

PROTOTIPE SENSOR GAS DAN API BERBASIS IOT MENGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN FLAME SENSOR

Adi Prayoga^{1*}, Sejati Waluyo²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}adiprayogaa425@gmail.com, ²sejati.waluyo@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak- Dalam era kemajuan teknologi, konsep *Internet of Things* (IoT) telah menjadi landasan utama untuk menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet, memungkinkan interaksi dan pertukaran data antar perangkat. Dalam konteks ini, prototipe pendeteksi kebocoran gas dan api berbasis IoT menjadi relevan untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan lingkungan. Penelitian ini muncul dari kesadaran akan risiko serius yang ditimbulkan oleh kebakaran dan kebocoran gas, serta perlunya solusi proaktif untuk menghadapinya. PT. Arcobaleno Gramarindo, perusahaan yang berfokus pada impor marmer dan granit, juga menghadapi tantangan dalam menjaga keamanan ruangan-ruangannya yang beragam. Oleh karena itu, tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan prototipe pendeteksi kebocoran gas dan api yang berbasis teknologi IoT dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai *platform* utama yang terhubung ke jaringan internet dan mengintegrasikan sensor MQ-2 dan *flame* sensor. Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas melalui perubahan resistansi gas, sementara *flame* sensor sensitif terhadap cahaya inframerah yang dihasilkan oleh api. NodeMCU ESP8266 bertindak sebagai otak sistem dengan mengolah data dari sensor-sensor ini untuk mengambil keputusan yang tepat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe ini memiliki potensi besar dalam mendeteksi kebocoran gas dan api dengan cepat dan akurat melalui integrasi teknologi IoT, yang memungkinkan respons *real-time* dan pemantauan yang efektif. Dengan demikian, solusi ini dapat meningkatkan kesadaran dan tindakan respons terhadap ancaman kebakaran dan kebocoran gas, dengan implikasi lebih lanjut dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan lingkungan secara keseluruhan.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT), Pendeteksi sensor gas, Pendeteksi api, Nodemcu Esp8266, Sensor otomatis.

PROTOTYPE OF GAS AND FIRE SENSOR BASED ON IOT USING MQ-2 AND FLAME SENSOR

Abstract- In the era of technological advancement, the concept of the *Internet of Things* (IoT) has become a fundamental basis for connecting various physical devices through the internet network, enabling interaction and data exchange among devices. In this context, the IoT-based prototype for gas and fire leakage detection becomes relevant to enhance environmental safety and security. This research emerges from the awareness of the serious risks posed by fire and gas leaks, along with the need for proactive solutions to address them. PT. Arcobaleno Gramarindo, a company focused on marble and granite import, also faces challenges in ensuring the security of its diverse rooms. Therefore, the main objective of this study is to develop an IoT-based prototype for gas and fire leakage detection using NodeMCU ESP8266 as the main platform connected to the internet network and integrating MQ-2 and flame sensors. The MQ-2 sensor is used to detect gas leaks through changes in gas resistance, while the flame sensor is sensitive to the infrared light emitted by fire. NodeMCU ESP8266 acts as the brain of the system by processing data from these sensors to make informed decisions. The test results show that this prototype has significant potential in swiftly and accurately detecting gas and fire leaks through IoT technology integration, enabling real-time response and effective monitoring. Thus, this solution can enhance awareness and response actions to fire and gas leakage threats, with broader implications for overall environmental safety and security.

Keywords: *Internet of Things* (IoT), Gas sensor detector, Fire detector, NodeMCU Esp8266, Automatic sensors.

1. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana berbagai perangkat fisik, objek, atau benda-benda di sekitar kita terhubung melalui jaringan internet dan dapat saling berkomunikasi dan berinteraksi secara otonom. IoT memungkinkan objek-objek tersebut untuk mengumpulkan data, bertukar informasi, dan berbagi fungsi atau layanan dengan perangkat lain, serta memungkinkan pengendalian jarak jauh atau pengambilan keputusan berdasarkan data yang terkumpul, IoT memungkinkan sensor-sensor seperti MQ- dan *flame* sensor untuk terhubung dengan NodeMCU ESP82266 dan mengirimkan data ke sistem pengawasan secara *real-time* melalui jaringan internet. Penelitian ini mengembangkan "Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Api Berbasis *Internet Of Things* (Iot) NODEMCU Esp8266 Dengan Menggunakan Sensor Mq-2 Dan *Flame* Sensor Pada Pt. Arcobaleno

Gramarindo" Secara keseluruhan, sistem pendeteksi kebakaran yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan dalam menghadapi ancaman kebakaran [1]. *Internet of Things* adalah jaringan dari benda-benda yang saling terhubung satu sama lain melalui internet, dan berkomunikasi secara mandiri tanpa campur tangan manusia [2]. Mikrokontroler banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem kontrol industri, perangkat rumah pintar (*smart home*), perangkat medis, kendaraan otomotif, dan banyak lagi. NodeMCU merupakan platform IoT yang bersifat *open source*, terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* [3].

Purwarupa sistem pendeteksi gas LPG terdiri dari sensor MQ2 yang berfungsi sebagai pendeteksi gas LPG dan NodeMCU V3 sebagai microcontroller yang sudah dilengkapi dengan modul *Wi-Fi* ESP2866 yang menghubungkan Arduino dengan Internet sehingga sistem dapat terkoneksi dengan aplikasi *Blynk* yang menjadi perangkat monitoring kepekatan gas di udara dan sebagai alat notifikasi apabila kepekatan gas di udara melebihi ambang batas normal [4]. *Flame* sensor (sensor api) adalah sensor yang dapat mendeteksi keberadaan api. Pendeteksian yang dilakukan oleh sensor api atau panas dilakukan melalui beberapa cara, yakni melalui pendeteksian perubahan suhu, keberadaan sinar UV, keberadaan sinar IR (*infrared*) [5]. Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang berfungsi untuk menghubungkan antar komponen yang ada di *breadboard* atau papan Arduino tanpa harus menggunakan solder [6]. Layar LCD karakter adalah tipe layar yang dapat menampilkan karakter dan teks. Dalam pengaturan standar, layar LCD karakter menggunakan banyak pin untuk dikendalikan, termasuk pin untuk kontrol data, kontrol tampilan, dan kontrol pencahayaan latar [7].

Arduino IDE sangat populer dan banyak digunakan di kalangan para hobiis, pembuat (*maker*), mahasiswa, dan pengembang yang tertarik dalam proyek-proyek elektronika dan *Internet of Things* (IoT). Penggunaannya yang sederhana dan ramah pemula membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk memulai dalam pemrograman dan pengembangan dengan Arduino [8]. *Visual Studio Code* adalah editor teks sumber terbuka yang dikembangkan oleh *Microsoft*. Ia menawarkan antarmuka yang intuitif dan kaya fitur, serta dukungan yang kuat untuk berbagai bahasa pemrograman [9]. *phpMyAdmin* adalah aplikasi berbasis *web* yang menyediakan antarmuka pengguna grafis untuk mengelola dan mengadministrasi basis data *MySQL* [10].

