem akan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem ini dapat berfungsi dengan baik dan efektif [6]. Sebelumnya, telah banyak penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem deteksi kebocoran gas. Berbagai komponen seperti sensor gas, mikrokontroler, modul GSM, dan layar LCD diintegrasikan ke dalam sistem untuk pemantauan yang efisien [7]. Namun, dengan berkembangnya teknologi IoT, sistem deteksi semakin dapat diintegrasikan dengan jaringan internet untuk memungkinkan monitoring jarak jauh dan notifikasi *real-time* kepada pengguna. Beberapa penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi dan respons pada sistem dalam menghadapi potensi bahaya berbasis IoT untuk deteksi, pencegahan, dan respons cedera di lingkungan industri dalam ruangan [8].

Sebagai contoh, penelitian oleh R. Sarkar, dkk [9] mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT menggunakan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266, yang mampu mengirimkan notifikasi melalui aplikasi mobile. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dapat meningkatkan respons waktu dalam mendeteksi kebocoran gas. Selain itu, penelitian oleh [10] merancang sistem deteksi kebocoran gas menggunakan sensor MQ-6 dan Raspberry Pi, yang memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui platform web. Kedua penelitian ini menunjukkan potensi besar dari teknologi IoT dalam meningkatkan efektivitas sistem deteksi kebocoran gas.

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dilakukan, dapat diasumsikan bahwa dengan mengintegrasikan teknologi IoT dan *Web Server*, dapat dirancang sebuah sistem deteksi kebocoran gas yang lebih efektif dalam mendeteksi kebocoran gas secara *real-time* kepada pengguna dengan cepat. Namun, perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada penggunaan kombinasi teknologi IoT dan *Web Server* yang lebih terintegrasi, serta implementasi prototipe yang dirancang untuk memberikan notifikasi *real-time* melalui *platform web* yang lebih *user-friendly*. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi kinerja sistem secara komprehensif untuk memastikan keandalan dan efektivitasnya dalam berbagai skenario penggunaan. Oleh karena itu, penelitian sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT dan *Web Server* ini diharapkan mampu meningkatkan keamanan dan keselamatan lingkungan serta manusia dengan memberikan peringatan dini terhadap potensi bahaya kebocoran gas.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental yang melibatkan tahapan-tahapan mulai dari perancangan, pengembangan, hingga evaluasi sistem deteksi kebocoran gas berbasis sensor MQ-2, NodeMCU, dan *web server ThingSpeak* seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Studi Literatur

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan dan kajian literatur terkait teknologi IoT, sensor gas MQ-2, mikrokontroler NodeMCU, dan *platform ThingSpeak*. Studi literatur bertujuan untuk memahami dasar teori yang relevan, teknologi yang digunakan, serta mengetahui perkembangan terkini dalam bidang deteksi

kebocoran gas [11]. Sumber literatur mencakup jurnal ilmiah, buku teks, artikel, dan laporan teknis. Pemahaman yang mendalam dari studi literatur ini akan menjadi landasan untuk merancang sistem yang efektif dan efisien [12].

2.2 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, aspek perangkat keras dan perangkat lunak diperhatikan dengan seksama. Perangkat keras mencakup pemilihan sensor gas MQ-2 yang mampu mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya seperti LPG, metana, propana, dan asap. NodeMCU dipilih sebagai mikrokontroler karena mendukung konektivitas *Wi-Fi* yang penting untuk aplikasi IoT [13]. Selain itu, komponen pendukung lainnya seperti *breadboard*, kabel jumper, modul catu daya. Desain sirkuit yang menghubungkan sensor MQ-2 dengan NodeMCU dan komponen pendukung lainnya dibuat dengan cermat. Di sisi perangkat lunak, digunakan Arduino IDE untuk pemrograman NodeMCU, yang melibatkan penulisan skrip untuk mengirim data dari sensor MQ-2 ke *ThingSpeak* melalui API yang disediakan. Skrip ini mencakup pengambilan data sensor, pemrosesan data, dan pengiriman data ke *ThingSpeak*. Selain itu, aplikasi pemantauan berbasis *web* atau *mobile* dikembangkan untuk memantau data yang dikirimkan ke *ThingSpeak*.

1. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi gas yang mudah terbakar seperti metana (CH₄) dan LPG [14]. Gambar Sensor-MQ-2 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor MQ-2

2. NodeMCU ESP8266

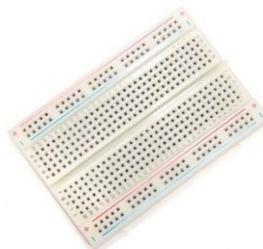
Mikrokontroler Arduino, khususnya NodeMCU ESP8266, dipilih karena memiliki kemampuan untuk terhubung ke jaringan WiFi secara langsung [15]. Hal ini memungkinkan sistem untuk terhubung ke internet tanpa perlu menggunakan tambahan modul *Wi-Fi* eksternal [16]. Selain itu, NodeMCU ESP8266 juga memiliki dukungan yang kuat dari komunitas Arduino, sehingga memudahkan dalam pengembangan perangkat lunak. Gambar NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. NodeMCU ESP8266

3. Breadboard/PCB

Breadboard atau PCB digunakan untuk merakit rangkaian elektronik secara sementara atau permanen. *Breadboard* dipilih untuk proses prototyping karena memungkinkan perubahan dan modifikasi rangkaian dengan cepat dan mudah [17]. Sedangkan, PCB dapat digunakan untuk merakit rangkaian secara permanen ketika desain sistem telah final. Gambar *Breadboard* dapat dilihat pada Gambar 4.



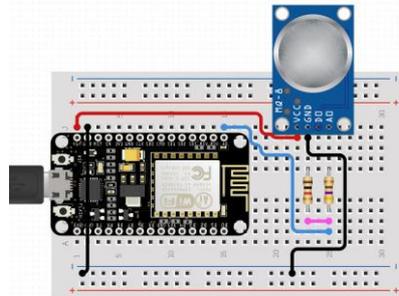
Gambar 4. Breadboard

4. *ThingSpeak*

Sebuah *web server* akan digunakan sebagai pusat kontrol untuk menerima data deteksi gas dari mikrokontroler Arduino dan menyajikannya kepada pengguna melalui antar muka web [18].

2.3 Pengaturan dan Konfigurasi

Langkah-langkah pengaturan dan konfigurasi melibatkan pemasangan sensor MQ-2 ke mikrokontroler Arduino sesuai dengan pinout yang ditentukan, dan konfigurasi perangkat lunak pada mikrokontroler Arduino untuk mengirimkan data deteksi gas ke *web server*. Gambar 5 menampilkan Rangkaian alat yang digunakan.



Gambar 5. Rangkaian Alat

Berdasarkan Gambar 2. Sensor MQ-2 memiliki tiga pin utama: VCC, GND, dan analog output (AO). Sambungkan pin VCC ke pin 3.3V atau 5V pada mikrokontroler, pin GND ke GND, dan pin AO ke pin A0 pada NodeMCU. Rancangan koneksi antara NodeMCU dan sensor MQ-2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Koneksi MQ-2 ke NodeMCU

Sensor MQ-2	NodeMCU
VCC	3.3V atau 5V
GND	GND
A0	A0

2.4 Pengembangan Perangkat Lunak

Pengembangan perangkat lunak untuk sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT ini dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Proses pengembangan perangkat lunak ini mencakup beberapa tahap penting, yaitu instalasi pustaka yang diperlukan, penulisan dan pengujian kode program, serta konfigurasi koneksi *Wi-Fi* dan integrasi dengan platform IoT *ThingSpeak* [19]. Dalam proses ini, kode program dikembangkan untuk melakukan beberapa fungsi kunci secara berulang. Pertama, sistem membaca nilai dari sensor gas dan menampilkan konsentrasi gas pada Serial Monitor untuk pemantauan. Selanjutnya, data tersebut dikirimkan ke *ThingSpeak*, di mana sistem memeriksa apakah pengiriman berhasil atau gagal. Akhirnya, sistem menunggu selama 15 detik sebelum melakukan pembacaan dan pengiriman berikutnya, memastikan interval waktu yang konsisten antara pembacaan sensor. *Pseudocode* berikut menggambarkan logika dasar dari fungsi *loop()* yang digunakan dalam sistem ini:

```

Program Pengiriman Data MQ-2
Input: sensorPin, myChannelNumber, myWriteAPIKey
Output: Data ke ThingSpeak

Initialization sensorValue, x
START
    sensorValue = analogRead(sensorPin)
    Print "Gas Concentration (ppm): ", sensorValue
    ThingSpeak.setField(1, sensorValue)
    x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey)
    if x == 200 then
        Print "Data sent to ThingSpeak successfully."
    Else
        Print "Failed to send data to ThingSpeak."
    end if
    Delay(15000)
REPEAT
END
    
```

Pengembangan perangkat lunak untuk sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT ini dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Proses ini mencakup penambahan *library* yang diperlukan, seperti ESP8266WiFi dan *ThingSpeak*, serta pembuatan kode program yang memungkinkan mikrokontroler membaca data dari sensor MQ-2, mengirimkannya ke *ThingSpeak*, dan menangani koneksi *Wi-Fi*.

