



Perancangan Sistem Deteksi dan Pengendalian Kebakaran Menggunakan Sensor Gas, Api, Asap, Arduino, dan Blynk

Muhammad Irfanil Hanif, Estu Sinduningrum*

Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta
Jl. Tanah Merdeka No.20, RT.11/RW.2, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta,
Indonesia

Email: ¹muhammadirfanilhanif@gmail.com, ^{2,*}estu.ningrum@uhamka.ac.id

Email Penulis Korespondensi: estu.ningrum@uhamka.ac.id

Submitted: 13/01/2025; Accepted: 23/01/2025; Published: 23/01/2025

Abstrak—Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dan pengendalian kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) dengan pemantauan dua mode (offline dan online) untuk memberikan solusi pencegahan dan penanganan dini kebakaran. Sistem mengintegrasikan multiple sensor (MQ-2, MQ-135, dan flame sensor) untuk mendeteksi gas mudah terbakar, asap, dan api, serta dilengkapi dengan aktuator berupa servo, kipas, pompa air, dan buzzer sebagai respons otomatis. Pemantauan dilakukan melalui LCD I2C untuk mode offline dan aplikasi Blynk untuk mode online. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan tahapan studi literatur, perancangan sistem, pengembangan prototipe, pengujian, analisis data, serta perbaikan dan optimalisasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi api hingga jarak 30 cm, gas dengan konsentrasi di atas 300 ppm, dan asap dengan konsentrasi di atas 200 ppm. Aktuator bekerja sesuai dengan pemrograman yang dirancang. Sistem ini berhasil mengintegrasikan deteksi dini, respons otomatis, dan pemantauan jarak jauh untuk memberikan solusi komprehensif dalam pencegahan dan penanganan kebakaran.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT); Deteksi Kebakaran; Arduino Uno; NodeMCU; Blynk; Sensor Gas; Flame Sensor; Sensor Asap

Abstract—This study develops an Internet of Things (IoT)-based fire detection and control system with two-mode monitoring (offline and online) to provide solutions for early fire prevention and handling. The system integrates multiple sensors (MQ-2, MQ-135, and flame sensor) to detect flammable gas, smoke, and fire, and is equipped with actuators in the form of servos, fans, water pumps, and buzzers as automatic responses. Monitoring is carried out via I2C LCD for offline mode and Blynk application for online mode. The research method uses an experimental approach with stages of literature study, system design, prototype development, testing, data analysis, and improvement and optimization. The test results show that the system is able to detect fire up to a distance of 30 cm, gas with a concentration above 300 ppm, and smoke with a concentration above 200 ppm. The actuators work according to the designed programming. This system successfully integrates early detection, automatic response, and remote monitoring to provide a comprehensive solution in fire prevention and handling.

Keywords: Internet of Things (IoT); Fire Detection; Arduino Uno; NodeMCU; Blynk; Gas Sensor; Flame Sensor; Smoke Sensor

1. PENDAHULUAN

Ancaman kebakaran terus menjadi perhatian serius mengingat potensinya yang dapat melahap harta benda dan membahayakan nyawa dalam waktu singkat. Di masa sekarang, kebakaran umumnya terjadi akibat kelalaian manusia (human error) yang menimbulkan dampak serius berupa kerugian material, terhentinya aktivitas usaha, gangguan pada sektor ekonomi dan pemerintahan, hingga potensi hilangnya nyawa manusia. Menurut penelitian Cahyadi dkk. (2022), data menunjukkan bahwa kejadian kebakaran pada bangunan pemukiman penduduk seringkali berakhir dengan kehancuran total karena penggunaan material bangunan yang mudah terbakar [1].

Sepanjang tahun 2023, tercatat 2.286 peristiwa kebakaran di DKI Jakarta menurut data Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan (Gulkarmat). Wilayah Jakarta Selatan, Barat, Utara, dan Pusat masing-masing mencatatkan 573, 484, 379, dan 256 kejadian. Dari total kejadian tersebut, kebakaran paling sering menimpa bangunan perumahan dengan 637 kasus, instalasi luar gedung 480 kasus, dan sisanya tersebar pada berbagai objek seperti sampah (267), tumbuhan (215), kendaraan (118), lapak (40), bangunan industri (32), serta objek lainnya (156 kasus). Fenomena kebakaran sering dipicu oleh api yang tidak terkendali, dengan berbagai pemicu seperti korsleting listrik, puntung rokok, kebocoran gas, serta faktor-faktor lainnya. Menurut Pratama (2022), dampak kebakaran sangat merugikan, tidak hanya berpotensi menimbulkan korban jiwa dan kehilangan properti, tetapi juga dapat mencemari lingkungan dan berisiko menyebar ke bangunan-bangunan di sekitarnya [2]. Pemerintah telah melakukan upaya pencegahan kebakaran melalui penyuluhan, pelatihan, dan penegakan peraturan. Namun, kebakaran masih sering terjadi karena kurangnya kesadaran dan persiapan masyarakat. Oleh karena itu, sistem penanggulangan kebakaran di tempat tinggal, perkantoran, dan tempat umum menjadi penting untuk meningkatkan perlindungan dan mengurangi risiko kebakaran.