2. METODE PENELITIAN

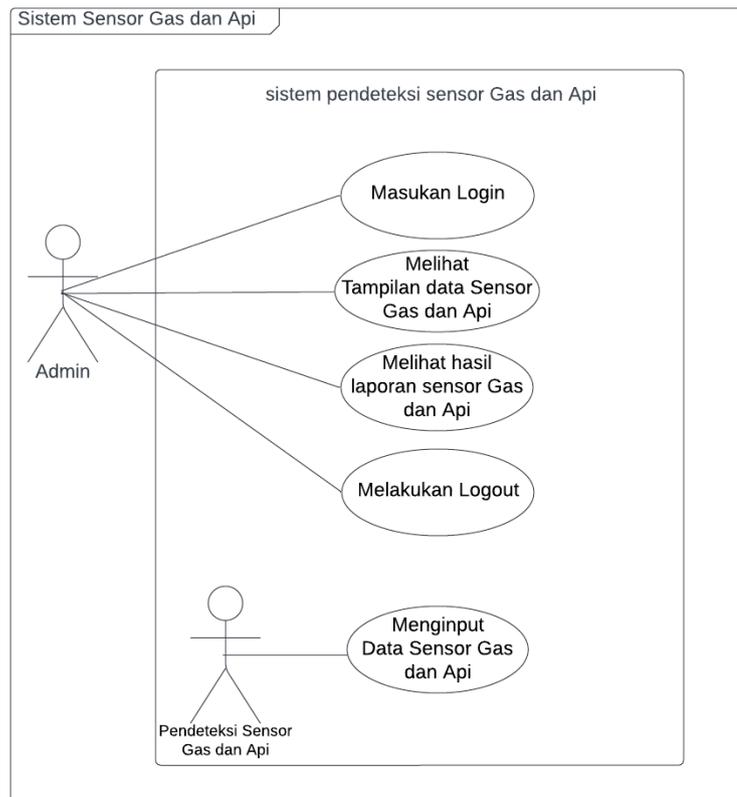
Dalam perancangan sistem, terdapat tahapan yang meliputi perancangan umum alat, pembuatan rangkaian per-blok, analisis rangkaian secara detail, pembuatan *flowchart*, penghubungan dengan *database*, dan penulisan program. Metode pengujian yang digunakan adalah *blackbox* testing, yang memfokuskan pada uji fungsionalitas sistem terutama pada *input* dan *outputnya*.

2.1 Data Penelitian

Data penelitian berasal dari sensor yang digunakan, yaitu sensor MQ-2 dan *Flame* sensor, yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas yang terjadi di sekitar sensor. Data tersebut diukur dalam satuan gas (Ppm). Data ini digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas dan deteksi api. Selanjutnya, data ini diproses oleh mikrokontroler NodeMcu ESP8266 untuk menghasilkan *output* yang dikirim ke perangkat *output* atau aktuator, serta dikirimkan ke sebuah *database*.

2.2 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah salah satu jenis diagram yang digunakan dalam rekayasa perangkat lunak untuk menggambarkan interaksi antara aktor-aktor (pengguna atau sistem eksternal) dengan sistem yang sedang dikembangkan. Diagram *Use Case* membantu menggambarkan fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna atau aktor yang berinteraksi dengan sistem tersebut. *Use Case* Diagram membantu dalam pemahaman kebutuhan dan perilaku sistem dari perspektif pengguna atau aktor yang berinteraksi dengan sistem. Dijelaskan dengan *Use Case* Diagram pada gambar 1. Diagram ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi fungsionalitas utama sistem, menggambarkan skenario penggunaan, dan memahami interaksi antara pengguna dan sistem.



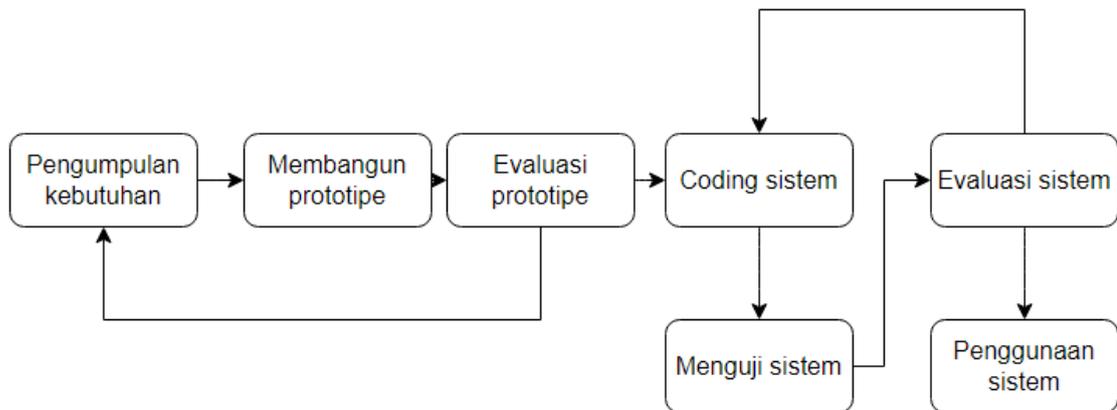
Gambar 1. Use Case Diagram

2.3 Penerapan Metode

Prototipe merupakan sebuah pendekatan dalam pengembangan sistem, yang merupakan metode baru dan evaluatif dalam dunia perangkat lunak dan sistem. Berikut adalah langkah-langkah dari metode prototipe:

