

# Pengembangan Rancang Bangun Detektor Kebakaran Sprinkler Air Berbasis *Internet of things* (IOT) Dengan Menggunakan Sensor Multi Deteksi

Ahmad Al Qodri<sup>1</sup>, Al-Khowarizmi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: [ahmadqodri376@gmail.com](mailto:ahmadqodri376@gmail.com)<sup>1</sup>, [alkhowarizmi@umsu.ac.id](mailto:alkhowarizmi@umsu.ac.id)<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi dan dapat menimbulkan kerugian besar baik dari segi material maupun keselamatan manusia. Keterlambatan dalam mendeteksi kebakaran menjadi salah satu faktor utama yang memperbesar dampak yang ditimbulkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem detektor kebakaran sprinkler air berbasis *Internet of things* (IOT) menggunakan NodeMCU ESP32 dengan sensor multi deteksi yang terdiri dari sensor gas MQ135, sensor asap MQ2, flame sensor, dan sensor suhu DS18B20. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi, serta pengujian sistem. Sistem dirancang untuk mendeteksi indikasi kebakaran berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan, kemudian secara otomatis mengaktifkan buzzer dan pompa air yang terhubung dengan sprinkler. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur monitoring berbasis Arduino IoT Cloud sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time melalui smartphone maupun website. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi asap, gas, suhu, dan nyala api dengan baik serta memberikan respons otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi. Sistem juga berhasil menampilkan data sensor secara real-time pada LCD dan dashboard monitoring. Dengan demikian, sistem detektor kebakaran berbasis IoT ini dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan keamanan dan keselamatan terhadap risiko kebakaran, khususnya pada lingkungan tertutup seperti rumah dan perkantoran.

Kata kunci: *Internet of things*, Detektor Kebakaran, ESP32, Sensor Multi Deteksi, Sprinkler Air.

## ABSTRACT

Fire is one of the most common disasters that can cause significant losses in terms of property and human safety. Delays in fire detection are one of the main factors that increase the severity of fire impacts. This study aims to design and develop an *Internet of things* (IOT)-based water sprinkler fire detection system using NodeMCU ESP32 with multi-detection sensors consisting of MQ135 gas sensor, MQ2 smoke sensor, flame sensor, and DS18B20 temperature sensor. The research method includes data collection, system requirement analysis, hardware and software design, implementation, and system testing. The system is designed to detect fire indications based on predetermined threshold values, then automatically activate a buzzer and a water pump connected to the sprinkler system. In addition, the system is integrated with Arduino IoT Cloud, allowing users to monitor environmental conditions in real-time through smartphones and websites. The results show that the system is capable of detecting smoke, gas, temperature, and flames effectively while providing automatic responses according to the detected conditions. The system also successfully displays sensor data in real-time through an LCD and monitoring dashboard. Therefore, this IoT-based fire detection system can serve as an alternative solution to improve safety and reduce fire risks, especially in indoor environments such as homes and offices.

Keywords: *Internet of things*, Fire Detector, ESP32, Multi-Detection Sensor, Water Sprinkler.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of things* (IOT) telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai bidang, termasuk sistem keamanan dan keselamatan bangunan. Menurut (Suhendi & Saputro, 2021), *Internet of things* adalah jaringan raksasa dari perangkat yang saling terhubung yang mengumpulkan dan membagikan data tentang bagaimana suatu perangkat tersebut digunakan dan lingkungan dimana perangkat tersebut dioperasikan. Menurut (Kale et al., 2025) *Internet of Things* (IOT) merupakan konsep komunikasi antar perangkat yang memungkinkan objek fisik saling bertukar data melalui jaringan internet tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Selain itu, (Alzubi et al., 2022) menyatakan bahwa IoT memiliki kemampuan untuk meningkatkan efisiensi monitoring dan otomatisasi pada berbagai bidang, termasuk sistem keamanan dan keselamatan bangunan.

IoT merupakan konsep yang memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data dan monitoring secara real-time. Menurut (Fitriyan et al., 2024), teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi sistem monitoring karena dapat melakukan pengiriman data secara otomatis melalui sensor dan jaringan internet. Selain itu, IoT juga banyak diterapkan pada sistem keamanan karena memiliki kemampuan pengendalian dan pemantauan jarak jauh secara real-time. Teknologi cloud computing juga mendukung perkembangan sistem IoT karena mampu menyediakan penyimpanan data dan monitoring secara online dengan akses yang lebih fleksibel. Menurut (Ji et al., 2025), cloud computing memungkinkan data sistem dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui koneksi internet sehingga meningkatkan efisiensi pengawasan perangkat.

