

PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN BERBASIS TELEGRAM *BOT* DENGAN SENSOR GAS *MQ-2* DAN *FLAME* *NODEMCU*

Prayugo Ramadhani^{1*}, Joko Christian Chandra²

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

Email: ^{1*}1711501302@student.budiluhur.ac.id, ²joko.christian@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak- Penggunaan gas untuk kebutuhan sehari-hari di rumah tangga maupun industri memberikan manfaat signifikan, terutama dalam hal mengurangi polusi udara dan menyediakan sumber energi yang efisien. Namun, risiko kebakaran akibat kebocoran gas merupakan masalah serius yang tidak bisa diabaikan, terutama jika gas tersebut lebih berat dari udara dan dapat mengendap di lantai, yang berpotensi memicu kebakaran. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi kebocoran gas menggunakan sensor gas *MQ-2* dan *Flame Sensor*. Sensor *MQ-2* mampu mendeteksi keberadaan gas yang bocor, sedangkan *Flame Sensor* berfungsi mendeteksi adanya api. Ketika kebocoran terdeteksi, sistem secara otomatis akan mengaktifkan alarm melalui *Buzzer* dan *LED*, memberi peringatan dini kepada pengguna. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur pengiriman notifikasi melalui Telegram, yang memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui adanya kebocoran meskipun mereka berada jauh dari lokasi. Metode eksperimen digunakan dalam penelitian ini untuk menguji efektivitas dan keandalan sistem. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam meningkatkan keselamatan dengan memberikan deteksi dini terhadap potensi kebakaran, sehingga risiko dan kerugian dapat diminimalkan. Untuk pengembangan di masa depan, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan sensor tambahan untuk pemantauan lingkungan yang lebih luas, meningkatkan antarmuka pengguna agar lebih mudah dioperasikan, serta menerapkan algoritma pembelajaran mesin guna meningkatkan akurasi deteksi dan mengurangi kemungkinan alarm palsu. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghadirkan solusi terhadap risiko kebakaran akibat kebocoran gas, tetapi juga menawarkan potensi pengembangan teknologi yang lebih canggih dan andal di masa depan.

Kata Kunci: Sistem pendeteksi kebakaran, sensor gas *MQ-2*, *flame sensor*, *NodeMCU*.

A PROTOTYPE FIRE DETECTION SYSTEM BASED ON TELEGRAM BOT WITH MQ-2 GAS SENSOR AND NODEMCU FLAME SENSOR

Abstract- The use of gas for daily needs in households and industries provides significant benefits, particularly in reducing air pollution and offering an efficient energy source. However, the risk of fire due to gas leaks is a serious concern that cannot be overlooked, especially if the gas is heavier than air and can settle on the floor, potentially leading to a fire. This study focuses on developing a gas leak detection system using the *MQ-2* gas sensor and *Flame Sensor*. The *MQ-2* sensor is capable of detecting the presence of leaking gas, while the *Flame Sensor* functions to detect any flames. When a leak is detected, the system automatically activates an alarm through a *Buzzer* and *LED*, providing an early warning to users. Additionally, the system is equipped with a feature that sends notifications via Telegram, allowing users to be alerted to the leak even when they are away from the location. An experimental method was employed in this research to test the system's effectiveness and reliability. The results indicate that the system is effective in enhancing safety by providing early fire detection, thereby minimizing risks and potential damages. For future development, the system could be improved by adding additional sensors for broader environmental monitoring, enhancing the user interface for easier operation, and implementing machine learning algorithms to increase detection accuracy and reduce the likelihood of false alarms. Thus, this research not only offers a solution to the fire risk caused by gas leaks but also presents the potential for developing more advanced and reliable technology in the future.

Keywords: Fire detection system, *MQ-2* gas sensor, *flame sensor*, *NodeMCU*.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan gas untuk kebutuhan sehari-hari baik di rumah tangga maupun industri telah memberikan kontribusi positif dalam upaya mengurangi polusi udara. Gas seperti *LPG*, *CO*, dan *metana* memiliki efisiensi tinggi sebagai bahan bakar, namun di sisi lain juga membawa risiko kebakaran yang signifikan jika terjadi

kebocoran [1]. Kebocoran gas dapat menyebabkan akumulasi gas di permukaan lantai, terutama jika gas tersebut lebih berat dari udara, yang kemudian bisa memicu kebakaran.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengatasi risiko kebakaran akibat kebocoran gas. Seperti, penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Zuhron Wahid dan Alvino Octaviano pada tahun 2023 di Universitas Pamulang mengembangkan sistem deteksi kebocoran tabung gas menggunakan sensor *MQ-2* dan *Flame Detector*, dengan notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram. Penelitian ini berhasil menunjukkan efektivitas sistem dalam membantu pengguna dan teknisi gas dalam mengawasi kondisi tabung gas. Namun, penelitian ini lebih berfokus pada deteksi kebocoran gas dari tabung dan pengawasan oleh teknisi, tanpa mengeksplorasi potensi adaptasi untuk berbagai skenario kebakaran di lingkungan lain [2].

Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Najib dan rekan-rekannya pada tahun 2024 mengembangkan sistem pendeteksi kebakaran menggunakan *ESP32* dan *Arduino* yang berbasis web, dengan menggunakan tiga jenis sensor: sensor suhu, sensor gas, dan sensor api. Penelitian ini lebih komprehensif dalam hal jenis sensor yang digunakan dan difokuskan pada pendeteksian kebakaran di ruko atau tempat yang rentan terhadap kebakaran. Namun, penelitian ini tidak menyertakan fitur notifikasi *real-time* melalui platform pesan instan seperti Telegram, yang dapat diakses oleh pengguna kapan saja dan di mana saja [3].

Gap penelitian ini muncul karena meskipun sudah ada beberapa penelitian sebelumnya yang mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas dan kebakaran, belum ada yang secara spesifik mengintegrasikan deteksi gas dengan notifikasi *real-time* melalui platform pesan instan yang mudah diakses oleh pengguna dalam berbagai kondisi lingkungan, baik di rumah tangga maupun industri. Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya belum sepenuhnya mengeksplorasi penggunaan kombinasi antara sensor gas dan *Flame Sensor* dengan fokus pada deteksi ganda yang lebih akurat dan responsif.

Untuk mengisi gap ini, penelitian ini mengusulkan sistem deteksi kebocoran gas yang memanfaatkan sensor gas *MQ-2* dan *Flame Sensor* yang dikombinasikan dengan mikrokontroler *NodeMCU*. Sistem ini dilengkapi dengan notifikasi *real-time* melalui Telegram *Bot*, yang memberikan peringatan dini kepada pengguna dan memungkinkan tindakan pencegahan segera. Di Toko *Bintaro*, yang sering mengalami masalah kebocoran gas, penggunaan alat ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dengan memberikan peringatan dini kepada pemilik toko.

Untuk mengatasi risiko kebakaran akibat kebocoran gas, teknologi deteksi dini sangat diperlukan. Salah satu teknologi yang efektif dalam mendeteksi kebocoran gas adalah sensor gas *MQ-2*. Sensor ini dapat mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya seperti *LPG*, *CO*, dan *metana*. Sensor ini bekerja dengan mengukur konsentrasi gas di udara dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh mikrokontroler seperti *NodeMCU* [4]. *NodeMCU* kemudian dapat dihubungkan dengan sistem notifikasi *real-time* melalui Telegram *Bot*, yang memberikan peringatan dini kepada pengguna dan memungkinkan tindakan pencegahan segera.

Sistem deteksi kebocoran gas ini sangat diperlukan, terutama di tempat-tempat seperti Toko *Bintaro*, yang sering mengalami masalah kebocoran gas. Penggunaan alat ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dengan memberikan peringatan dini kepada pemilik toko.

Namun, permasalahan yang perlu diatasi mencakup identifikasi kebakaran menggunakan kombinasi sensor gas *MQ-2* dan *Flame Sensor*, pengaktifan alarm peringatan melalui *Buzzer* dan *LED* ketika kebocoran terdeteksi, serta pengiriman notifikasi Telegram kepada pengguna. Batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah penggunaan perangkat mikrokontroler *NodeMCU* dengan sensor gas *MQ-2* dan *Flame Sensor* sebagai alat deteksi utama, ditambah dengan *Buzzer* dan *LED* untuk alarm, dan notifikasi Telegram sebagai indikator pemantauan.

Tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem deteksi kebocoran gas dan kebakaran yang dapat memberikan notifikasi *real-time* melalui Telegram kepada pemilik toko, sehingga memungkinkan tindakan pencegahan dini untuk mengurangi risiko kebakaran. Metode yang digunakan dalam pengembangan alat ini adalah metode *Waterfall*, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, pengujian, dan pemeliharaan.

Manfaat dari penelitian ini antara lain memberikan informasi dini tentang potensi kebakaran kepada pemilik toko, menyediakan prototipe sistem mitigasi kebakaran akibat kebocoran gas, serta membantu mengurangi risiko dan kerugian kebakaran dengan deteksi dini. Untuk memahami lebih lanjut tentang pengembangan sistem ini, landasan teori menjadi sangat penting. Metode *Waterfall* adalah salah satu model yang paling umum dalam rekayasa perangkat lunak, pertama kali dibuat oleh Winston Royce sekitar tahun 1970 dan dikenal sebagai "*Linear Sequential Model*" atau "metode *waterfall*". Model ini dibangun secara sistematis dan berurutan dalam pengembangan perangkat lunak. Meskipun dianggap ketinggalan zaman, model ini masih merupakan salah satu yang paling umum digunakan dalam bidang *software engineering* (SE) [4]. Metode model ini bersifat berurutan dan sistematis: setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, seperti aliran air terjun [5].