2.5 Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem melibatkan pemasangan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak. Pada tahap pemasangan perangkat keras, semua komponen dirakit sesuai dengan desain sirkuit yang telah dibuat. Sensor MQ-2 dihubungkan ke NodeMCU, dan NodeMCU dihubungkan ke modul catu daya. Sensor gas dikalibrasi untuk memastikan akurasi pengukuran dengan mengatur nilai *threshold* sesuai dengan jenis gas yang dideteksi dan kondisi lingkungan. Pengujian awal dilakukan untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik dan terhubung dengan benar [20]. Pada tahap pengembangan perangkat lunak, kode untuk membaca data sensor MQ-2 dan mengirimkannya ke *ThingSpeak* ditulis dan diunggah ke NodeMCU. Selain itu, konfigurasi *ThingSpeak* dilakukan dengan membuat akun dan *channel* untuk menampung data yang dikirimkan dari NodeMCU, dan pengujian komunikasi dilakukan untuk memastikan data dapat dikirim dan diterima dengan baik.

2.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem terdiri dari pengujian fungsi dan evaluasi kinerja. Pada tahap pengujian fungsi, sistem diuji di laboratorium dengan simulasi kebocoran gas untuk memastikan bahwa sensor dan sistem peringatan bekerja dengan baik. Pengujian ini mencakup variasi konsentrasi gas untuk melihat respons sensor dan sistem. Selanjutnya, sistem diuji di lingkungan nyata untuk memverifikasi kinerja dalam kondisi operasional sebenarnya. Pengujian lapangan bertujuan untuk melihat bagaimana sistem berfungsi dalam lingkungan yang sesungguhnya dan mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin timbul. Evaluasi kinerja dilakukan dengan menganalisis data yang dikumpulkan oleh *ThingSpeak* untuk mengevaluasi konsistensi dan akurasi sensor. Data dianalisis untuk melihat pola dan tren serta mengidentifikasi anomali [21]. Selain itu, ketahanan sistem terhadap berbagai kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan gangguan sinyal diuji untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi. Pengujian jangka panjang juga dilakukan untuk menilai keandalan sistem dalam mendeteksi kebocoran gas dan memberikan peringatan dini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT dan *Web Server* menggunakan sensor MQ-2, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform *ThingSpeak*. Hasil yang diperoleh dari pengujian sistem mencakup beberapa aspek utama seperti implementasi sistem, pengujian koneksi, visualisasi data, dan respon sistem terhadap kebocoran gas.

3.1 Pengujian Fungsi

Pengujian fungsi dilakukan dengan simulasi kebocoran gas LPG di laboratorium. Sensor MQ-2 dihubungkan dengan NodeMCU dan dikalibrasi untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG. Data dari sensor dikirimkan ke platform *ThingSpeak* secara *real-time*.

Program Data MQ-2

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingSpeak.h>

WiFiClient client;
unsigned long myChannelNumber = 2548516; // Ganti dengan nomor channel Anda
const char* myWriteAPIKey = "E4IWJ9ZNXEDA8TJO"; // Ganti dengan Write API Key Anda
const int gasSensorPin = A0; // Pin analog untuk sensor gas

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
  }
  Serial.println("Connected to WiFi");
  ThingSpeak.begin(client);
}

void loop() {
  int gasValue = analogRead(gasSensorPin);
  Serial.print("Gas Sensor Value: ");
  Serial.println(gasValue);
  ThingSpeak.setField(1, gasValue);
```