- Analisis Kebutuhan:** Pada tahap ini, peneliti menganalisis kebutuhan sistem atau alat yang akan dibuat. Mereka mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut.
- Perancangan Prototipe:** Perancangan prototipe melibatkan pembuatan bentuk sementara dari sistem atau alat. Prototipe ini digunakan untuk menganalisis bagaimana sistem akan bekerja dan menguji alur kerjanya sesuai dengan tujuan yang diinginkan.
- Evaluasi Prototipe:** Pada tahap ini, prototipe dievaluasi untuk mengidentifikasi kekurangan atau masalah yang ada pada sistem. Hasil evaluasi ini digunakan untuk perancangan prototipe selanjutnya.
- Pembuatan Kode Program (Coding System):** Tahap ini melibatkan penulisan kode program yang mengimplementasikan prototipe dalam bahasa pemrograman tertentu. Tujuannya adalah agar sistem berjalan sesuai dengan rancangan awal.
- Pengujian Sistem:** Sistem yang telah diimplementasikan diuji untuk memastikan bahwa berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan awal rancangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah atau kesalahan yang mungkin terjadi dalam sistem.
- Evaluasi Sistem:** Hasil dari pengujian sistem dievaluasi untuk menentukan apakah sistem berjalan sesuai dengan harapan. Jika ada masalah atau ketidaksesuaian, tahap *coding* sistem akan diperbaiki untuk memperbaiki sistem.
- Penggunaan Sistem:** Tahap terakhir dari metode prototipe adalah penggunaan sistem yang telah dibuat sesuai dengan rancangan awal. Pengguna dapat memanfaatkan sistem untuk memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Metode prototipe memungkinkan para pengembang untuk mendapatkan umpan balik awal dari pengguna dan memperbaiki sistem secara iteratif. Ini membantu mengurangi risiko dan memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diinginkan. Berikut tahapan metode prototipe pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian Prototipe

2.4 Rancangann Pengujian

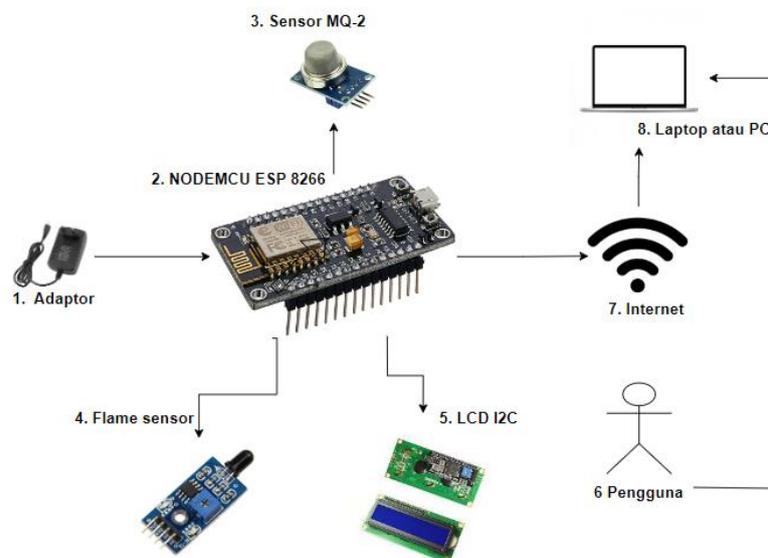
Pada tahap perancangan membuat prototipe Sensor Gas dan Api berbasis *internet of things* (IOT) dengan, menggunakan sensor MQ-2 dan *Flame* sensor ini membutuhkan alat-alat yang dirangkum pada table 1 :

Tabel 1. Komponen Yang Dibutuhkan

NO	Modul	Hasil Yang di harapkan	Fungsi
1.	Otomasi Sistem	NodeMCU ESP8266 dapat terhubung dengan koneksi <i>internet</i> dan <i>database</i>	Berfungsi sebagai pusat mikroprosesor dan menghubungkan ke database.
2.	Sensor Gas MQ-2	Dapat Mendeteksi Gas	Berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gas yang mudah terbakar atau memiliki potensi membahayakan kesehatan manusia.
3.	<i>Flame</i> sensor	Dapat Mendeteksi Api	Berfungsi untuk mendeteksi keberadaan api.
4.	<i>Display</i> LCD 16x2 i2c	Dapat Menghasilkan hasil dari Sensor	Untuk menampilkan hasil sensor yang terdeteksi.