Dengan hadirnya teknologi IoT, kini ada peluang untuk merancang sistem alarm kebakaran yang lebih cepat dan lebih efektif. Arduino merupakan salah satu teknologi mutakhir di bidang mikrokontroler yang banyak dimanfaatkan dalam proyek elektronik dan robotika. Fleksibilitas Arduino, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak, menjadikannya pilihan utama bagi banyak pengguna. Arduino adalah mikrokontroler single-



board bersifat open-source yang menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain. Keunggulannya meliputi adanya pustaka kode program (code library) yang kaya dan dukungan untuk berbagai modul tambahan, sehingga pemula pun dapat menggunakannya dengan mudah. Inilah yang menyebabkan Arduino begitu diminati oleh banyak kalangan [3]. Saat ini, platform Arduino sangat populer, sehingga informasi, panduan, hingga eksperimen kreatif mengenai penggunaannya dapat ditemukan dengan mudah di internet. Dengan Arduino, kolaborasi antara perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sederhana, murah, dan juga menyenangkan [4].

Sistem ini menggunakan sensor gas, api dan asap sebagai alat untuk mendeteksi masalah dan menggunakan aktuator sebagai penanganan dini saat terjadi masalah [5]. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan real-time berupa email dan bunyi buzzer kepada pihak terkait, sekaligus mampu melakukan tindakan awal dalam menghadapi kebakaran. Tindakan tersebut berupa penyemprotan air yang bertujuan memperlambat penyebaran api, sehingga kerugian yang ditimbulkan dapat diminimalkan [6]. Dengan demikian, teknologi tersebut diharapkan mampu mempercepat waktu tanggap dan mengurangi kerugian akibat kebakaran, meningkatkan keselamatan masyarakat dan lingkungan, dan juga dapat memberikan petugas pemadam kebakaran informasi dan cepat untuk menangani kejadian dengan lebih efektif.

Penelitian yang dibuat oleh H. Hutapea [7] membahas mengenai perancangan dan pembangunan sistem alarm kebakaran terintegrasi yang dapat dipasang dimana-mana dengan Arduino. Sistem ini memakai sensor gas dan juga sensor asap untuk mendeteksi potensi kebakaran dan mengaktifkan alarm saat tingkat gas berbahaya terdeteksi. Penelitian ini menyoroti penerapan solusi berbasis mikrokontroler dalam meningkatkan mekanisme keamanan kebakaran pada lingkungan rumah, dengan keunggulan dalam kemudahan integrasi dan komponen perangkat keras yang hemat biaya.

Penelitian yang dilakukan oleh H. Kurnia Safitri [8] menyajikan sebuah sistem pendeteksi kebakaran mengandalkan Internet of Things (IoT) yang dirancang khusus untuk bangunan rumah. Sistem ini memanfaatkan sensor yang terintegrasi dengan konektivitas internet untuk memberikan peringatan secara real-time ketika kebakaran terdeteksi. Dengan menggunakan platform cloud dan aplikasi mobile untuk pemantauan, pengguna dapat menerima notifikasi secara langsung, menjadikannya solusi yang sesuai untuk kebutuhan rumah modern. Penelitian ini juga mengkaji penggunaan pengendali berbasis Arduino guna meningkatkan efisiensi sistem keamanan dan keselamatan rumah.

Penelitian yang dilakukan oleh M. Amirul Akbar P [9] membahas pembuatan sistem alarm kebakaran mengandalkan Internet of Things (IoT) dengan kemampuan deteksi real-time. Sistem ini mengintegrasikan sensor gas, asap, dan suhu untuk memberikan notifikasi langsung saat kebakaran terdeteksi. Selain itu, melalui penggunaan manajemen data berbasis cloud, sistem ini memungkinkan pelacakan kejadian kebakaran secara terperinci dan memastikan respons yang lebih cepat. Penelitian ini memberikan wawasan tentang penerapan teknologi IoT dapat meningkatkan sistem alarm kebakaran tradisional dengan fitur laporan real-time serta pemantauan jarak jauh.

Penelitian yang dilakukan oleh M. Hafiz [10] berfokus pada sistem pendeteksi kebakaran yang menggabungkan penggunaan mikrokontroler dengan teknologi pemetaan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor deteksi kebakaran yang terintegrasi dengan peta berbasis lokasi melalui IoT, sehingga dapat memberikan peringatan yang disertai data GPS untuk menentukan lokasi kebakaran secara akurat. Hal ini memungkinkan peningkatan waktu respons serta langkah-langkah keamanan yang lebih efektif. Penelitian ini juga mengungkapkan potensi integrasi mikrokontroler dengan aplikasi mobile dalam meningkatkan kemampuan sistem deteksi kebakaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Uyock Anggoro Saputro [11] mengembangkan sistem deteksi kebakaran memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dengan menggunakan modul NodeMCU ESP8266, yang mendukung konektivitas internet dan integrasi dengan platform ThingSpeak. Sistem ini dirancang untuk mengirimkan peringatan kebakaran melalui platform tersebut, memungkinkan pemantauan secara real-time dan pemberitahuan jarak jauh. Keunggulan utama dari desain ini adalah kemampuannya untuk memberikan peringatan secara remote melalui platform cloud, sehingga meningkatkan efektivitas dalam menangani potensi kebakaran.

Penelitian yang dilakukan oleh M. Wahidin [12] mengimplementasikan sistem pendeteksi kebakaran menggunakan Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan NodeMCU dan aplikasi Telegram sebagai pengiriman notifikasi. Sistem ini dirancang khusus untuk pemantauan di lokasi tertentu, seperti ruang kantor, sehingga memungkinkan pengguna menerima peringatan kebakaran secara langsung melalui aplikasi Telegram. Penelitian ini mengkaji bagaimana penggabungan teknologi IoT, mikrokontroler, dan aplikasi pesan dapat menciptakan sistem pemantauan kebakaran yang efisien. Selain itu, sistem ini memberikan keuntungan berupa aksesibilitas yang tinggi, sehingga dapat diakses dari mana saja untuk meningkatkan keselamatan bangunan kantor.