```

int responseCode = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
if(responseCode == 200) {
    Serial.println("Data sent to ThingSpeak");
} else {
    Serial.println("Error sending data to ThingSpeak");
}

delay(10000); // Kirim data setiap 20 detik
}
    
```

Saat gas LPG dikeluarkan di dekat sensor MQ-2, terjadi peningkatan pembacaan konsentrasi gas pada sensor. Sistem memberikan peringatan lokal melalui bunyi *buzzer* ketika konsentrasi gas LPG melebihi ambang batas yang telah ditetapkan (700 ppm). Data konsentrasi gas LPG yang dikirimkan ke *ThingSpeak* ditampilkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan peningkatan konsentrasi gas saat kebocoran terjadi seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi Pengujian *ThingSpeak*

NodeMCU berhasil mengirim data konsentrasi gas LPG ke *ThingSpeak* setiap 15 detik. Data yang terkirim mencakup *timestamp* dan nilai konsentrasi gas. Grafik pada *ThingSpeak* menunjukkan perubahan konsentrasi gas secara *real-time*, sesuai dengan hasil pengukuran sensor di lapangan. Untuk memverifikasi kinerja sistem, hasil pengujian direkam dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian

Kondisi Pengujian	Gas (ppm)	Data ke <i>ThingSpeak</i>	Waktu Kirim
Tidak ada	300	Terkirim	15
Kebocoran gas kecil (jauh dari sensor)	500	Terkirim	15
Kebocoran gas sedang (dekat dengan sensor)	700	Terkirim	15
Kebocoran gas besar (sangat dekat sensor)	900	Terkirim	15
Setelah kebocoran gas berhenti	350	Terkirim	15

3.2 Hasil Evaluasi Kinerja

Berdasarkan data hasil pengujian, sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT yang menggunakan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 menunjukkan kinerja yang konsisten dan dapat diandalkan dalam mendeteksi berbagai tingkat konsentrasi gas LPG serta mengirimkan data ke *platform ThingSpeak*. Pada berbagai kondisi pengujian, sensor MQ-2 berhasil mendeteksi konsentrasi gas LPG dengan baik. Konsentrasi gas yang terukur dalam skala *parts per million* (ppm) untuk setiap kondisi pengujian konsisten dengan ekspektasi, dengan nilai yang stabil dan sesuai dengan kondisi simulasi yang dilakukan. Data dari setiap kondisi pengujian berhasil dikirim ke *platform ThingSpeak* dalam waktu yang konsisten, yaitu sekitar 15 detik setelah pembacaan oleh sensor. Waktu ini mencakup proses pembacaan data oleh sensor, pemrosesan oleh NodeMCU, dan pengiriman melalui koneksi *Wi-Fi*. Dalam kondisi tanpa kebocoran, sistem mendeteksi konsentrasi gas sebesar 300 ppm, dan data ini berhasil dikirim ke *ThingSpeak* dalam 15 detik. Ini menunjukkan bahwa sistem tetap berfungsi normal dalam kondisi aman. Ketika kebocoran gas kecil terjadi, dengan konsentrasi gas sebesar 500 ppm, sistem mendeteksinya dengan tepat dan mengirimkan data ke *ThingSpeak* dalam waktu 15 detik. Ini menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi perubahan konsentrasi gas meskipun pada level yang tidak berbahaya.

Pada kondisi kebocoran gas sedang, di mana konsentrasi gas mencapai 700 ppm, sistem tetap berfungsi dengan baik dan mengirimkan data ke *ThingSpeak* dalam waktu yang sama, menunjukkan keandalan dalam merespons situasi yang mulai mendekati ambang batas berbahaya. Ketika kebocoran gas terjadi dalam jumlah besar dengan konsentrasi mencapai 900 ppm, sistem berhasil mendeteksi kondisi ini dan mengirimkan data ke *ThingSpeak* dalam waktu 15 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menangani situasi darurat dengan efektif, memberikan peringatan tepat waktu melalui *platform* IoT. Setelah kebocoran berhenti,

konsentrasi gas turun menjadi 350 ppm. Sistem kembali mendeteksi perubahan ini dan mengirimkan data ke *ThingSpeak* dalam waktu 15 detik. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat memantau penurunan konsentrasi gas dengan akurat setelah kebocoran berhasil ditangani.

Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang stabil dan akurat dalam berbagai kondisi pengujian. Waktu respons yang konsisten dalam pengiriman data ke *ThingSpeak* memperkuat keandalan sistem untuk digunakan dalam aplikasi deteksi kebocoran gas. Visualisasi data di *platform ThingSpeak* memungkinkan pemantauan *real-time* yang efektif, dengan waktu pengiriman yang cukup cepat untuk memungkinkan tindakan segera jika diperlukan.

3.3 Analisis Hasil