2.5 Perancangan Blok Diagram

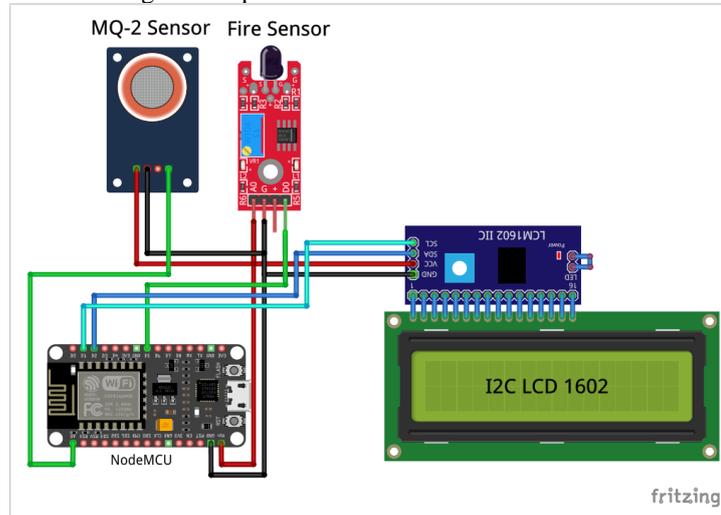
Blok diagram terdiri dari *input*, proses dan *output*. Blok diagram system dijelaskan pada Gambar 3 :



Gambar 3. Blok Diagram

2.6 Desain Prototipe

Prototipe desain ini bertujuan untuk mendeteksi kebocoran gas dengan sensor gas dan api. Desain prototipe tersebut diilustrasikan secara detail pada gambar 4. Prototipe ini dirancang agar penggunaannya menjadi lebih mudah dan efisien dalam mendeteksi gas dan api.



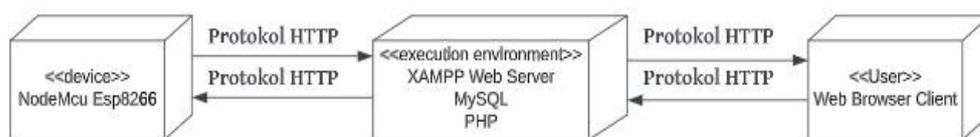
Gambar 4. Desain Prototipe

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan ini bertujuan untuk membuat sensor gas dan api menggunakan *internet of thing* (iot) dengan menggunakan sensor MQ-2 dan *Flame* sensor. Berisi analisis, bagian implementasi serta pengujian dalam pembahasan dari topik penelitian, pada bagian ini juga mempresentasikan penjelasan berupa penjelasan, gambar, dan tabel.