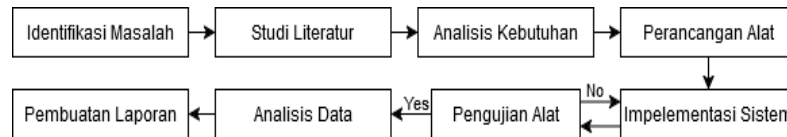
Penelitian ini bertujuan merancang sistem deteksi dini kebakaran dengan memanfaatkan sensor MQ-2, MQ-135, dan Flame sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU, dilengkapi aktuator otomatis (servo, kipas, pompa air, dan buzzer), serta pemantauan dual-mode melalui LCD I2C (offline) dan aplikasi Blynk (online). Penelitian ini menganalisis akurasi sensor, efektivitas aktuator, dan reliabilitas komunikasi data untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam pencegahan dini kebakaran. Manfaatnya meliputi kontribusi pada pengembangan sistem keamanan berbasis IoT, referensi penelitian deteksi kebakaran otomatis, pengayaan

kajian integrasi pemantauan offline dan online, pengurangan risiko kerusakan akibat kebakaran, dan solusi otomatis untuk penanganan awal kebakaran.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini mengaplikasikan metode eksperimental yang melibatkan pengujian dan penerapan teknologi yang telah dipilih (sensor dan perangkat seperti Arduino uno R3 dan Blynk). Pada tahap pengujian dan implementasi sistem menggunakan pendekatan prototyping untuk membangun dan menguji sistem yang diusulkan. Selain itu, penggunaan metode simulasi dan pengumpulan data juga diperlukan untuk mengevaluasi kinerja sistem deteksi kebakaran.



Gambar 1. Struktur Tahapan Penelitian

Pada Gambar 1 menjelaskan tahapan penelitian mulai dari proses perancangan sistem deteksi dan pengendalian kebakaran dimulai dengan identifikasi masalah, yaitu lambatnya deteksi kebakaran pada sistem konvensional yang berpotensi menimbulkan kerugian besar. Studi literatur dilakukan untuk memahami teknologi sensor gas, api, dan asap, serta penerapan mikrokontroler Arduino dan aplikasi Blynk dalam sistem IoT. Analisis kebutuhan mencakup identifikasi perangkat keras, seperti sensor dan modul Wi-Fi, serta perangkat lunak untuk logika pengolahan data dan pengendalian. Sistem dirancang dengan skema rangkaian dan logika pemrograman untuk deteksi dini, pengiriman notifikasi, dan pengendalian alat seperti alarm atau pompa. Setelah diimplementasikan, prototipe diuji menggunakan simulasi kebakaran untuk mengevaluasi keakuratan deteksi, kecepatan respons, dan efektivitas alat. Data dari pengujian dianalisis untuk memperbaiki dan meningkatkan performa sistem. Seluruh proses, hasil, dan analisis kemudian didokumentasikan secara sistematis dalam laporan penelitian.

2.2 Analisis Kebutuhan

Dalam pengembangan sistem deteksi kebakaran memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi dan merancang semua komponen yang diperlukan, baik dari aspek perangkat keras, perangkat lunak, maupun integrasi sistem. Analisis kebutuhan ini mencakup kebutuhan fungsional dan nonfungsional serta pertimbangan lainnya. Perangkat keras dan perangkat lunak yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Komponen Perangkat Keras (Hardware)

Komponen perangkat keras yang dibutuhkan untuk merealisasikan sistem ini dijelaskan di Tabel 1.

Tabel 1. Perangkat Keras (Hardware)

No	Nama	Jmlh	No	Nama	Jmlh
1	Arduino Uno tipe R3	1	7	Buzzer	1
2	NodeMCU	1	8	Relay	2
3	MQ-2 sensor	1	9	Fan (Kipas)	1
4	MQ-135 sensor	1	10	Servo	1
5	Flame sensor	1	11	DC Motor (Pompa air)	1
6	LCD I2C	1	12	Power Suplay	1

b. Perangkat Lunak (Software)

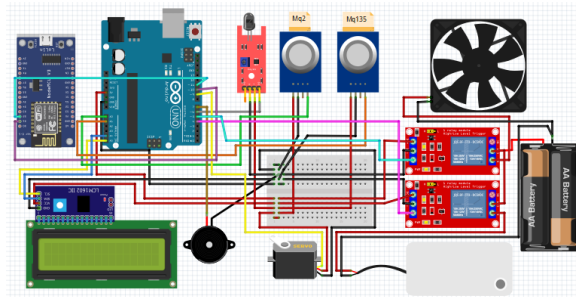
Sistem membutuhkan perangkat lunak yang mendukung pengolahan data sensor dan pengintegrasian dengan platform IoT. Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

1. Arduino IDE (Integrated Development Environment): Digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program yang akan kita masukkan ke dalam board Arduino [13])
2. Blynk: Menyediakan antarmuka pemantauan berbasis IoT, seperti grafik data, widget aktuator, dan notifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Berikut adalah gambaran dari skema rangkainya hardware pada penelitian ini.