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNBP, 2024), kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi dan dapat menyebabkan kerugian material maupun korban jiwa. Keterlambatan dalam mendeteksi kebakaran menjadi salah satu faktor utama yang memperbesar dampak yang ditimbulkan. Menurut (Goswami & Singh, 2022), detektor kebakaran berfungsi untuk mendeteksi tanda awal kebakaran seperti asap, panas, api, dan gas berbahaya sehingga dapat memberikan peringatan dini sebelum api menyebar lebih luas. Sistem deteksi dini sangat penting untuk meminimalkan risiko kerusakan dan mempercepat proses penanganan kebakaran. Sistem sprinkler otomatis merupakan salah satu bentuk proteksi aktif kebakaran yang dirancang untuk melakukan pemadaman dini secara otomatis ketika terdeteksi adanya peningkatan suhu akibat kebakaran. Menurut National Fire Protection Association (NFPA, 2021), penggunaan sistem sprinkler otomatis terbukti mampu mengurangi risiko penyebaran api serta meminimalkan kerusakan bangunan dan korban jiwa akibat kebakaran.

Di sisi lain, Menurut (Setiawan & Warohma, 2026), sistem pendeteksi kebakaran konvensional umumnya masih mengandalkan alarm lokal dan penggunaan sensor terbatas sehingga proses deteksi kebakaran belum optimal. Selain

itu, (Arif, 2023) menyatakan bahwa sistem deteksi kebakaran tradisional umumnya hanya menggunakan satu parameter pendeteksian sehingga diperlukan integrasi teknologi IoT dan multi sensor untuk meningkatkan akurasi serta kecepatan respon sistem. Kondisi tersebut menyebabkan tingkat akurasi pendeteksian menjadi kurang optimal karena setiap sensor memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kondisi tertentu. Selain itu, sebagian besar sistem belum terintegrasi dengan jaringan internet sehingga monitoring kondisi ruangan tidak dapat dilakukan secara real-time dari jarak jauh. Menurut (Lesmidayarti et al., 2025), penggunaan sensor tunggal pada sistem pendeteksi kebakaran memiliki tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan penggunaan multi sensor karena setiap sensor hanya mampu mendeteksi parameter tertentu saja. Oleh sebab itu, diperlukan kombinasi beberapa sensor agar proses pendeteksian kebakaran menjadi lebih optimal.

Penggunaan sensor multi deteksi pada sistem keamanan kebakaran dapat meningkatkan tingkat keakuratan pendeteksian. Menurut (Nuryadin et al., 2024), integrasi sensor api, sensor asap, dan sensor suhu pada sistem deteksi kebakaran berbasis IoT mampu meningkatkan kecepatan respon sistem dalam mendeteksi indikasi kebakaran pada tahap awal sehingga proses penanganan dapat dilakukan lebih cepat. Sensor gas digunakan untuk mendeteksi kandungan gas berbahaya, sensor asap untuk mendeteksi kepulan asap, sensor api untuk mendeteksi nyala api, sedangkan sensor suhu digunakan untuk mendeteksi peningkatan temperatur ruangan. Menurut (Zein & Basri, 2025), kombinasi beberapa sensor dalam sistem IoT mampu menghasilkan monitoring yang lebih efektif karena data yang diperoleh menjadi lebih lengkap dan akurat. Sensor MQ-series banyak digunakan dalam sistem keamanan berbasis IoT karena memiliki sensitivitas yang cukup baik terhadap perubahan kadar gas dan asap di lingkungan. (Sumaedi, 2024) menjelaskan bahwa sensor MQ mampu mendeteksi berbagai jenis gas dengan respon yang cepat dan stabil.

Perkembangan teknologi mikrokontroler juga mendukung implementasi sistem keamanan berbasis IoT. (Pratama & Kiswantono, 2022) menyatakan bahwa salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah NodeMCU ESP32 karena memiliki fitur WiFi terintegrasi dan kemampuan pemrosesan data yang cukup baik untuk kebutuhan monitoring dan kontrol otomatis. Selain itu, penggunaan Arduino IoT Cloud memungkinkan pengguna melakukan pemantauan kondisi perangkat melalui smartphone secara real-time. Menurut (Mohammed et al., 2022), Arduino IoT Cloud dapat digunakan sebagai media monitoring berbasis cloud yang mampu menampilkan data sensor secara langsung dan mempermudah pengendalian perangkat elektronik dari jarak jauh. Selain itu, ESP32 juga memiliki keunggulan dalam hal konsumsi daya yang rendah serta kemampuan konektivitas WiFi yang stabil untuk kebutuhan sistem monitoring berbasis Internet of Things. Menurut (Irmayani et al., 2025), penggunaan ESP32 sangat cocok diterapkan pada sistem monitoring real-time karena memiliki performa pemrosesan data yang cukup baik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem detektor kebakaran sprinkler air berbasis *Internet of things* (IOT) menggunakan NodeMCU ESP32 dan sensor multi deteksi berupa sensor gas MQ135, sensor asap MQ2, sensor api (flame sensor), dan sensor suhu DS18B20. Sistem dirancang untuk mendeteksi indikasi kebakaran berdasarkan nilai ambang batas tertentu, kemudian memberikan respons otomatis berupa aktivasi buzzer dan pompa air sprinkler. Selain itu, sistem juga dilengkapi fitur monitoring berbasis Arduino IoT Cloud sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time melalui smartphone.