3.1 Deployment Diagram

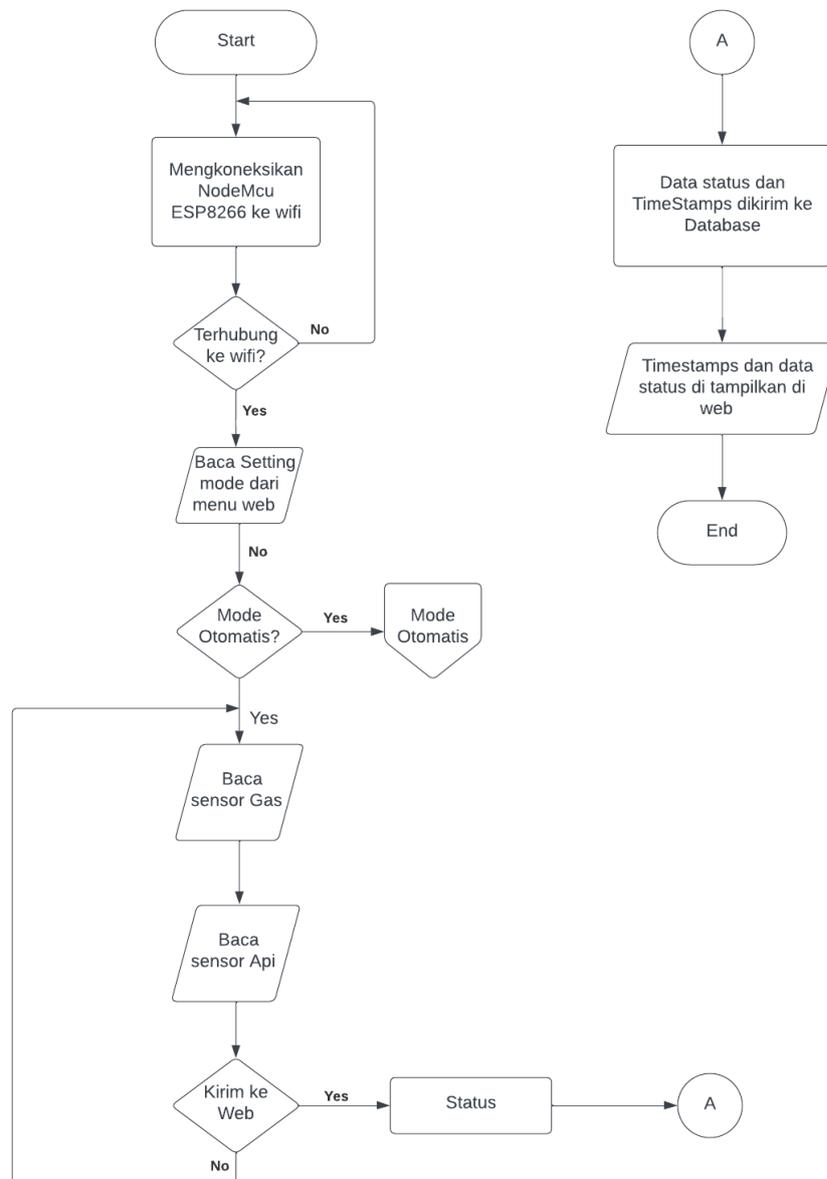
Setelah memberikan rincian tentang spesifikasi perangkat lunak (*Software*) dan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan, pada gambar 5 memberikan suatu visualisasi lingkungan percobaan dalam bentuk diagram *deployment*. Diagram ini menggambarkan bagaimana komponen-komponen perangkat keras dan perangkat lunak saling terhubung dan berinteraksi dalam lingkungan percobaan yang dibuat.



Gambar 5. Deployment Diagram

3.2 Flowchart Keseluruhan Alat

Flowchart adalah alur kerja atau proses yang menampilkan langkah dan keputusan dari suatu program dalam simbol. Untuk memperjelas alur dari proses pada sistem kontrol alat ini, maka dibuatlah *flowchart*. Gambar 6. berikut adalah *flowchart* yang menggambarkan proses kerja alat ini.



Gambar 6. Flowchart Keseluruhan Alat

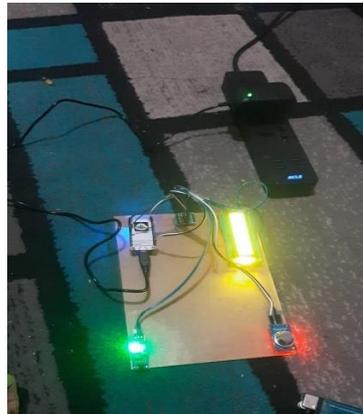
- Pada saat sistem dijalankan board Nodemcu Esp8266 akan mengkoneksikan ke jaringan *wifi* yang sudah di atur dalam bahasa pemrograman pada arduino ide.
- Nodemcu Esp8266 akan terhubung ke *Database* pada *MySQL* untuk terhubung ke *web* server.
- Nodemcu Esp8266 membaca *input* sensor Mq-2 untuk mengetahui keberadaan gas di sekitarnya dan mengirimkan data sensor ke *web* server.
- Nodemcu Esp8266 membaca *input* *Flame* sensor untuk mendeteksi adanya panas api di sekitar sensor.
- Jika terdeteksi ada kebocoran gas dan api, maka sistem akan menampilkan informasi mengenai status sensor gas dan api.
- Sensor gas akan terdeteksi terjadi kebocoran gas dan akan mengirim *output* dalam satuan gas (ppm)
- Flame* sensor akan terdeteksi jika ada panas atau cahaya api di sekitar sensor dan akan mengirim *output* dalam “Terdeteksi” pada *web server*