Liquefied Petroleum Gas (*LPG*) adalah campuran dari propana dan butana yang terjadi secara alami di reservoir minyak dan gas. *LPG* berwujud gas di bawah kondisi atmosfer normal tetapi dapat dicairkan dengan tekanan. Penggunaan *LPG* sebagai alternatif bahan bakar untuk pembangkit listrik skala kecil semakin populer karena memiliki beberapa keunggulan, di antaranya adalah menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan bensin. Ini berkontribusi pada upaya mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, *LPG* lebih ekonomis daripada bensin untuk generator dengan beban rendah hingga 1350W, namun untuk beban di atas 1350W, bensin lebih ekonomis [6].

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke papan *Arduino*. *IDE* ini menyediakan editor teks untuk menulis kode dalam bahasa pemrograman *Arduino* (berbasis *C/C++*), serta alat untuk memverifikasi dan mengunggah kode ke papan *Arduino* melalui koneksi *USB*. *Arduino IDE* juga memiliki fitur untuk memantau *output* serial dari papan *Arduino*, memudahkan *debugging* dan pengujian proyek elektronik [7].

NodeMCU adalah sebuah platform IoT (*Internet of Thing*) yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip *ESP8266 V3* dari *ESP8266 V3* buatan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan Bahasa pemrograman *scripting Lua*. Istilah *NodeMCU* secara default sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras development kit. *NodeMCU* bisa dianalogikan sebagai *board arduinonya ESP8266 V3* [8].

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia dan mengubahnya menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor memberikan kesamaan seperti mata, pendengaran, hidung, dan lidah dalam sistem pengendali dan robotika, yang kemudian diproses oleh pengendali sebagai otaknya [9].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk merancang dan mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis *NodeMCU ESP8266* [10]. Prosedur penelitian dimulai dengan analisis masalah yang mengidentifikasi kebutuhan akan sistem deteksi kebakaran yang lebih efisien dan *real-time*. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data dengan memilih komponen utama seperti sensor gas *MQ-2* dan *flame* sensor, serta perangkat lunak *Arduino IDE* dan Telegram *bot*.

Rangkaian elektronik dirancang dengan menghubungkan sensor ke *NodeMCU*, dan pemrograman mikrokontroler dilakukan untuk membaca data sensor dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Sistem diuji dengan memantau respon sensor terhadap keberadaan gas dan api, serta keefektifan pengiriman notifikasi *real-time*. Hasil pengujian dianalisis untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu memberikan deteksi dini kebakaran dengan biaya terjangkau dan mudah diimplementasikan.

Berisi penjelasan tentang tahapan penelitian yang menggambarkan urutan logis untuk mendapatkan hasil penelitian sesuai dengan harapan dan gambaran sistem. Jika ada gambar dan tabel, itu harus disajikan dengan nama tabel dan gambar yang disertai dengan nomor urut.

2.2 Data Penelitian

Penelitian ini merupakan tahap awal dalam pembuatan prototipe setelah didapatkan ide dan gagasan. Guna mewujudkan prototipe pendeteksian kebakaran, kebutuhan data yang diperlukan adalah: pertama, mikrokontroler yang merupakan pengontrol utama dalam sistem yang akan dibuat, dalam hal ini digunakan *NodeMCU ESP8266*. Kedua, sensor yang berfungsi untuk mengukur kondisi sesuai dengan kebutuhan, yaitu sensor *MQ-2* dan sensor *Flame*. Ketiga, aplikasi Telegram yang merupakan salah satu media sosial yang dapat digunakan untuk komunikasi *chat*, *voice*, maupun *video*, dan menggunakan koneksi *internet* dalam komunikasinya. Keempat, *website monitoring* yang berfungsi untuk menampilkan hasil data *monitoring* dari sensor.

2.3 Kebutuhan Alat

Untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pendeteksi kebakaran yang menggunakan sensor gas *MQ-2*, *flame* sensor, mikrokontroler *NodeMCU*, dan Telegram *bot*, berikut adalah daftar alat dan komponen yang diperlukan: mikrokontroler *NodeMCU (ESP8266)* yang memiliki konektivitas *Wi-Fi* untuk mengirim data ke *server* dan Telegram *bot*; sensor Gas *MQ-2* untuk mendeteksi gas yang mudah terbakar seperti *LPG*, *metana*, dan hidrogen, serta sensor *Flame* untuk mendeteksi keberadaan api melalui cahaya dalam spektrum tertentu; aktuator berupa *buzzer* untuk memberikan alarm suara dan *LED* untuk indikasi visual ketika kebakaran terdeteksi; kabel dan konektor seperti *jumper wire*, *breadboard*, dan konektor untuk

menghubungkan sensor dan aktuator dengan mikrokontroler; power supply menggunakan adaptor untuk memberikan daya ke mikrokontroler dan sensor; serta perangkat lunak seperti *Arduino IDE* untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke *NodeMCU*, *Telegram Bot* yang dibuat melalui *BotFather* di Telegram untuk menerima notifikasi, dan *server* serta *API* untuk menyimpan dan memantau data dari sensor.