Penerapan IoT dalam sistem deteksi kebocoran gas memberikan keuntungan signifikan dalam aspek pemantauan dan respons terhadap kebocoran gas LPG. Dengan penggunaan sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 yang dikombinasikan dengan *platform ThingSpeak*, sistem ini mampu memberikan solusi pemantauan *real-time* yang efisien. Dibandingkan dengan sistem konvensional yang hanya mengandalkan alarm lokal, sistem ini memungkinkan akses jarak jauh bagi pengguna untuk memantau kondisi gas di lingkungan tertentu. Dengan adanya fitur ini, pemilik rumah atau industri dapat segera mengetahui potensi bahaya tanpa harus berada di lokasi kejadian, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat dilakukan lebih cepat.

Dari segi dampak terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, penelitian ini menunjukkan bagaimana integrasi sensor dengan IoT dapat meningkatkan efektivitas sistem keamanan berbasis gas. Penggunaan *platform cloud* seperti *ThingSpeak* memungkinkan pengolahan data yang lebih lanjut, seperti analisis pola kebocoran gas dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian, penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang sistem pemantauan lingkungan yang lebih cerdas dan adaptif. Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan teknologi kecerdasan buatan untuk memprediksi kemungkinan kebocoran gas berdasarkan tren data yang dikumpulkan, sehingga dapat meningkatkan langkah pencegahan sebelum insiden terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam bidang keselamatan lingkungan memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam berbagai skenario lainnya, seperti deteksi polusi udara atau pemantauan kualitas udara dalam ruangan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT menggunakan sensor MQ-2 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang terintegrasi dengan platform *ThingSpeak* untuk pemantauan *real-time*. Sistem ini dapat membaca konsentrasi gas LPG, mengirimkan data ke web server setiap 15 detik, serta memberikan peringatan dini melalui *buzzer* dan visualisasi data. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas dari tingkat kecil hingga besar dengan akurat, serta memiliki waktu respons yang cukup cepat untuk memungkinkan tindakan darurat. Ambang batas deteksi 800 ppm terbukti efektif dalam memberikan peringatan sebelum konsentrasi gas mencapai tingkat berbahaya. Meskipun ada beberapa kendala dalam pengiriman data akibat koneksi *Wi-Fi* yang kurang stabil, sistem secara keseluruhan menunjukkan performa yang andal. *ThingSpeak* menyediakan antarmuka visual yang memudahkan pemantauan konsentrasi gas serta analisis tren historis. Dengan peningkatan stabilitas jaringan, sistem ini dapat lebih diandalkan dalam aplikasi praktis untuk meningkatkan keselamatan dari risiko kebocoran gas.

REFERENSI

- [1] G. I. Usiabulu, O. Joel, L. Nosike, V. Aimikhe, and E. Okafor, "A New Pressure-Based Modeling Approach for Early Leak Detection in Gas Processing Plants Using Machine Learning," *Journal of Engineering Research and Reports*, vol. 25, no. 6, pp. 18–27, Jul. 2023, doi: 10.9734/jerr/2023/v25i6919.
- [2] Dr. G. Annapurna, "LPG Gas Leakage Detection and Alert System," *International Journal of Electrical Engineering and Technology*, vol. 13, no. 1, Jul. 2023, doi: 10.37622/ijeet/13.1.2023.11-19.
- [3] S. Ahmed, M. J. Rahman, and M. A. Razzak, "Design and Development of an IoT-Based LPG Gas Leakage Detector for Households and Industries," in *2023 IEEE World AI IoT Congress, AIIoT 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 762–767. doi: 10.1109/AIIoT58121.2023.10174377.
- [4] E. Jonathan, P. Nusantara Regas, and M. Management, "International Journal of Engineering Bussines and Social Science Risk analysis of gas dispersion, fire and explosion due to gas pipeline leak at Onshore Receiving Facility of PT XYZ in Muara Karang using Aloha Software 5.4." [Online]. Available: <https://ijebss.ph/index.php/ijebss>
- [5] V. Praveen Sharma, D. Raman, V. Padmavathi, and G. Vijendar Reddy Gurram, "IoT Based Gas Leakage detection System Using GPS," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Jun. 2023. doi: 10.1051/e3sconf/202339101064.

- [6] Mr. B B. Gopnarayan, Vishal V. Thavare, Suraj J. Dudhal, Kiran B. Waghmode, and Kishor P. Avalekar, "LPG Gas Leakage Monitoring and Alert System using Arduino," *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, pp. 221–226, Jul. 2023, doi: 10.48175/ijarsct-12033.