Gambar 2. Skema Rangkaian Perangkat Keras (Hardware)

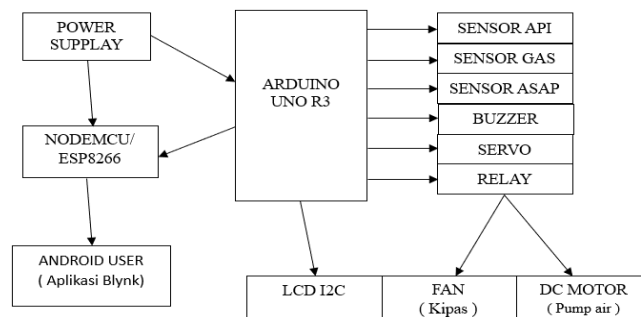
Pada Gambar 2, merupakan tahap dimana rancangan sistem yang telah dibuat direalisasikan menjadi sebuah prototipe yang berfungsi penuh. Pada skema rangkaian diatas dapat dilihat keseluruhan Arduino uno R3, NodeMCU, sensor – sensor, dan aktuator lainnya. Rangkaian ini dapat dilihat bahwa Arduino Uno R3 menjadi otak utama dari pengendalian sistem ini, sedangkan NodeMCU berperan sebagai modul WiFi yang menghubungkan Arduino Uno R3 ke aplikasi Blynk. Dalam rangkaian ini dapat terlihat sensor – sensor dan aktuator saling terhubung dengan Arduino Uno R3. Modul LCD I2C juga terhubung dengan Arduino Uno R3 sebagai alat monitoring lokal. Berikut adalah struktur alur kabel yang saling terhubung di Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Alur Kabel

No	Nama	Pin yang terhubung
1	Arduino Uno tipe R3	Power Supply 5V
2	NodeMCU	D1 (TX) ke D10 Arduino (RX) dan D2 (RX) ke D11 Arduino (TX), Power Supply
3	Sensor MQ-2	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, Pin Analog Out ke A0 Arduino
4	Sensor MQ-135	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, Pin Analog Out ke A1 Arduino
5	Flame Sensor	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, Pin Digital Out ke D6 Arduino
6	LCD I2C	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, SDA ke A4 Arduino, SCL ke A5 Arduino
7	Buzzer	Positif ke D7 Arduino, Negatif ke pin GND Arduino
8	Servo	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, IN ke D9 Arduino
9	Relay 1	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, IN ke D5 Arduino
10	Relay 2	VCC ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, IN ke D4 Arduino
11	FAN (Kipas)	Positif ke ON Realy 1, Negatif ke Power Supply 5V
12	DC Motor (Pompa air)	Positif ke ON Realy 2, Negatif ke Power Supply 5V

3.2 Diagram Blok Sistem Perangkat

Diagram blok sistem perangkat merupakan gambaran susunan dari perangkat yang akan dibangun, adapun susunan diagram blok dapat dilihat gambar berikut:



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Perangkat

- Power Supply:** Menyediakan daya untuk memastikan Arduino Uno R3, NodeMCU, sensor, dan aktuator berfungsi stabil.
- NodeMCU (ESP8266):** Merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (Internet of Things) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi, modul ini mirip dengan platform modul Arduino, namun dengan perbedaan utama, yaitu dirancang khusus untuk “Connected to Internet“ [14].
- Arduino Uno R3:** Berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem. Arduino menerima data dari sensor, memproses logika pemrograman yang telah ditanamkan, dan mengirim perintah ke aktuator [15].

- d. **Flame Sensor:** Sebuah komponen elektronik yang dirancang untuk mendeteksi titik api di sekitar area. Mikrokontroler Arduino dapat dimanfaatkan untuk membuat perangkat yang membantu aktivitas manusia, salah satunya adalah alat pendeteksi kebakaran [16].
- e. **Sensor MQ-2:** Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas pada LPG, karena sensor MQ2 sensitif terhadap gas alam dan LPG [17].
- f. **Sensor MQ-135:** Sensor ini adalah produk keluaran Parallax dengan kemampuan mendeteksi berbagai jenis gas seperti NH₃, NO_x, alkohol, benzene, asap, dan CO₂. Sensor ini sangat berguna untuk mendeteksi gas hasil pembakaran, termasuk yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar non-fosil yang mengeluarkan CO₂, serta pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan asap. Dengan demikian, MQ-135 mampu memantau kondisi gas di dalam ruangan akibat pembakaran, baik yang sempurna maupun tidak sempurna, yang menghasilkan gas CO₂ [18].
- g. **Aktuator:** Termasuk Buzzer (komponen elektronik yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara [19]), Servo (digunakan untuk membuka jendela atau ventilasi guna mengurangi gas berbahaya di ruangan), Relay (relay mengatur penghidupan dan pemadaman aktuator [20]).
- h. **Fan (Kipas):** Secara otomatis menetralkan dan membersihkan udara didalam ruangan secara cepat [21].
- i. **DC Motor (pompa air):** Mengaktifkan pompa air untuk menyemprotkan air ke area kebakaran, sebagai tindakan penanganan dini.
- j. **Android User:** Blynk yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna, aplikasi Blynk memungkinkan pengawasan jarak jauh alat pendeteksi kebakaran melalui smartphone. Kecepatan pengiriman data dari alat ini sangat bergantung pada kecepatan koneksi internet [22].
- k. **LCD I2C:** Menampilkan data yang diterima dari sensor gas MQ-2, dan lain-lain [23].