2.4 Skenario Pengujian

Tabel 1. Skenario Pengujian *Blackbox*

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang diharapkan
1	Sensor Gas	Gas <i>LPG</i> di dekat sensor	Notifikasi dikirim ke Telegram
2	<i>Flame</i> Sensor	Api di dekat sensor	Notifikasi dikirim ke Telegram
3	Kombinasi Gas dan Api	Gas dan api di dekat sensor	Notifikasi dikirim ke Telegram
4	Tanpa Gas dan Api	Tidak ada gas dan api	Tidak ada notifikasi
5	Respons Telegram <i>Bot</i>	Pesan dari pengguna	Respon sesuai perintah
6	Kondisi	Suhu tinggi, kelembaban tinggi	Notifikasi tetap akurat

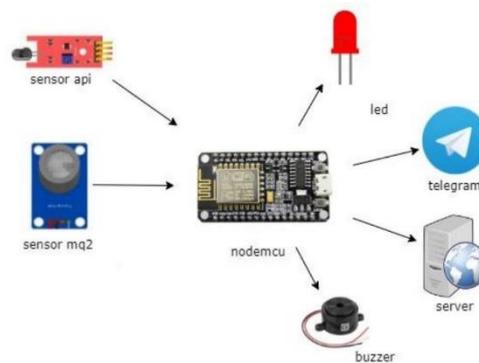
Pada tabel 1 di atas merupakan tabel skenario pengujian *blackbox*. Desain pengujian *blackbox* fokus pada pengujian fungsionalitas sistem tanpa melihat ke dalam struktur *internal* atau kode program [11]. Pengujian ini dilakukan dengan memberi input pada sistem dan memeriksa *output* yang dihasilkan untuk menentukan apakah sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan sistem dapat mendeteksi adanya gas dan api secara akurat, mengirimkan notifikasi melalui Telegram *Bot* saat terdeteksi adanya gas atau api, dan beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Implementasi sistem melibatkan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut: Perangkat keras mencakup Laptop MSI dengan *Intel Core i7*, *NodeMCU (ESP8266)* untuk kontrol dan komunikasi data, sensor gas *MQ-2*, *flame* sensor *YG1006*, *buzzer* aktif, *LED*, *breadboard*, kabel jumper, serta adaptor daya dan kabel *USB*. Perangkat lunak meliputi *Arduino IDE* untuk pengembangan kode, library *ESP8266WiFi* dan *ESP8266HTTPClient*, *server backend PHP*, *database MySQL*, *frontend* menggunakan template *AdminLTE.io*, *Telegram Bot API* untuk notifikasi, dan web hosting. Persiapan implementasi mencakup pengembangan kode, setup *server*, pengaturan *API*, pembuatan antarmuka *monitoring*, konfigurasi Telegram *Bot*, serta testing dan *debugging* sistem.

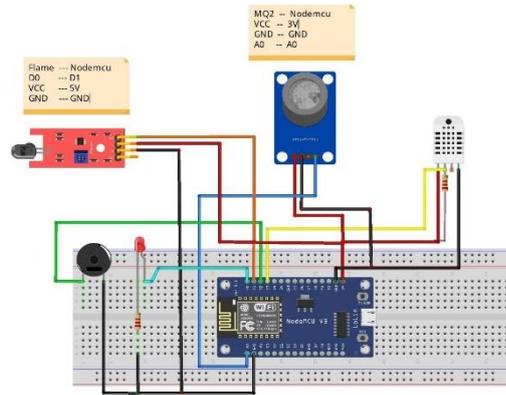
3.1.1 Perancangan Alat



Gambar 1. Skema alat

Gambar 1 adalah sistem pendeteksi kebakaran ini dirancang untuk mendeteksi kebakaran secara dini menggunakan sensor gas *MQ-2* dan *flame* sensor, dengan hasil deteksi yang dikirimkan melalui mikrokontroler *NodeMCU* ke Telegram *bot* untuk notifikasi *real-time*. Langkah-langkah perancangan alat meliputi: merancang rangkaian elektronik di mana sensor gas *MQ-2* dan *flame* sensor dihubungkan ke pin input mikrokontroler *NodeMCU* untuk mendeteksi keberadaan gas dan api, serta *buzzer* dan *LED* dihubungkan ke pin *output* *NodeMCU* untuk memberikan alarm suara dan indikasi visual ketika kebakaran terdeteksi; menghubungkan *NodeMCU* ke jaringan *Wi-Fi* untuk mengirimkan data ke *server* dan notifikasi melalui Telegram *bot*. Pada tahap pemrograman mikrokontroler, menggunakan *Arduino*