3.3 Persiapan Implementasi

Prototipe adalah rancangan proses pembuatan model pada sebuah sistem pendeteksi sensor gas dan api. Berikut merupakan kondisi alat sensor Mq-2 dan *Flame* sensor pada sistem pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran.

a. Tampilan Alat

Berikut merupakan tampilan awal alat ketika menyala dan diberi sumber daya Listrik pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan awal alat

b. Tampilan Sensor Gas

Kondisi tempat Sensor Gas yang mendeteksi dengan sensor MQ-2 dengan tampilan 1000ppm pada layar LCD ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Sensor Gas

c. Tampilan Sensor Api

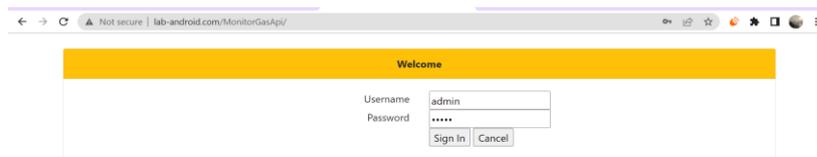
Kondisi Sensor Api yang mendeteksi dengan *Flame* sensor dengan tampilan 'Terdeteksi' pada layar LCD ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Sensor Api

3.4 Tampilan Layar Login

Dijelaskan tentang tampilan layar dari aplikasi *web* yang digunakan dalam sistem Sensor Gas dan Api. Merupakan halaman utama pada *website* yang berisi *form* untuk memasukkan *username* dan *password* oleh *admin* terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Layar Login

3.5 Tampilan Layar Halaman Utama

Tampilan Layar Halaman Utama merupakan halaman yang berisi tentang monitoring data sensor Gas dan sensor Api pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Halaman Utama

3.6 Tampilan Layar Halaman Laporan

Tampilan Layar Halaman Web Laporan Pada tampilan halaman laporan berisi tentang data dari sensor Gas dan sensor Api pada gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Halaman Laporan

3.7 Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan metode *blackbox* yaitu dengan mengamati *input* dan *ouput* sistem serta mengamati fungsi masing-masing komponen apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan. Pada table 2 merupakan tabel hasil pengujian sensor dan alat pada Sensor MQ-2 dan *Flame* Sensor yang telah terhubung dengan NodeMcu Esp8266, lalu hasil nya di tampilkan pada *Web* yang telah di buat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Ekspetasi	hasil	
1.	NodeMcu Esp8266	Terhubung ke laptop atau pc	Bisa	Berhasil
		Terdeteksi dengan serial port	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan sensor MQ-2	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan <i>Flame</i> sensor	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan LCD	Bisa	Berhasil
		Menampilkan data proses di serial monitor	Bisa	Berhasil
		Terhubung dengan <i>wifi</i>	Bisa	Berhasil
2.	<i>Web Browser</i>	Terhubung dengan program	Bisa	Berhasil
		Dapat menampilkan data	Bisa	Berhasil

3.8 Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Pada tabel 3 merupakan tabel hasil pengujian sensor Mq-2. Dengan menggunakan Korek gas. untuk mendeteksi Gas dengan kondisi dibocorkan, lalu diukur tingkat kebocoran Ppm, selanjutnya dilakukan pengukuran dengan sistem Deteksi Gas pada Ppm yang terdeteksi yaitu 125 ppm, 440 ppm, dan 1000 ppm.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor MQ-2

NO	Percobaan	Ppm Sensor Gas		
		Ppm	LCD	Kondisi sensor
1	Percobaan 1	125 ppm	125 ppm	Terdeteksi
2	Percobaan 2	440 ppm	440 ppm	Terdeteksi
3	Percobaan 3	1000 ppm	1000 ppm	Terdeteksi
4	Percobaan 4	>1000 ppm	1000 ppm	Terdeteksi Waspada