Dengan adanya kombinasi teknologi IoT, sensor multi deteksi, dan sistem sprinkler otomatis, diharapkan penelitian ini mampu menghasilkan sistem deteksi kebakaran yang lebih cepat, akurat, dan responsif dibandingkan sistem konvensional. Sistem ini juga diharapkan dapat membantu meminimalkan risiko kerugian akibat kebakaran, khususnya pada lingkungan tertutup seperti rumah, kantor, maupun ruang penyimpanan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pengembangan sistem berbasis *Internet of things* (IOT) untuk membangun sistem detektor kebakaran sprinkler air menggunakan sensor multi deteksi. Sistem dirancang menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor MQ135, sensor MQ2, flame sensor, sensor suhu DS18B20, relay, buzzer, LCD 16x2 + I2C, pompa air, dan sprinkler air. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data melalui studi literatur dan observasi terhadap sistem deteksi kebakaran berbasis IoT. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam sistem. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE sebagai media pemrograman dan Arduino IoT Cloud sebagai media monitoring secara real-time.

Perancangan sistem dilakukan dengan menghubungkan seluruh sensor dan aktuator ke NodeMCU ESP32 sesuai fungsi masing-masing komponen. Sensor MQ135 digunakan untuk mendeteksi gas, sensor MQ2 untuk mendeteksi asap, flame sensor untuk mendeteksi api, dan sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu lingkungan. Program dirancang menggunakan bahasa C++ untuk membaca data sensor, mengaktifkan buzzer dan sprinkler secara otomatis, serta mengirimkan data ke Arduino IoT Cloud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

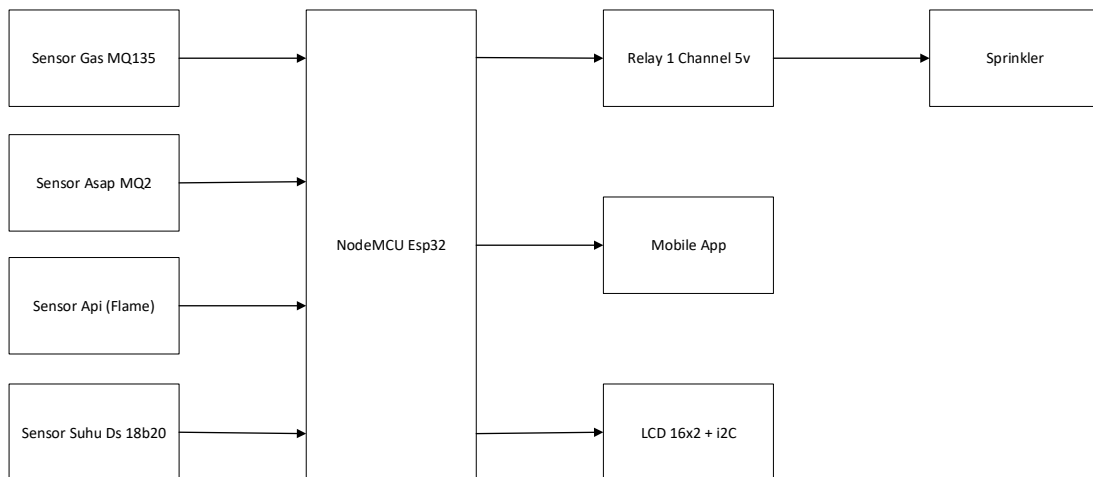
### Perancangan Sistem

Integrasi teknologi Internet of Things dengan sistem keamanan bangunan memberikan kemudahan dalam proses monitoring dan pengendalian perangkat secara jarak jauh. Menurut (Ghosh et al., 2020), penerapan IoT pada sistem keamanan mampu meningkatkan efektivitas pengawasan karena seluruh perangkat dapat saling terhubung melalui jaringan internet. Penelitian ini dirancang dan dibangun sebuah

sistem detektor kebakaran sprinkler air berbasis *Internet of things* (IOT) menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali utama sistem. Sistem ini dirancang untuk mampu mendeteksi potensi kebakaran secara dini dengan memanfaatkan kombinasi beberapa sensor, yaitu sensor gas MQ135, sensor asap MQ2, sensor api (flame sensor), dan sensor suhu DS18B20. Penggunaan beberapa sensor dilakukan untuk meningkatkan tingkat akurasi pendeteksian sehingga sistem tidak hanya bergantung pada satu indikator kebakaran saja.

*Internet of things* (IOT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis. Menurut (Safura et al., 2023), teknologi IoT mampu membantu proses monitoring dan pengendalian perangkat secara real-time melalui koneksi internet. Pada penelitian ini, penerapan IoT digunakan untuk monitoring kondisi sensor kebakaran secara langsung melalui smartphone menggunakan Arduino IoT Cloud. Implementasi monitoring berbasis cloud memungkinkan pengguna memperoleh informasi kondisi sistem secara real-time melalui perangkat mobile maupun website. (Gankotiya et al., 2023) menyatakan bahwa integrasi cloud computing pada sistem IoT mampu meningkatkan efisiensi monitoring data sensor secara online.