IDE untuk menulis dan mengunggah kode ke *NodeMCU*, di mana kode program membaca data dari sensor, memprosesnya, dan mengirimkan notifikasi jika kebakaran terdeteksi. Untuk *integrasi* dengan Telegram *bot*, membuat *bot* di Telegram menggunakan *BotFather* dan mendapatkan token *bot* serta menambahkan *chat ID* dari pengguna atau grup yang akan menerima notifikasi. Pada tahap *server* dan *website monitoring*, mengonfigurasi *server* untuk menerima dan menyimpan data dari sensor serta membuat antarmuka web untuk menampilkan data sensor secara *real-time*.



Gambar 2. Diagram rangkaian

Gambar 2 adalah diagram rangkaian sederhana untuk menghubungkan komponen-komponen sistem pendeteksi kebakaran: Sensor Gas *MQ-2* dihubungkan dengan *VCC* ke *5V NodeMCU*, *GND* ke *GND NodeMCU*, dan *A0* ke *A0 NodeMCU*; *Flame Sensor* dihubungkan dengan *VCC* ke *3.3V NodeMCU*, *GND* ke *GND NodeMCU*, dan *D0* ke *GPIO16 (D0) NodeMCU*; *Buzzer* dihubungkan dengan positif ke *GPIO5 (D1) NodeMCU* dan negatif ke *GND NodeMCU*; *LED* dihubungkan dengan anoda (kaki panjang) ke *GPIO4 (D2) NodeMCU* melalui resistor 220Ω dan katoda (kaki pendek) ke *GND NodeMCU*.

3.1.2 Perancangan Database

Database diberi nama *firemon* yang akan terdiri dari dua tabel utama: *admin* dan *sensor*. Tabel *admin* digunakan untuk menyimpan informasi administrator yang bertanggung jawab terhadap sistem, sedangkan tabel *sensor* digunakan untuk menyimpan data pembacaan dari sensor kebakaran

Tabel 2. Design *database* tabel admin

No	Nama Field	Type	Size
1	<i>id_admin</i>	<i>int</i>	11
2	<i>Nama</i>	<i>varchar</i>	100
3	<i>username</i>	<i>varchar</i>	20
4	<i>password</i>	<i>varchar</i>	20

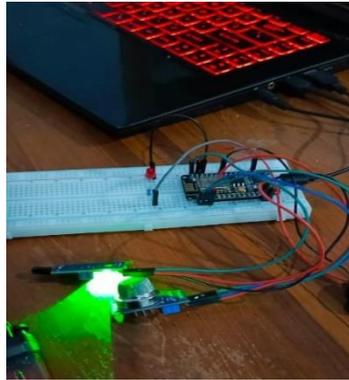
Tabel 2 di atas merupakan design *database* tabel admin pada basis data memiliki beberapa kolom penting yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Kolom *id_admin* berperan sebagai *primary key* yang unik untuk setiap admin dan bersifat *auto increment*, yang berarti nilainya akan bertambah secara otomatis setiap kali data baru ditambahkan. Kolom nama menyimpan nama lengkap dari admin. Kolom *username* digunakan untuk menyimpan *username* yang digunakan oleh admin untuk login ke sistem. Terakhir, kolom *password* menyimpan kata sandi yang telah dienkripsi demi menjaga keamanan informasi login admin. Semua kolom ini bekerja bersama untuk memastikan bahwa data admin dikelola dengan aman dan efisien.

Tabel 3. Design *database* tabel sensor

No	Nama <i>Field</i>	<i>Type</i>	<i>Size</i>	Keterangan
1	<i>id_sensor</i>	<i>INT</i>	11	<i>Primary Key, Auto Increment</i>
2	<i>timestamp</i>	<i>DATETIME</i>	4	Waktu pembacaan data sensor
3	<i>mq2</i>	<i>FLOAT</i>	4	Nilai pembacaan dari sensor gas <i>MQ-2</i>
4	<i>Flame</i>	<i>INT</i>	1	Nilai pembacaan dari <i>flame</i> sensor

Tabel 3 di atas merupakan design database tabel sensor pada basis data memiliki beberapa kolom penting yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Kolom *id_sensor* berperan sebagai *primary key* yang unik untuk setiap pembacaan sensor dan bersifat *auto increment*, yang berarti nilainya akan bertambah secara otomatis setiap kali data baru ditambahkan. Kolom *timestamp* mencatat waktu pembacaan data sensor dalam format *datetime*, sehingga setiap data sensor dapat diidentifikasi kapan tepatnya data tersebut diambil. Kolom *mq2* digunakan untuk menyimpan nilai pembacaan dari sensor gas *MQ-2*, yang mendeteksi berbagai jenis gas. Terakhir, kolom *flame* menyimpan nilai pembacaan dari *flame* sensor, dengan nilai 0 menunjukkan tidak ada api dan nilai 1 menunjukkan adanya api. Semua kolom ini bekerja bersama untuk memastikan bahwa data pembacaan sensor dikelola dengan akurat dan efisien.