- [7] V. Tomar, "IOT based Home Automation System," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 11, no. 5, pp. 4237–4240, May 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.52556.
- [8] P. C. Bong, M. K. Tsun Tee, and H. S. Jo, "Exploring the Potential of IoT-based Injury Detection and Response by Combining Human Activity Tracking and Indoor Localization," in *Proceedings - 2022 International Conference on Computer and Drone Applications, IConDA 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 28–33. doi: 10.1109/ICONDA56696.2022.10000351.
- [9] R. Sarkar et al., "Elevating Gas Safety Standards: ESP32-based Detection Systems with Blynk Integration," in *2024 IEEE Region 10 Symposium, TENSYP 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024. doi: 10.1109/TENSYP61132.2024.10752183.
- [10] R. Jalinder Jadhav, P. Radhakrishnan, D. Arun Jadhav, B. Ashreetha, J. Divya, and S. Mukherjee, "Internet of Things Enabled Gas Leakage Detection Over Industrial Areas using Powerful MQ Series Sensor and Controller," in *7th International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024, pp. 1679–1686. doi: 10.1109/ICICT60155.2024.10544961.
- [11] G. N. Sai, K. P. Sai, K. Ajay, and P. Nuthakki, "Smart LPG Gas Leakage Detection and Monitoring System," in *Proceedings - 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 571–576. doi: 10.1109/ICSSIT55814.2023.10060970.
- [12] H. Hua, "Design of Mobile Agricultural Data Collection Equipment Based on Arduino," in *Proceedings of 2023 IEEE 3rd International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence, ICIBA 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 1662–1666. doi: 10.1109/ICIBA56860.2023.10165561.
- [13] R. Yang, C. Candler, and E. Y. L. Do, "EdBoard: An educational breadboard," in *Extended Abstracts - Proceedings of the 2020 ACM Interaction Design and Children Conference, IDC 2020*, Association for Computing Machinery, Jun. 2020, pp. 193–198. doi: 10.1145/3397617.3397832.
- [14] O. Attallah and A. M. Elhelw, "Gas Leakage Recognition Using Manifold Convolutional Neural Networks and Infrared Thermal Images," in *Proceedings - 2023 Congress in Computer Science, Computer Engineering, and Applied Computing, CSCE 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 2003–2008. doi: 10.1109/CSCE60160.2023.00329.
- [15] C. G. Lobato, T. M. Cristino, A. F. Neto, and A. F. Branco Costa, "Lean System: Analysis of scientific literature and identification of barriers for implementation from a bibliometric study," *Gestao e Producao*, vol. 28, no. 1, 2021, doi: 10.1590/1806-9649.2020V28E4769.
- [16] O. Gertsy, "Models of criterion evaluation of the image processing systems effectiveness," *Collection of scientific works of the State University of Infrastructure and Technologies series "Transport Systems and Technologies"*, no. 41, pp. 143–154, Jun. 2023, doi: 10.32703/2617-9059-2023-41-12.
- [17] R. Pal, F. Shaikh, J. Shirodkar, and S. Gindi, "IOT Based Real Time Weather Monitoring System Using NODEMCU," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 11, no. 4, pp. 2965–2970, Apr. 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.50313.
- [18] BUSRAN and S. Yaumil, "PEMANFAATAN NODE MCU ESP8266 SEBAGAI KOMUNIKASI PENGAKSESAN DATA WEB SERVER PADA STUDI KASUS SISTEM PENGAMANAN PINTU LEMARI ARSIP BERBASIS QR CODE," *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, vol. 10, no. 2, pp. 86–90, Nov. 2022, doi: 10.21063/jtif.2022.v10.2.86-90.
- [19] B. Permana Ginting, D. Setiawan, and S. Yakub, "Implementasi IOT Pada Ruang Tangki Gas Menggunakan Pressure Transmitter Berbasis Node MCU," *Hal 109 JURNAL SISTEM KOMPUTER TGD*, vol. 3, no. 4, pp. 109–117, 2024, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom>
- [20] A. H. Kelechi et al., "Design of a low-cost air quality monitoring system using arduino and thingspeak," *Computers, Materials and Continua*, vol. 70, no. 1, pp. 151–169, 2021, doi: 10.32604/cmc.2022.019431.
- [21] C. Kraśkiewicz et al., "Field Experiment as a Tool to Verify The Effectiveness of Prototype Track Structure Components Aimed at Reducing Railway Noise Nuisance," *Archives of Acoustics*, vol. 49, no. 1, pp. 61–71, 2024, doi: 10.24425/aoa.2024.148770.