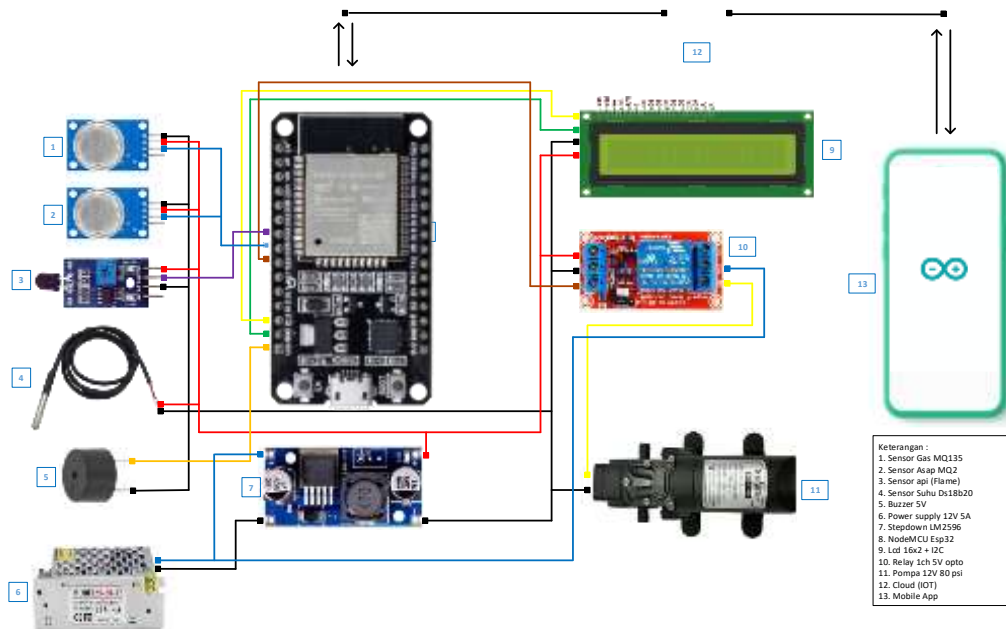
Sistem bekerja dengan cara membaca data dari masing-masing sensor secara terus menerus. Ketika salah satu sensor mendeteksi adanya indikasi kebakaran berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan, NodeMCU ESP32 akan memproses data tersebut dan memberikan respon berupa aktivasi buzzer sebagai alarm peringatan. Penggunaan buzzer sebagai alarm peringatan dini dinilai efektif dalam memberikan notifikasi cepat kepada pengguna ketika sistem mendeteksi kondisi darurat kebakaran. Menurut (Lee, 2021), alarm berbasis buzzer mampu meningkatkan respon pengguna terhadap potensi bahaya kebakaran. Apabila kondisi kebakaran semakin tinggi, maka relay akan aktif dan menyalakan pompa air yang terhubung dengan sprinkler untuk melakukan pemadaman otomatis. Relay digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dan pompa air agar perangkat dengan tegangan lebih tinggi dapat dikendalikan secara aman oleh NodeMCU ESP32. (Putra et al., 2023) menyatakan bahwa relay sangat efektif digunakan pada sistem otomasi berbasis mikrokontroler. Selain itu, seluruh data hasil pembacaan sensor juga dikirimkan ke Arduino IoT Cloud sehingga pengguna dapat melakukan monitoring kondisi ruangan secara real-time menggunakan smartphone maupun website monitoring.



**Gambar 1 Diagram Blok**

Gambar diatas menunjukkan diagram blok sistem detektor kebakaran berbasis *Internet of things* (IOT) yang dirancang pada penelitian ini. Pada diagram tersebut dapat dilihat bahwa NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali utama yang menerima input dari beberapa sensor, yaitu sensor gas MQ135, sensor asap MQ2, sensor api (flame sensor), dan sensor suhu DS18B20. Seluruh data sensor diproses oleh NodeMCU ESP32 untuk menentukan kondisi ruangan dalam status aman, waspada, atau bahaya.

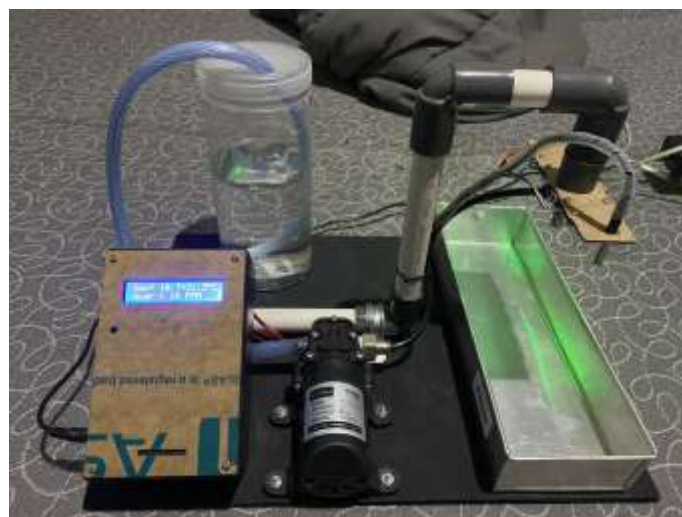
Apabila sensor mendeteksi adanya indikasi kebakaran seperti munculnya asap, gas, api, atau peningkatan suhu melebihi batas yang telah ditentukan, maka NodeMCU ESP32 akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan. Selain itu, relay juga akan aktif untuk menyalakan pompa air sprinkler secara otomatis sebagai upaya pemadaman dini. Data hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan ke Arduino IoT Cloud melalui koneksi internet sehingga pengguna dapat melakukan monitoring kondisi ruangan secara real-time menggunakan smartphone maupun website monitoring. Sistem ini dirancang agar mampu bekerja secara otomatis tanpa campur tangan pengguna sehingga dapat mempercepat penanganan kebakaran sejak tahap awal.



**Gambar 2 Rangkaian Komponen Circuit**

Gambar di atas menunjukkan rangkaian komponen circuit dari sistem detektor kebakaran berbasis IoT yang digunakan dalam penelitian ini. Pada rangkaian tersebut seluruh sensor dihubungkan ke pin input NodeMCU ESP32 untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor. Sensor MQ135 dan MQ2 digunakan untuk mendeteksi gas dan asap, flame sensor digunakan untuk mendeteksi nyala api, sedangkan sensor DS18B20 digunakan untuk membaca suhu ruangan secara real-time.

Relay dihubungkan ke pin output NodeMCU ESP32 dan berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengaktifkan pompa air sprinkler. Selain itu, LCD 16x2 digunakan sebagai media tampilan untuk menampilkan nilai sensor dan status sistem secara langsung. Rangkaian ini dirancang menggunakan sumber tegangan dari power supply 12V yang kemudian distabilkan menggunakan stepdown LM2596 agar tegangan yang masuk ke NodeMCU ESP32 dan sensor tetap aman dan stabil.



**Gambar 3 Prototype Alat**

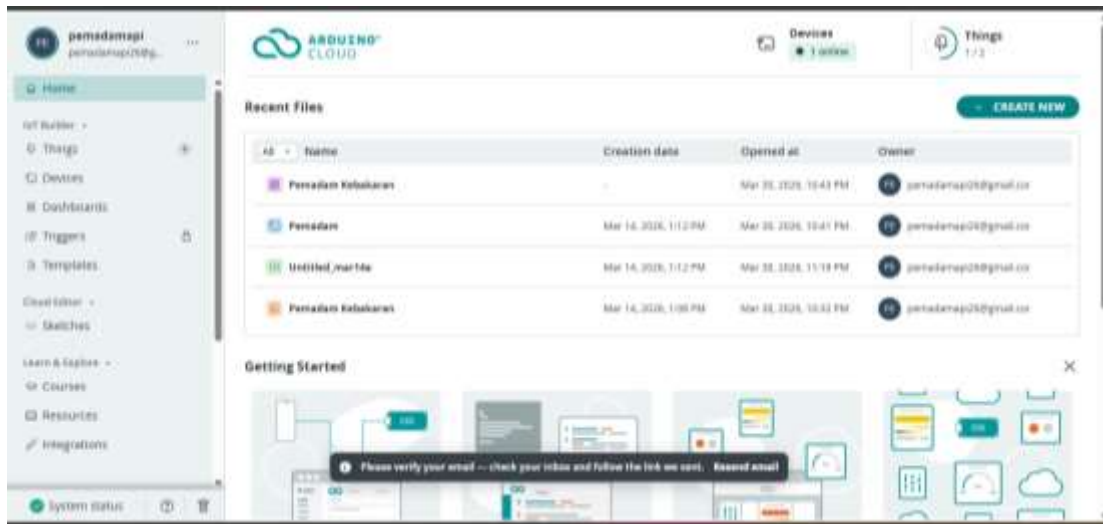
Berdasarkan hasil rancangan alat yang ditunjukkan pada gambar di atas, sistem detektor kebakaran *sprinkler* air berbasis *Internet of things* (IOT) telah berhasil direalisasikan dalam bentuk prototype yang terintegrasi. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung dan bekerja secara sistematis dalam mendeteksi serta menangani potensi kebakaran. Pada bagian kiri terdapat box kontrol yang berisi mikrokontroler NodeMCU ESP32, rangkaian sensor, serta modul pendukung lainnya. Pada bagian ini juga terpasang LCD 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan informasi kondisi lingkungan secara real-time, seperti nilai gas, asap, dan suhu yang terdeteksi oleh sensor.

Di bagian tengah terdapat pompa air (*water pump*) yang berfungsi untuk mengalirkan air dari wadah menuju sistem *sprinkler*. Pompa ini dikendalikan oleh *relay* yang diaktifkan secara otomatis ketika sistem mendeteksi kondisi kebakaran berdasarkan nilai ambang batas sensor. Pada bagian atas kiri terlihat wadah air yang digunakan sebagai sumber air utama. Wadah ini terhubung dengan pompa melalui selang yang berfungsi untuk mengalirkan air ke pipa penyemprot. Selanjutnya, pada bagian kanan terdapat pipa *sprinkler* yang dirancang untuk menyemprotkan air ke area yang dipantau. Pipa ini berfungsi sebagai media distribusi air dari pompa untuk melakukan pemadaman awal ketika terjadi kebakaran.

Di sisi kanan belakang terdapat modul sensor yang dipasang pada dudukan khusus, yang terdiri dari sensor gas, asap, api, dan suhu. Penempatan sensor dibuat terpisah agar mampu mendeteksi kondisi lingkungan secara lebih optimal tanpa terganggu oleh komponen lain. Secara keseluruhan, *prototype* ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil diimplementasikan dengan baik, di mana seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi, mulai dari proses pendeteksian oleh sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga aktivasi pompa air sebagai sistem pemadam kebakaran otomatis.

### Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem ini menyajikan hasil pengujian terhadap sistem detektor kebakaran *sprinkler* air berbasis *Internet of things* (IOT) yang telah dirancang dan diimplementasikan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan, meliputi kemampuan sensor dalam mendeteksi indikasi kebakaran, respons sistem dalam mengaktifkan alarm dan *sprinkler*, serta keakuratan data yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi monitoring secara *real-time*.



Gambar 4 Tampilan Arduino Cloud

Gambar diatas menunjukkan tampilan *Arduino IoT Cloud* yang digunakan sebagai media monitoring pada sistem detektor kebakaran berbasis *Internet of things* (IOT). Tampilan ini berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor secara *real-time* yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP32 melalui koneksi internet. Melalui *Arduino IoT Cloud*, pengguna dapat memantau nilai sensor seperti suhu, gas, dan asap secara langsung dari perangkat *smartphone* atau komputer. Dashboard monitoring berbasis IoT memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara lebih fleksibel dan efisien. (Rusdi et al., 2025) menjelaskan bahwa *Arduino IoT Cloud* dapat digunakan untuk menampilkan data sensor dalam bentuk visualisasi dashboard secara *real-time*. Selain sebagai media monitoring, *platform* ini juga memungkinkan pengguna untuk mengetahui kondisi sistem, apakah dalam keadaan normal atau terjadi indikasi kebakaran berdasarkan nilai yang ditampilkan.



Gambar 5 Dashboard Mobile App

Menampilkan antarmuka *mobile dashboard* dari sistem yang sama menggunakan *Arduino Cloud*. Pada tampilan ini terdapat dua parameter utama yaitu asap (PPM) dan gas (PPM) yang ditampilkan dalam bentuk *gauge chart*. Informasi ini digunakan untuk mendeteksi potensi kebakaran berdasarkan konsentrasi asap dan gas secara langsung melalui perangkat *mobile*.



**Gambar 6 Dashboard Monitoring Sensor Mobile**

Gambar diatas menampilkan antarmuka *mobile dashboard* dari sistem pemadam kebakaran berbasis *Arduino Cloud*. Pada tampilan ini terdapat parameter suhu yang divisualisasikan dalam bentuk *gauge chart* dengan skala tertentu, sehingga pengguna dapat memantau kondisi suhu secara *real-time* melalui perangkat *smartphone*. Sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi dan kestabilan pembacaan suhu yang cukup baik untuk diterapkan pada sistem monitoring lingkungan berbasis mikrokontroler. Menurut (Markiano, 2025), sensor DS18B20 mampu memberikan pembacaan suhu digital dengan tingkat presisi yang stabil.



**Gambar 7 Dashboard Monitoring Sensor Website**

Menampilkan antarmuka berbasis website (*web dashboard*) dari *Arduino Cloud* yang diakses melalui *browser*. Pada tampilan ini ditampilkan seluruh parameter sistem yaitu asap (PPM), gas (PPM), dan suhu dalam satu halaman dashboard. Tampilan ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan monitoring secara terpusat dan lebih luas melalui perangkat komputer atau laptop.

### Hasil Pengujian Prototype

Hasil pengujian prototype ini menyajikan hasil pengujian terhadap *prototype* sistem detektor kebakaran sprinkler air berbasis *Internet of things* (IOT) yang telah direalisasikan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat secara langsung, meliputi kemampuan sensor dalam mendeteksi indikasi kebakaran, respons sistem dalam mengaktifkan alarm dan *sprinkler*, serta kestabilan sistem dalam kondisi pengujian.

Pengujian sistem dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengujian fungsional sistem dan pengujian skenario sistem. Pengujian fungsional bertujuan untuk memastikan setiap komponen sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, sedangkan pengujian skenario bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan berdasarkan variasi kondisi yang disimulasikan.