3.1.3 Mekanika Alat

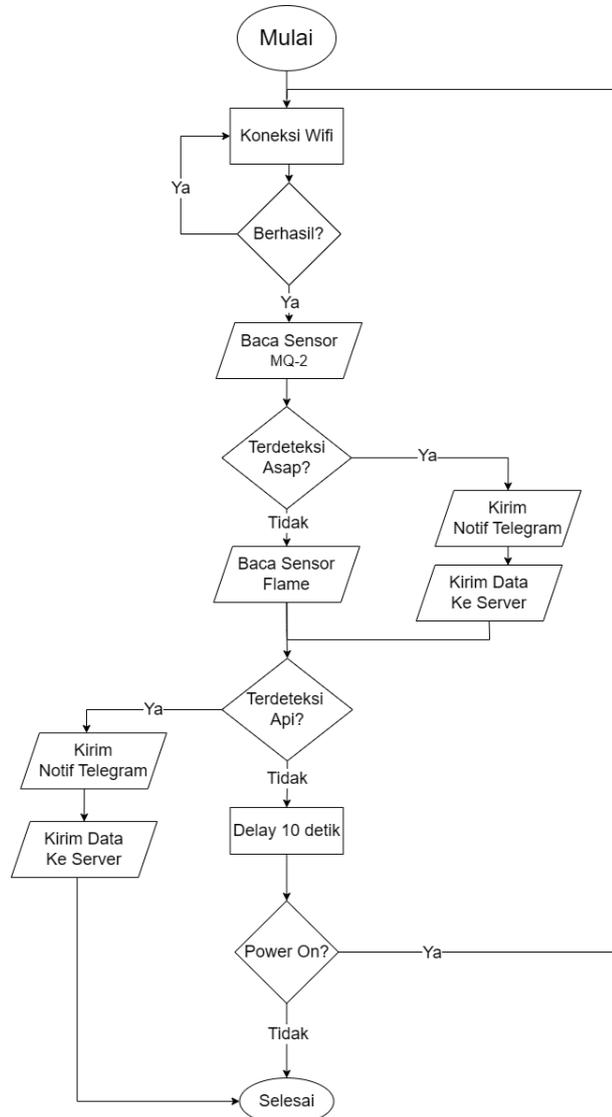


Gambar 3. Mekanika Alat

Gambar 3 menunjukkan sebuah prototipe sistem pendeteksi kebakaran menggunakan sensor gas *MQ-2* dan *flame* sensor yang dikendalikan oleh *microcontroller NodeMCU*. Komponen utama yang terlihat meliputi *breadboard*, *NodeMCU*, beberapa jumper wire, *LED*, resistor, dan servo motor. *Breadboard* berfungsi sebagai tempat penyusunan sementara komponen-komponen elektronik tanpa perlu solder. *NodeMCU*, yang terhubung dengan laptop melalui kabel *USB*, bertindak sebagai otak sistem yang mengatur operasi sensor dan komponen lainnya.

Sensor gas *MQ-2* mendeteksi adanya gas yang mudah terbakar, sedangkan *flame* sensor mendeteksi adanya nyala api. Ketika sensor-sensor ini mendeteksi kondisi yang mengindikasikan kebakaran, *NodeMCU* akan memproses informasi tersebut dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram *bot*. *LED* yang menyala hijau berfungsi sebagai indikator visual status sistem. Resistor digunakan untuk membatasi arus listrik yang mengalir ke *LED*, mencegah kerusakan. Kabel jumper menghubungkan berbagai komponen ini, memungkinkan aliran listrik dan sinyal antar komponen.

3.1.4 Flowchart



Gambar 4. Flowchart kerja sistem

Gambar 4 menjelaskan proses alur kerja sistem deteksi asap dan api yang terhubung ke *internet*. Proses dimulai dengan menghubungkan sistem ke jaringan WiFi. Jika koneksi berhasil, sistem membaca data dari sensor *MQ-2* untuk mendeteksi asap. Jika terdeteksi asap, sistem mengirim notifikasi melalui Telegram dan data ke *server*. Jika tidak terdeteksi asap, sistem lanjut membaca data dari sensor *Flame* untuk mendeteksi api. Jika terdeteksi api, sistem mengirim notifikasi melalui Telegram dan data ke *server*. Jika tidak terdeteksi api, sistem menunggu selama 10 detik sebelum melanjutkan ke langkah berikutnya. Jika perangkat dalam keadaan menyala, sistem kembali ke langkah membaca sensor *MQ-2*. Jika tidak, proses berakhir. *Flowchart* ini menggambarkan alur logika untuk mendeteksi kondisi asap dan api, serta mengirimkan notifikasi dan data ke *server* jika kondisi tersebut terdeteksi.