3.9 Hasil Pengujian Flame Sensor

Pada tabel 4 merupakan tabel hasil pengujian sensor Api atau *Flame* sensor. Pengujian ini sama dengan sensor gas menggunakan Korek gas. untuk mendeteksi api dengan menyalakan api pada korek gas, lalu diukur tingkat sensor dengan ukuran Per meter. selanjutnya dilakukan pengujian dengan sistem deteksi Api pada jarak 0 meter, 0.5 meter, dan 1 meter.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Flame* Sensor

NO	Percobaan	Jarak Sensor Api		
		0 Meter	0,5 Meter	1 Meter
1	Percobaan 1	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Percobaan 2	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Percobaan 3	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Percobaan 4	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan prototipe pendeteksi kebocoran gas dan api berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan sensor MQ-2 dan *flame* sensor memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan di PT. Arcobaleno Gramarindo. Penggunaan teknologi IoT memungkinkan sistem deteksi dapat terhubung dengan jaringan internet dan memberikan pemantauan *real-time*, sehingga memungkinkan tindakan respons cepat dan efektif dalam menghadapi situasi darurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gde Indra Cokorda Raditya, P. A. majalah ilmiah teknologi elektro. Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini Menggunakan NodeMCU Berbasis Telegram. *Jurnal Teknik*, 21(1), 1-8. (2022).
- [2] Hafiz, M., & Candra, O. Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 7(1), 53-63. (2021).
- [3] Kristama, Y. S., & Widiyari, I. R. Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU Dan Telegram. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(3), 1599-1606. (2022).
- [4] Kurnianto, D., & Syifa, F. T. Implementasi Teknologi Internet of Things Pada Sistem Pemantauan Kebocoran Gas LPG dan Kebakaran Menggunakan Database Pada Google Firebase. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 34-40. (2020).
- [5] Kusumadewi, R. T., Kurniadi, R., & Oktiawati, U. Y. Purwarupa Pendeteksi Liquefied Petroleum Gas (LPG) Menggunakan Sensor MQ-2 dengan Blynk. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 3(1). (2022).
- [6] Mulyati, S., & Sadi, S. Internet Of Things (IoT) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 Dan SIM800L. *Jurnal Teknik*, 7(2). (2019).
- [7] Noorfirdaus, J. R., & Sakti, D. V. S. Y. Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Menggunakan Sensor Mq-2 Dan Flame Sensor Berbasis Web. *In Konf. Nas. Ilmu Komput* (pp. 404-409). (2020, June).
- [8] Rahman, B., Fernando, F., & Indriawan, N. Sistem Monitoring Kebocoran Gas Dan Api Menggunakan Sensor MQ-2 Dan Flame Sensor Berbasis Android. *Journal Sensi Online ISSN*, 2655, 5298. (2022).

- [9] Salman, A., et al. Design and Implementation of Web-Based Database Management System using phpMyAdmin. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 7(2), 83-93. . (2021).
- [10] Samudera, D., & Sugiharto, A. Sistem Peringatan dan Penanganan Kebocoran Gas Flammable Dan Kebakaran Berbasis Internet of Things (Iot) (*Doctoral dissertation, University of Technology Yogyakarta*). (2018)
- [11] Saputro, U. A., & Tuslam, A. Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan*, 7(1), 24-30.(2022).
- [12] Shrivastava, N., et al. Visual Studio Code for Efficient Software Development. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 12(2), 160-167. (2021).
- [13] Sudarta, A., Ferdiansyah, F., Siahaan, R. R., & Maruloh, M. Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran Dan Monitoring Berbasis IoT Dengan Microcontroller NodeMCU. *Bina Insani ICT Journal*, 9(1), 22-32. (2022).
- [14] Syahri, A., & Ulansari, R. Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Api Dengan Menggunakan Sensor MQ2 Dan Sensor Api Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(1), 47-54. (2022).
- [15] Tantowi, D., & Kurnia, Y. Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino. *Algor*, 1(2), 9-15. (2020).