**Tabel 1 Pengujian Fungsional Sistem**

No	Sensor/ Komponen	Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Sensor Gas (MQ135)	Diberikan sumber gas (asap/korek)	Sistem mendeteksi gas $\geq 100$ PPM dan alarm aktif	Berhasil, sensor merespon dengan baik
2	Sensor Asap (MQ2)	Diberikan asap pembakaran	Sistem mendeteksi asap $\geq 100$ PPM dan alarm aktif	Berhasil, sensor mendeteksi asap
3	Sensor Api (Flame)	Didekatkan dengan nyala api	Sensor mendeteksi api (LOW) dan alarm aktif	Berhasil, respon cepat terhadap api
4	Sensor Suhu (DS18B20)	Dipanaskan (api/lilin)	Suhu $\geq 40^{\circ}\text{C}$ dan alarm aktif	Berhasil, suhu terbaca meningkat
5	LCD (16x2)	Menampilkan data sensor	Menampilkan nilai gas, asap, dan suhu secara <i>real-time</i>	Berhasil, tampilan sesuai
6	Pompa Air	Sensor melewati ambang batas	Pompa menyala secara otomatis	Berhasil, pompa aktif

7	Sprinkler / Pipa	Pompa aktif	Air keluar melalui pipa sprinkler	Berhasil, mengalir baik	air dengan
---	---------------------	-------------	--------------------------------------	-------------------------------	---------------

**Tabel 2 Pengujian Skenario Sistem**

No	Gas (PPM)	Asap (PPM)	Suhu (°C)	Api	Kondisi	Output (Buzzer & Sprinkler)	Media Uji
1	50	40	28	Tidak	Normal	Mati	Tidak ada
2	80	90	30	Tidak	Normal	Mati	Kertas
3	110	95	35	Tidak	Waspada	Hidup	Korek api
4	120	130	38	Tidak	Siaga	Hidup	Kertas terbakar
5	90	150	39	Tidak	Siaga	Hidup	Asap kertas
6	150	160	42	Ya	Bahaya	Hidup	Mancis
7	200	250	45	Ya	Bahaya	Hidup	Lilin
8	300	350	50	Ya	Kebakaran	Hidup	Kertas + mancis
9	400	500	60	Ya	Kebakaran	Hidup	Pembakaran langsung
10	600	700	70	Ya	Kebakaran	Hidup	Api besar

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, penerapan teknologi Internet of Things pada sistem deteksi kebakaran mampu meningkatkan efisiensi monitoring serta mempercepat respon sistem terhadap kondisi darurat. (Setiawan & Warohma, 2026) menyatakan bahwa sistem IoT memiliki kemampuan dalam meningkatkan efektivitas pertukaran data dan otomatisasi perangkat secara real-time. Penggunaan multi sensor pada penelitian ini juga terbukti mampu meningkatkan tingkat akurasi pendeteksian kebakaran dibandingkan penggunaan sensor tunggal. (Al Ariiq & Sutabri, 2025) menjelaskan bahwa kombinasi beberapa sensor dapat membantu sistem dalam mendeteksi kondisi kebakaran secara lebih cepat dan akurat.

Sistem detektor kebakaran sprinkler air berbasis *Internet of Things* (IOT) yang dirancang telah berhasil diimplementasikan dan mampu bekerja secara terintegrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Sistem ini menggunakan algoritma berbasis ambang batas (threshold) untuk menentukan kondisi normal maupun potensi kebakaran berdasarkan data dari sensor gas, asap, api, dan suhu.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi indikasi kebakaran secara dini serta memberikan respons otomatis berupa alarm dan aktivasi sprinkler sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan, yaitu gas  $\geq 100$  PPM, asap  $\geq 100$  PPM, suhu  $\geq 40^\circ\text{C}$ , serta deteksi api oleh flame sensor. Algoritma yang digunakan menerapkan logika keputusan sederhana (logika OR), di mana sistem akan aktif apabila salah satu parameter melebihi batas yang ditentukan. Sistem monitoring yang digunakan mampu menampilkan data sensor secara real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengawasan kondisi lingkungan baik

secara langsung maupun jarak jauh. Integrasi antara sistem deteksi, algoritma pengolahan data, dan platform IoT menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara responsif dan efektif dalam meningkatkan keamanan terhadap risiko kebakaran.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al Ariiq, D. T., & Sutabri, T. (2025). Pengembangan Smart Home Berbasis Sensor dan Machine Learning untuk Deteksi Kondisi Darurat. *JOURNAL SAINS STUDENT RESEARCH*, 3(2), 455–460.
- Alzubi, K. M., Alaloul, W. S., Salaheen, M. A., Qureshi, A. H., Musarat, M. A., & Alawag, A. M. (2022). *Reviewing the Applications of Internet of Things in Construction Projects*. 169–173. <https://doi.org/10.1109/DASA54658.2022.9765143>.
- Arif, Z. (2023). Penerapan Deteksi Kebakaran Berbasis Iot Dengan Sensor Suhu dan Gas Pada Toko Kacamata Optik Asia. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2(2), 2108–2116.
- Association, N. F. P. (2021). *Automatic Sprinkler Systems Handbook*. National Fire Protection Association. <https://www.nfpa.org/>
- Bencana, B. N. P. (2024). *Data Bencana Indonesia 2024*. BNPB. [https://bnpb.go.id/storage/app/media/Buletin Info Bencana/Buku Data Bencana 2024/20250613\\_Buku Data 2024.pdf](https://bnpb.go.id/storage/app/media/Buletin%20Info%20Bencana/Buku%20Data%20Bencana%202024/20250613_Buku%20Data%202024.pdf)
- Fitriyan, R., Hamid, M. I., & Rajab, A. (2024). Use of IoT Technology in Home Security Monitoring Systems: A Review. *Andalas Journal of Electrical and Electronic Engineering Technology*, 4(1), 32–38.
- Gankotiya, A., Agarwal, S. K., Prasad, D., & Kumar, S. (2023). *Cloud Computing and IoT Integration: Issues, Challenges and Opportunities*. 1–8. <https://doi.org/10.1109/PICC57976.2023.10142839>
- Ghosh, G., Kavita, Sood, M., & Verma, S. (2020). Internet of Things Based Video Surveillance Systems for Security Applications. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 17(6), 2582–2588. <https://doi.org/10.1166/JCTN.2020.8933>
- Goswami, L. N., & Singh, D. (2022). Review Study on Development of Fire Detection Technologies. *International Journal of Innovative Research in Engineering and Management*, 491–494. <https://doi.org/10.55524/ijirem.2022.9.1.105>
- Irmayani, I., Nadine, E., & Abdillah, M. F. (2025). Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Peminjaman Arsip Berbasis ESP32 Menggunakan Komunikasi LoRa. *SINUSOIDA*, 27(2), 1–11.
- Ji, J., DongBao, M., Xing, F., & Chen, X. (2025). *Design of Device Status Monitoring System Based on Cloud Computing*. 968–972. <https://doi.org/10.1145/3746709.3746873>
- Kale, S. N., Manwar, A. B., & Makesar, M. (2025). *IoT APPROACH APPLICATION AND IMPLEMENTATIONS*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16840122>
- Lee, M. (2021). Subjective Response to the Conditions of Audible Fire Alarm Signals Through a Jury Evaluation Test. *Fire Technology*, 1–22.

<https://doi.org/10.1007/S10694-021-01186-Y>

- Lesmidayarti, D., Ihsan, I., & Armin, A. (2025). Sistem Monitoring dan Pengujian Multi-Sensor untuk Deteksi Dini Kebakaran. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 81–88.
- Markiano, H. (2025). PERANCANGAN DAN EVALUASI SISTEM PENDINGIN MINI BUAH DAN SAYURAN BERBASIS SENSOR DS18B20 DAN DHT11. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3).
- Mohammed, S. A. S., Aluri, A., Duru, K. K., Venkatachalam, P., Karra, C., & Kalluri, S. (2022). IoT Based Humidity, Temperature, and Gas Monitoring Using Arduino UNO. *ECS Transactions*, 107(1), 6435–6444. <https://doi.org/10.1149/10701.6435ecst>
- Nuryadin, R. A., Yusuf, A. R., Reza, M., & AK, P. S. D. (2024). Prototype Sistem Deteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2 dan Flame Sensor Berbasis IoT. *Jurnal Riset Dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, 5(04), 877–885.
- Pratama, E. W., & Kiswantono, A. (2022). Electrical analysis using ESP-32 module in realtime. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, 7(2), 1273–1284.
- Putra, I. N. T. A., Desnanjaya, I. G. M. N., Saputra, P. K. G., & Astuti, K. S. A. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 6(3), 154–164.
- Rusdi, M. I., Prasti, D., & Ekawati, S. (2025). Perancangan Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Arduino dan Internet of Things. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 2(3), 21–26.
- Safura, A., Nur, A. J., Lestari, D. A., Khairiyah, S., Sembiring, D. J. M., & Ginting, M. B. (2023). Sistem Pengendalian Kamera Jarak Jauh Terintegrasi Internet Of Things. *JURNAL INFORMATIKA DAN PERANCANGAN SISTEM (JIPS)*, 5(1).
- Setiawan, J., & Warohma, A. M. (2026). Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT Menggunakan ESP-32. *MDP Student Conference*, 5(2), 1279–1284.
- Suhendi, H., & Saputro, R. (2021). Sistem Monitoring Dan Automatic Feeding Hewan Peliharaan Menggunakan Android Berbasis Internet of Things. *Naratif: Jurnal Nasional Riset, Aplikasi Dan Teknik Informatika*, 3(1), 1–8.
- Sumaedi, A. (2024). Perancangan Sistem Keamanan Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Menggunakan Sensor Mq-2 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Studi Kasus Di Rumah Makan. *Infotech: Journal of Technology Information*, 10(2), 199–208.
- Zein, L. A., & Basri, M. (2025). Sistem Monitoring dan Pendukung Keputusan Kondisi Kesehatan Pasien Menggunakan Integrasi Sensor Tanda Vital Berbasis IoT dengan Metode C4.5. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 4(3), 171–184.