3.1.5 Pengujian *Blackbox*

Tabel 4. Hasil pengujian *blackbox*

No	Skenario Pengujian	Input	<i>Output</i> yang diharapkan	<i>Output</i> yang dihasilkan	Hasil
1	Sensor Gas	Gas <i>LPG</i> di dekat sensor	Notifikasi dikirim ke Telegram	Notifikasi dikirim ke Telegram	Berhasil
2	<i>Flame</i> Sensor	Api di dekat sensor	Notifikasi Telegram	Notifikasi dikirim ke Telegram	Berhasil
3	Kombinasi Gas dan Api	Gas dan api di dekat sensor	Notifikasi dikirim ke Telegram	Notifikasi dikirim ke Telegram	Berhasil
4	Tanpa Gas dan Api	Tidak ada gas dan api	Tidak ada notifikasi	Tidak ada notifikasi	Berhasil
5	Respons Telegram <i>Bot</i>	Pesan dari pengguna	Respon sesuai perintah	Respon sesuai perintah	Berhasil
6	Kondisi Lingkungan	Suhu tinggi, kelembaban tinggi	Notifikasi tetap akurat	Notifikasi tetap akurat	Berhasil

Tabel 4 menunjukkan hasil dari serangkaian uji coba fungsionalitas sistem deteksi kebakaran yang dikembangkan menggunakan pendekatan *blackbox*. Pada skenario pertama dan kedua, sistem diuji dengan mendeteksi keberadaan gas *LPG* dan api menggunakan sensor *MQ-2* dan *Flame* Sensor. Sistem berhasil mengirim notifikasi ke Telegram dalam kedua skenario tersebut, menunjukkan bahwa kedua sensor berfungsi dengan baik dalam memberikan peringatan dini. Skenario ketiga menguji kombinasi gas dan api, dan sistem kembali berhasil mengirim notifikasi yang sesuai, menandakan kemampuannya untuk menangani situasi darurat yang kompleks.

Skenario keempat menguji respons sistem ketika tidak ada ancaman yang terdeteksi, dan sistem dengan benar tidak mengirimkan notifikasi. Pengujian kelima menguji respons sistem terhadap perintah melalui Telegram *Bot*, yang berhasil dijawab dengan tepat. Terakhir, skenario keenam menguji akurasi notifikasi dalam kondisi lingkungan yang sulit, seperti suhu dan kelembaban tinggi, dan sistem tetap menunjukkan performa yang stabil. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menegaskan keandalan sistem dalam berbagai kondisi dan skenario.

3.2 Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis *NodeMCU ESP8266* yang menggunakan sensor gas *MQ-2* dan *Flame* Sensor untuk mendeteksi potensi kebakaran. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem ini menunjukkan performa yang memuaskan dalam mendeteksi keberadaan gas mudah terbakar serta api, dan mengirimkan notifikasi secara *real-time* melalui Telegram.

3.2.1 Evaluasi Hasil Pengujian

Pengujian *blackbox* yang dilakukan memperlihatkan bahwa sistem ini memiliki tingkat keberhasilan 100% dalam mendeteksi kondisi bahaya baik dari gas maupun api. Semua skenario pengujian berhasil dengan baik, termasuk ketika diuji dengan kombinasi keberadaan gas dan api. Salah satu temuan penting dari pengujian ini adalah keandalan sistem dalam mengirimkan notifikasi ke Telegram meskipun dalam kondisi lingkungan yang bervariasi, seperti suhu tinggi dan kelembaban yang tinggi. Namun, ada potensi peningkatan dari sisi kestabilan jaringan *Wi-Fi* yang digunakan, mengingat sistem sangat bergantung pada konektivitas untuk mengirimkan notifikasi.

3.2.2 Konteks Keamanan dan Kegagalan Sistem

Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan dengan memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran. Dalam praktiknya, ini berarti pengguna dapat mengambil tindakan pencegahan lebih cepat, seperti mematikan sumber gas atau api sebelum kebakaran menyebar. Namun, ada beberapa potensi kegagalan yang perlu diperhatikan, seperti ketergantungan pada jaringan *Wi-Fi*. Jika koneksi terputus, notifikasi ke Telegram tidak akan terkirim, yang dapat mengurangi efektivitas sistem dalam situasi darurat. Solusi yang bisa dipertimbangkan adalah menambahkan fitur redundansi seperti sistem peringatan lokal (misalnya, sirene atau lampu indikator) yang tidak bergantung pada *internet*.