Gambar 3 merepresentasikan sistem pendeteksi kebakaran yang efisien, integratif, dan mudah dipantau oleh pengguna baik secara lokal (offline) maupun jarak jauh (online).

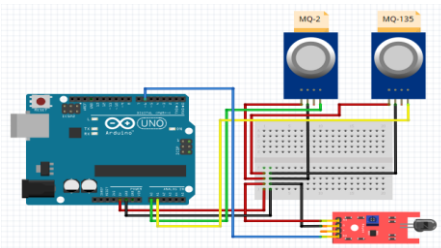
3.3 Implementasi Perangkat

Pada tahap ini dilakukan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi untuk membuat sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things. Implementasi perangkat ini mencakup instalasi, perakitan, konfigurasi, dan pengujian komponen utama yang digunakan dalam sistem.

3.3.1 Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat ini mencakup komponen utama seperti sensor, mikrokontroler, aktuator, dan modul komunikasi. Berikut adalah proses implementasi perangkat keras:

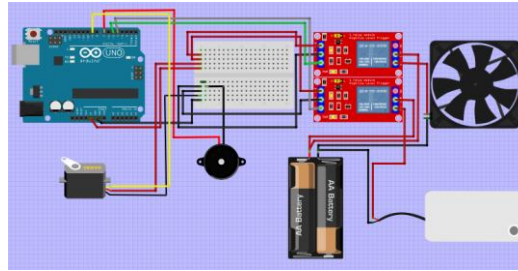
- a. **Komponen Utama:**
 1. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini ialah sensor MQ-2 (dalam rancangan ini MQ-2 hanya untuk deteksi gas yang mudah terbakar), sensor MQ-135 (dalam rancangan ini MQ-135 digunakan sebagai alat mendeteksi asap), dan Flame sensor (untuk deteksi keberadaan cahaya api)
 2. Aktuator yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DC Motor (untuk penyemprotan atau menyiram air ke area terdeteksi kebakaran), FAN (untuk meningkatkan ventilasi udara dan mengurangi konsentrasi asap dan gas berbahaya yang ada di dalam ruangan), Servo (untuk membuka jendela sebagai jalur ventilasi darurat dan mengurangi konsentrasi asap dan gas berbahaya yang ada di dalam ruangan), dan Buzzer sebagai alarm peringatan lokal.
 3. Mikrokontroler dalam penelitian ini yaitu Arduino Uno R3 (untuk mengontrol dan membaca data dari sensor) dan NodeMCU ESP8266 (sebagai modul komunikasi IoT yang terhubung dengan internet)
 4. Komponen Pendukung dalam penelitian ini yaitu Modul Relay (untuk mengontrol aktuator dengan kebutuhan daya tinggi seperti pompa air dan kipas), LCD I2C (untuk menampilkan status sensor secara langsung di perangkat lokal), dan Power Supply sebagai sumber daya untuk mengoperasikan sistem.
- b. **Proses Perakitan:**
 1. **Rangkaian Sensor:** Hubungkan pin output masing-masing sensor ke pin input digital Arduino Uno R3. Seperti Gambar 4.



Gambar 4. Sensor Terhubung Arduino

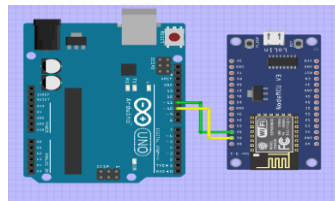
2. **Koneksi Aktuator:** Hubungkan pompa air dan kipas ke modul relay untuk dikontrol oleh Arduino, Sambungkan servo motor langsung ke pin Arduino, pasang buzzer pada pin output digital yang telah

diprogram untuk berbunyi saat kebakaran terdeteksi sebagai sinyal bahaya. Gambar 5 menggambarkan hubungan antar aktuator.



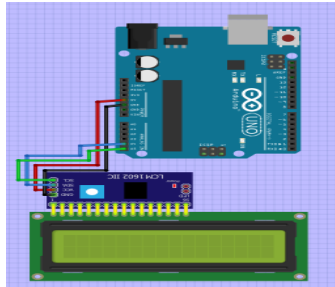
Gambar 5. Aktuator Terhubung Arduino

3. Modul Komunikasi: Sambungkan NodeMCU ESP8266 ke Arduino untuk memungkinkan pengiriman data ke aplikasi Blynk. Pada Gambar 6, Arduino menggunakan software serial untuk berkomunikasi dengan NodeMCU ESP8266 (Arduino Pin D10 dan D11 (sebagai RX dan TX), NodeMCU ESP8266 Pin D2 dan D1 (sebagai RX dan TX)) dan Pastikan koneksi dengan sumber daya memadai karena NodeMCU memerlukan suplai stabil.



Gambar 6. NodeMCU Terhubung Arduino

4. Display LCD: Pada Gambar 7, sambungkan LCD I2C ke pin SDA dan SCL pada Arduino untuk menampilkan informasi real-time.



Gambar 7. LCD I2C Terhubung Arduino

3.3.2 Implementasi Perangkat Lunak (Software)

Perangkat ini pada penelitian ini meliputi kode pemrograman sistem yang diunggah ke mikrokontroler. Implementasi dilakukan menggunakan Arduino IDE dan library tambahan untuk mendukung fungsionalitas perangkat keras.

a. Kode Pemrograman Arduino Uno R3:

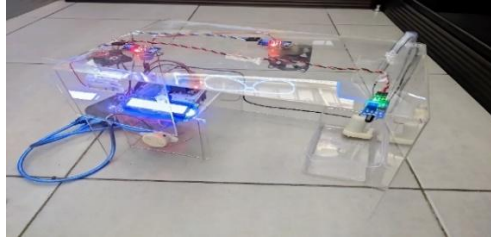
1. Pembacaan sensor (MQ-2, MQ-135, dan Flame sensor) yang digunakan untuk mendeteksi tingkat bahaya kebakaran dengan ambang batas masing-masing. MQ-2 (gas mudah terbakar) = 300 ppm, MQ-135 (asap) = 200 ppm, dan Flame sensor 1 (0 = api terdeteksi, 1 = tidak ada api).
2. Aktivasi aktuator sebagai logika pemrograman untuk menghidupkan DC Motor, FAN, buzzer, atau servo saat sensor mendeteksi indikasi bahaya dalam ruangan atau rumah.
3. Tampilan lokal untuk menampilkan status sensor pada LCD I2C, seperti nilai gas, deteksi api, dan indikator kebakaran.
4. Koneksi NodeMCU ke Blynk sebagai program koneksi WiFi menggunakan library BlynkSimpleESP8266 dan sebagai pengirim data sensor ke aplikasi Blynk secara real-time untuk monitoring dan kontrol jarak jauh.

b. Pengembangan Aplikasi Blynk:

1. Dashboard aplikasi menggunakan widget untuk memonitoring data sensor, penulis menggunakan Super Chart untuk menampilkan nilai gas atau api, Icon Buttom sebagai tampilan dari sensor api dengan bentuk api dan widget untuk memonitoring aktuator, penulis menggunakan Icon Buttom sebagai tampilan dari jendela (Servo), Kipas (FAN), dan pump air (DC Motor) dengan bentuk yang unik

3.4 Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini menggunakan replika rumah – rumahan yang sudah dirakit sesuai dengan apa yang diteliti. Dalam pengujian ini, peneliti menguji pada skala yang lebih kecil dan tempat yang terbatas . tampilan tergambar pada Gambar 8.



Gambar 8. Replika Rumah – Rumahan

Pada gambar diatas terlihat bahwa komponen sudah saling terhubung seperti sensor – sensor, aktuator, dan komponen pelengkap lainnya. Langkah selanjutnya setelah komponen menjadi satu adala pengujian sensor, pengujian aktuator, pengujian notifikasi dan monitoring

3.4.1 Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua sensor bekerja sesuai dengan fungsinya dalam mendeteksi kondisi kebakaran.

- a. Pengujian Sensor Api: Bertujuan untuk menguji kemampuan sensor dalam mendeteksi nyala api. Dengan metode: Sensor diarahkan ke sumber api kecil (misalnya korek api) pada jarak berbeda.

Tabel 3. Sensor Api

Jarak (cm)	Deteksi Api (Ya/Tidak)	Waktu Respons (detik)
1 – 10	Ya	1
10 – 20	Ya	1
20 – 30	Ya	1,5
30 – 40	Tidak	-

Pada Tabel 3, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor hanya bisa mendeteksi nyala api dari jarak maksimal 30cm. Lebih dari 30cm sensor sudah tidak bisa mendeteksi nyala api

- b. Pengujian Sensor Gas: Tujuannya adalah untuk mengukur kemampuan sensor dalam mendeteksi konsentrasi gas. Metode pengujian yang digunakan dengan sumber gas (LPG) dilepaskan di sekitar sensor dengan konsentrasi berbeda (ppm).

Tabel 4. Sensor Gas

Konsentrasi Gas (ppm)	Deteksi Gas (Ya/Tidak)	Waktu Respons (detik)
100	Tidak	-
200	Tidak	-
300	Ya	1,5
400	Ya	1,8

Pada Tabel 4, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor hanya bisa mendeteksi gas dengan konsentrasi udara (ppm) lebih dari 300 ppm saja, dibawah dari 300 ppm sensor tidak mendeteksi gas.

- c. Pengujian Sensor Asap: Bertujuan untuk menguji deteksi asap dari sumber pembakaran (misalnya kertas terbakar). Metode yang digunakan dengan memberi asap di sekitar sensor, dan respon sensor diukur.

Tabel 5. Sensor Asap

Konsentrasi Asap (ppm)	Deteksi Asap (Ya/Tidak)	Waktu Respons (detik)
100	Tidak	-
200	Ya	1
300	Ya	1,3

Pada Tabel 5, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor hanya bisa mendeteksi asap dengan konsentrasi udara (ppm) lebih dari 200 ppm saja.

3.4.2 Pengujian Aktuator

- a. Buzzer: Memastikan buzzer menghasilkan bunyi peringatan saat ada indikasi kebakaran. Hasilnya buzzer berbunyi setiap kali sensor mendeteksi kebakaran (api, asap, atau gas).Kesimpulannya aktuator buzzer berfungsi dengan baik.

- b. Servo: Menguji pergerakan servo untuk membuka jendela rumah. Hasil: Servo bergerak sesuai arah pemrograman (180°) setelah gas atau asap terdeteksi. Kesimpulannya servo responsif dan bekerja sesuai kebutuhan dari sisem.
- c. FAN (Kipas): Mengaktifkan kipas saat gas ata asap terdeteksi. Hasil: Kipas menyala dengan stabil dan mengurangi konsentrasi gas atau asap di ruangan. Kesimpulannya kipas berfungsi optimal.
- d. DC Motor (Pompa air): Menguji semprotan air ketika sistem mendeteksi api. Hasil: Pompa menyemprotkan air setelah sensor api mendeteksi api . Kesimpulannya pompa bekerja baik dalam memadamkan api kecil.

3.4.3 Pengujian Notifikasi dan Monitoring Blynk

Aplikasi Blynk dengan tujuan untuk menguji kemampuan sistem untuk mengirimkan notifikasi real-time dan memonitor kondisi melalui smartphone. Metode yang digunakan adalah dengan sistem diuji dengan memicu kebakaran buatan (api ,gas, atau asap) dan mengukur waktu notifikasi sampai diterima di aplikasi

Tabel 6. Notifikasi dan Monitoring

Jenis Terdeteksi	Waktu Deteksi (detik)	Notifikasi Diterima (detik)	Informasi Terkirim
Api	0,5 - 1	03-May	Api terdeteksi!!!
Gas	0,5 - 1,5	03-May	Gas terdeteksi!!! Nilai:ppm
Asap	0,5 - 1	03-May	Asap terdeteksi!!! Nilai:ppm

Pada Tabel 6, pengiriman notifikasi terjadi keterlambatan atau delay sekitar 3 sampai 5 detik. Contoh dari notifikasi aplikasi Blynk pada gambar 9.



Gambar 9. Notifikasi Aplikasi Blynk

3.4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

- a. Simulasi kondisi kebakaran bertujuan untuk menguji sistem secara menyeluruh untuk memastikan semua komponen berfungsi dalam situasi kebakaran dengan baik dan tidak terjadi kendala, metode yang digunakan dengan kebakaran buatan yang dibuat dengan api kecil, asap, dan gas secara bergantian. Hasil dari rancangan ini adalah sistem mendeteksi sumber kebakaran dengan baik, alarm berbunyi, aktuator aktif, dan notifikasi terkirim, aplikasi Blynk memperlihatkan status sensor secara real-time.
- b. Uji stabilitas, dimana sistem diaktifkan selama beberapa waktu dengan terhubung wifi untuk menguji kestabilan kerja. Hasilnya sistem tetap stabil dan dapat mendeteksi perubahan lingkungan tanpa kendala.

3.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem deteksi dan pengendalian kebakaran menunjukkan kinerja yang cukup memuaskan dengan beberapa catatan penting. Dalam aspek sensor, sistem dapat mendeteksi api hingga jarak 30cm, mendeteksi gas pada ambang batas 300 ppm, serta asap pada ambang batas 200 ppm, dengan respons waktu antara 1-1,5 detik. Aktuator bekerja dengan baik, di mana kipas dan servo efektif mengurangi konsentrasi gas dan asap, pompa air merespons dengan cepat untuk memadamkan api berskala kecil, serta buzzer berfungsi secara konsisten sebagai sistem peringatan. Integrasi antara Arduino Uno R3 dan NodeMCU berlangsung tanpa hambatan dalam mengirimkan data ke platform Blynk, meskipun terdapat jeda 3-5 detik saat mengirimkan notifikasi. Walaupun memiliki beberapa kekurangan, seperti jangkauan sensor api yang terbatas dan ketergantungan pada koneksi internet untuk pemantauan jarak jauh, sistem ini menyediakan dua metode pemantauan, yaitu melalui LCD I2C (offline) dan aplikasi Blynk (online), yang saling melengkapi. Sistem ini memiliki peluang untuk dikembangkan lebih jauh, termasuk menambah sensor dengan jangkauan lebih luas, menyediakan daya cadangan, dan mengintegrasikan dengan sistem rumah pintar. Secara aplikatif, sistem ini sesuai untuk rumah tinggal dan kantor kecil dengan biaya yang cukup terjangkau, sehingga berpotensi diadopsi secara luas oleh masyarakat.

4. KESIMPULAN

Dalam perancangan sistem deteksi dan pengendalian kebakaran ini, sistem deteksi kebakaran yang dirancang menggunakan multiple sensor (MQ-2, MQ-135, dan Flame sensor) yang telah menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi gas mudah terbakar, api, dan asap. Hal ini menurunkan risiko dengan memastikan bahwa risiko kebakaran dapat diidentifikasi sejak dini. Sistem ini telah menggunakan metode respons otomatis dengan menyalakan aktuator termasuk kipas, pompa air, buzzer, dan servo. Tindakan respons kebakaran awal seperti membuka ventilasi atau jendela, menyalakan kipas untuk membuang gas atau asap pada ruangan, menyiramkan



air, atau membunyikan alarm peringatan dapat dilakukan dengan mengaktifkan aktuator. Menggabungkan Pemantauan online dan offline Dengan menggunakan smartphone dan sistem pemantauan berbasis IoT dengan NodeMCU yang terhubung ke aplikasi Blynk, pengguna dapat memantau kondisi kebakaran jarak jauh (Online) . Selain itu, pengguna dapat memeriksa status sistem secara lokal (Offline) tanpa memerlukan koneksi internet berkat tampilan data pada LCD I2C. Dengan adanya sistem pendeteksi kebakaran ini, diharapkan bermanfaat bagi masyarakat untuk meminimalisir risiko kebakaran melalui deteksi dan penanganan dini. Hal ini berpotensi mengurangi kerugian material maupun korban jiwa sekaligus meningkatkan keselamatan pengguna di rumah, kantor, atau fasilitas lainnya. Penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti peningkatan efisiensi energi, penambahan fitur integrasi dengan perangkat rumah pintar lainnya, atau perluasan cakupan aplikasi pada skala industri dan fasilitas umum. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar untuk implementasi nyata dari sistem deteksi kebakaran yang lebih efisien, akurat, dan dapat diandalkan untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman.

REFERENCES

- [1] H. D. Cahyadi, Y. Mirza, and E. Laila, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Flame Sensor dan Sensor Asap Berbasis Arduino," *J. Lap. Akhir Tek. ...*, vol. 2, no. 1, pp. 60–69, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/JLATAK/article/view/6193%0Ahttps://jurnal.polsri.ac.id/index.php/JLATAK/article/download/6193/2276>
- [2] Pratama, "Rancang Bangun Alat Peringatan Kebakaran Dengan Sensor Suhu dan Asap Menggunakan Arduino," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [3] Saramuddin, "Cara Mudah Kuasai Mikrokontroler Arduino Teori Dan Praktek," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 3, no. 1, pp. 10–27, 2018, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [4] R. Inggi and J. Pangala, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino," *Simkom*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2021, doi: 10.51717/simkom.v6i1.51.
- [5] D. Zidifaldi, A. Abdullah, K. Sari, and I. Fakhruzi, "Pemanfaatan iot sebagai sistem deteksi dini kebakaran dengan sensor api dan sensor suhu berbasis arduino," *J. Digit. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, p. 66, 2022, doi: 10.32502/digital.v5i2.4338.
- [6] D. Indra, E. I. Alwi, and M. Al Mubarak, "Prototipe Sistem Kontrol Pemadam Kebakaran Pada Rumah Berbasis Arduino Uno dan ESP8266," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.34010/komputika.v11i1.4801.
- [7] H. HUTAPEA and Y. R. SETIAWAN, "Rancang Bangun Sistem Alarm Kebakaran Terintegrasi Berbasis Arduino," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 12–19, 2021, doi: 10.52447/jkte.v6i1.5195.
- [8] H. Kurnia Safitri, D. Dewatama, A. Pracoyo, and R. Agung Wicaksono, "Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah Menggunakan IoT(Internet of Things)," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 294–299, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v9i3.4287.
- [9] M. A. A. P, S. Nanra, and J. Jn, "Perancangan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis IoT Untuk Mendeteksi Kebakaran Secara Real-Time," vol. 14, no. 3, pp. 21–30, 2024.
- [10] M. Hafiz and O. Candra, "Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, p. 53, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.111420.
- [11] U. A. Saputro and A. Tislam, "Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak," *J. Infomedia*, vol. 7, no. 1, p. 24, 2022, doi: 10.30811/jim.v7i1.2958.
- [12] M Wahidin, A. Elanda, and S. S. Lie, "Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT dan Telegram Menggunakan Nodemcu Pada Kantor Notaris Leodi Chanda Hidayat, S.H., M.Kn," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 16, no. 2, pp. 1–8, 2021, doi: 10.35969/interkom.v16i2.104.
- [13] M. S. Ummah, "Pengantar Mikroprosesor dan Mikrokontroler," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [14] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, and Erma Sova, "Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.
- [15] R. Arrahman, "Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3," *J. Portal Data*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- [16] D. A. Nugraha and B. Satria, "Prototipe Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Flame dan MQ-2 Berbasis Arduino Uno," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 11, no. 3, pp. 936–944, 2022, doi: 10.33022/ijcs.v11i3.3102.
- [17] F. Ferdiansyah, R. Suhradi Rahmat, J. Education Park, J. Ki Hajar Dewantara, and N. Cikarang, "Alat Pendeteksi Kebakaran dan Pemadam Api Otomatis Menggunakan Kontrol Arduino," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 7, no. 2, pp. 77–89, 2022.
- [18] E. B. Sambani, D. Rohpandi, and F. A. Fauzi, "Sistem Monitoring Alat Pendeteksi Asap Rokok Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Mq-135 Dan Telegram," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sist. Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 10, no. 1, pp. 53–61, 2021, doi: 10.36774/jusiti.v10i1.820.
- [19] Y. Darnita, A. Discrise, and R. Toyib, "Prototype Alat Pendeksi Kebakaran Menggunakan Arduino," *J. Inform. Upgris*, vol. 7, no. 1, pp. 3–7, 2021, doi: 10.26877/jiu.v7i1.7094.
- [20] D. Kusumayani and Cucu Suhery, "Simulasi Internet of Things (Iot) Pada Budi Daya Jamur Tiram," *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 6, no. 2, pp. 170–180, 2023, doi: 10.36595/jire.v6i2.966.
- [21] W. A. Septryanti, A., Sari, L. I., & Probonegoro, "Pendeteksi Kadar Gas Karbon Monoksida Pada Ruangan Berbasis Arduino ATMEga 328," *J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Informasii*, vol. 12, no. 1, pp. 243–253, 2023.



- [22] T. H. Siregar, S. P. Sutisna, G. E. Pramono, and M. M. Ibrahim, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Iot Menggunakan Arduino,” *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, p. 59, 2021, doi: 10.32832/ame.v7i2.5063.
- [23] E. D. Madyatmadja, L. Kusumawati, S. P. Jamil, W. Kusumawardhana, S. Informasi, and U. B. Nusantara, “Infotech: journal of technology information,” *Raden Ario Damar*, vol. 7, no. 1, pp. 55–62, 2021.