4. KESIMPULAN

Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor gas *MQ-2* dan *flame* sensor mampu mendeteksi keberadaan gas yang mudah terbakar dan api. Pengujian menunjukkan bahwa sensor *MQ-2* efektif dalam mendeteksi gas *LPG*, sedangkan *flame* sensor dapat mendeteksi api. Sistem ini dapat mengidentifikasi potensi kebakaran berdasarkan hasil pengujian *blackbox*, di mana semua dari 6 skenario pengujian berhasil. Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme alarm peringatan menggunakan *buzzer* dan *LED*, yang aktif sesuai dengan deteksi sensor, memberikan alarm peringatan yang efektif untuk situasi darurat. Selain itu, sistem ini terintegrasi dengan *Telegram Bot* untuk mengirimkan notifikasi otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi terkirim dengan cepat dan tepat, memastikan pengguna segera mendapat informasi tentang potensi kebakaran.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah: Perlu dilakukan kalibrasi lebih lanjut pada sensor gas *MQ-2* untuk meningkatkan sensitivitas terhadap berbagai jenis gas. Penting juga untuk mengadopsi pengiriman data menggunakan protokol *HTTPS* guna memastikan keamanan dan integritas data yang dikirimkan dari *NodeMCU* ke *server*. Untuk meningkatkan efektivitas respons pengguna terhadap potensi kebakaran, disarankan mengembangkan sistem notifikasi yang lebih terperinci dan kontekstual, termasuk informasi spesifik seperti jenis kebakaran yang terdeteksi, lokasi spesifik di mana sensor mendeteksi ancaman, serta tingkat keparahan potensi kebakaran. Dengan memberikan informasi yang lebih rinci, pengguna dapat mengambil tindakan yang lebih cepat dan tepat sesuai dengan situasi yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Wibisono, H. Istiasih, and R. Santoso, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ 2 Untuk Tuna Netra Dan Tuna Rungu," *INOTEK*, vol. 8, 2024.
- [2] M. Z. Wahid and A. Octaviano, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Dengan Menggunakan Sensor *MQ-2* Dan *Flame Detector*," *Log. J. Ilmu Komput. ...*, vol. 1, no. 5, pp. 1240–1249, 2023, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/2631%0Ahttps://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/download/2631/1759>
- [3] Muhammad Ainun Najib, Sulartopo Sulartopo, Dani Sasmoko, Danang Danang, and Iman Saufik Suasana, "Sistem Pendeteksi Bencana Kebakaran Menggunakan ESP32 Dan *Arduino* Berbasis WEB," *Neptunus J. Ilmu Komput. Dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 15–24, 2024, doi: 10.61132/neptunus.v2i1.62.
- [4] A. Yusuf and M. Badrul, "Perancangan Model *Waterfall* Pada Sistem Informasi Penjualan Baju Pada Brand Hasnaa Busana," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 113–118, 2024, doi: 10.30656/prosisko.v11i1.8171.
- [5] A. Priyambodo, P. Prihati, and K. Nurdianto, "Perancangan Sistem Informasi Wisata Kopeng Berbasis Web dengan Metode *Waterfall*," *J. Cakrawala Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–68, 2022, doi: 10.54066/jci.v2i1.176.
- [6] T. Clasen *et al.*, "Design and rationale of the HAPIN study: A multicountry randomized controlled trial to assess the effect of liquefied petroleum gas stove and continuous fuel distribution," *Environ. Health Perspect.*, vol. 128, no. 4, 2020, doi: 10.1289/EHP6407.
- [7] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Konfigurasi *Arduino IDE* Untuk *Monitoring* Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [8] K. Singh and D. Bura, "*Internet-of-Things (IoT)*: Distinct Algorithms for Sensor Connectivity with Comparative Study between *Node MCU* and *Arduino UNO*," *Nveo-Natural Volatiles Essent. Oils ...*, vol. 8, no. 4, pp. 4313–4324, 2021, [Online]. Available: <http://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/1024%0Ahttps://www.nveo.org/index.php/journal/article/download/1024/927>
- [9] M. M. Mardhalena and N. D. Nathasia, "Parking Sensor System Untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis *Arduino Uno Atmega328*," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 7, no. 4, pp. 1391–1400, 2022, doi: 10.29100/jupi.v7i4.3888.
- [10] A. Anggarani and T. Feri, "JURNAL RISET TEKNIK KOMPUTER RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN DAN PEMADAM *API* OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)*," *JURTIKOM*, vol. 1, no. 2, pp. 97–111, 2024.
- [11] B. H. Rambe *et al.*, "UML Modeling and Black Box Testing Methods in the School Payment Information System," *J. Mantik*, vol. 4, no. 3, pp. 1634–1640, 2020, [Online]. Available: <https://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik>