

IoT-Based Fire Detection System Using ESP32 and Telegram

Hartanto Dwi Cahyadi

Program Studi Sistem Komputer, Universitas Indo Global Mandiri Palembang, Indonesia

E-mail: 2023310026p@students.uigm.ac.id

Tasmi, Muhammad Gald Teary, Ferdiansyah

Program Studi Sistem Komputer, Universitas Indo Global Mandiri Palembang, Indonesia

E-mail: tasmi@uigm.ac.id, m.gald@uigm.ac.id, ferdi@uigm.ac.id

Received: 14 January, 2026; Accepted: 26 January, 2026; Published: 30 January, 2026

Abstract: Fire incidents can cause significant material losses and casualties, making early fire detection systems essential to reduce potential damage. Conventional fire detection methods often have limitations in providing timely and remote notifications. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based fire detection system using ESP32 with Telegram notification. The proposed system utilizes a flame sensor to detect fire and an MQ-2 sensor to detect smoke. Sensor data are processed by the ESP32 microcontroller to determine environmental conditions, while warning information is delivered through a buzzer, LCD display, and Telegram notifications in real time. Experimental results show that the flame sensor is capable of detecting fire at certain distances and angles, while the MQ-2 sensor can effectively distinguish smoke conditions using an ADC threshold value of 500. The Telegram notification system successfully delivers alerts when fire or smoke is detected and provides updates when conditions return to normal. These results indicate that the proposed system is able to provide early fire warnings and has potential for application in IoT-based fire monitoring systems.

Keywords: Fire Detection, Internet of Things, ESP32, Flame Sensor, MQ-2, Telegram

1. Pendahuluan

Kebakaran merupakan peristiwa yang kerap terjadi akibat berbagai faktor, seperti gangguan pada instalasi listrik maupun keterlambatan dalam penanganan awal. Kondisi tersebut dapat menyebabkan api semakin membesar dan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi kebakaran yang mampu memberikan peringatan secara cepat agar dampak yang ditimbulkan dapat diminimalkan [1].

Pada kenyataannya, kebakaran hingga saat ini masih menjadi salah satu bencana yang sering terjadi dan sebagian besar disebabkan oleh kelalaian manusia. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya berupa kerugian harta benda, tetapi juga dapat mengganggu aktivitas ekonomi, menghentikan kegiatan usaha, serta berpotensi menimbulkan korban jiwa. Di kawasan permukiman, kebakaran sering menyebabkan bangunan terbakar secara menyeluruh karena penggunaan material yang mudah terbakar. Dengan demikian, diperlukan sistem pendeteksi kebakaran dini yang mampu mendeteksi keberadaan asap dan api sebagai indikator awal terjadinya kebakaran [2].

Sejalan dengan kebutuhan akan sistem pendeteksi kebakaran dini tersebut, berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara otomatis. Sistem deteksi kebakaran umumnya dirancang dengan memanfaatkan sensor api, sensor asap, atau sensor gas yang dikendalikan oleh mikrokontroler guna mendeteksi indikasi awal terjadinya kebakaran. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32 mampu mengolah data sensor dengan baik dan memberikan respon awal ketika terdeteksi adanya kondisi berbahaya [3]. Selain itu, beberapa pengembangan sistem deteksi kebakaran juga mulai mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan fleksibilitas sistem dan memungkinkan pemantauan jarak jauh [4]. Meskipun demikian, sebagian sistem yang telah dikembangkan masih memiliki keterbatasan dalam penyampaian informasi peringatan secara cepat dan real-time kepada pengguna, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut pada aspek notifikasi dan monitoring.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) turut mendorong pengembangan sistem deteksi kebakaran yang lebih adaptif dan terintegrasi dengan jaringan internet. Beberapa penelitian telah memanfaatkan teknologi IoT untuk menghubungkan sensor kebakaran dengan sistem monitoring jarak jauh, sehingga kondisi lingkungan dapat dipantau secara real-time. Penerapan sensor MQ-2 dan flame sensor dalam sistem berbasis IoT terbukti mampu mendeteksi indikasi kebakaran melalui parameter asap dan nyala api secara lebih responsif [5]. Selain itu, sistem deteksi api berbasis IoT juga telah diterapkan pada lingkungan rumah tangga untuk meningkatkan keamanan dan memberikan peringatan dini kepada

pengguna ketika terdeteksi adanya potensi kebakaran [6]. Pengembangan sistem peringatan kebakaran berbasis IoT semakin diperkuat dengan adanya mekanisme pengiriman informasi secara otomatis melalui jaringan internet, yang memungkinkan pengguna menerima peringatan dengan cepat tanpa harus berada di lokasi kejadian [7]. Meskipun demikian, sebagian sistem yang telah dikembangkan masih berfokus pada aspek deteksi dan belum sepenuhnya mengoptimalkan penyampaian notifikasi yang sederhana, cepat, dan mudah diakses oleh pengguna.

Beberapa penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) mampu meningkatkan efektivitas pemantauan dan penyampaian peringatan dini. Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT tidak hanya difokuskan pada proses pendeteksian, tetapi juga pada mekanisme penyampaian informasi secara cepat kepada pengguna melalui jaringan internet [8]. Selain itu, integrasi sensor asap dan sensor api dalam sistem IoT terbukti mampu memberikan hasil deteksi yang lebih akurat dengan memanfaatkan nilai ambang batas (threshold) sebagai dasar penentuan kondisi kebakaran [9]. Pengembangan sistem pemantauan kebakaran dini juga telah mengadopsi platform notifikasi berbasis aplikasi pesan instan, seperti Telegram, yang memungkinkan pengguna menerima peringatan secara real-time disertai alarm lokal sebagai respon awal ketika terdeteksi adanya potensi kebakaran [10]. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem deteksi kebakaran berbasis IoT dengan dukungan notifikasi real-time merupakan pendekatan yang relevan dan efektif untuk meningkatkan sistem peringatan dini kebakaran.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendeteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi adanya indikasi kebakaran melalui keberadaan asap dan api. Sistem yang dirancang menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama serta dilengkapi dengan notifikasi melalui aplikasi Telegram, sehingga informasi peringatan kebakaran dapat diterima oleh pengguna secara cepat.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang disusun secara berurutan untuk memastikan sistem yang dirancang dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Setiap tahapan saling berkaitan, dimulai dari proses pengumpulan referensi hingga penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.



Figure 1 Tahapan Penelitian

2.2. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem pendeteksi kebakaran secara umum, mulai dari proses input, pemrosesan, hingga output yang dihasilkan. Diagram ini bertujuan untuk memudahkan pemahaman mengenai hubungan antar komponen yang digunakan dalam sistem.

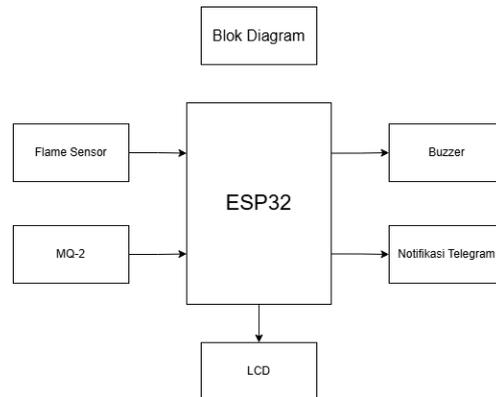


Figure 2 Blok Diagram

Pada sistem yang dirancang, sensor MQ-2 dan flame sensor berfungsi sebagai perangkat input. Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi keberadaan asap, sedangkan flame sensor digunakan untuk mendeteksi adanya nyala api. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut kemudian dikirimkan ke ESP32 sebagai pengendali utama sistem.

ESP32 berperan dalam memproses data hasil pembacaan sensor dan menentukan kondisi sistem, apakah berada dalam keadaan aman atau terdeteksi kebakaran. Apabila terdeteksi kondisi kebakaran, ESP32 akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan serta mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Selain itu, ESP32 juga menampilkan informasi kondisi sistem pada LCD sebagai media tampilan lokal.

Secara keseluruhan, diagram blok ini menunjukkan bahwa ESP32 menjadi pusat pengolahan data yang menghubungkan seluruh komponen input dan output, sehingga sistem dapat bekerja secara terintegrasi dalam mendeteksi kebakaran dan memberikan peringatan kepada pengguna.

2.3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk menghubungkan seluruh komponen yang digunakan dalam sistem pendeteksi kebakaran agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Pada tahap ini ditentukan susunan dan hubungan antar komponen sehingga sistem dapat beroperasi secara terpadu. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang bertugas mengolah data dari sensor serta mengendalikan perangkat keluaran.

Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi keberadaan asap di lingkungan sekitar, sedangkan flame sensor digunakan untuk mendeteksi adanya nyala api. Kedua sensor tersebut berfungsi sebagai perangkat input yang memberikan informasi kondisi lingkungan kepada ESP32. Data hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan ke ESP32 untuk diproses sebagai dasar penentuan kondisi sistem, apakah berada dalam keadaan aman atau terdeteksi kebakaran.

Sebagai perangkat keluaran, sistem dilengkapi dengan buzzer yang berfungsi sebagai alarm peringatan ketika terdeteksi kondisi berbahaya. Selain itu, LCD digunakan sebagai media tampilan untuk menampilkan informasi kondisi sistem secara langsung kepada pengguna. Seluruh komponen perangkat keras dirangkai dan dihubungkan sesuai dengan fungsinya masing-masing, sehingga sistem dapat bekerja secara terintegrasi dan mendukung proses pendeteksian kebakaran secara optimal.

2.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan untuk mengatur alur kerja sistem pendeteksi kebakaran agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Perangkat lunak ini ditanamkan pada ESP32 dan berperan dalam membaca data sensor, mengolah data tersebut, serta mengendalikan perangkat keluaran.

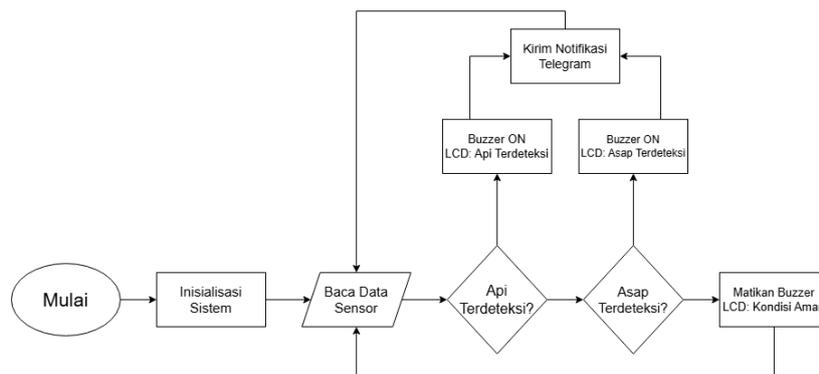


Figure 3 Flowchart Sistem

Pada tahap awal, sistem melakukan inisialisasi yang meliputi pengaturan pin, inisialisasi sensor, LCD, serta koneksi jaringan untuk pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem berjalan secara berulang untuk memantau kondisi lingkungan.

Data hasil pembacaan sensor diproses untuk menentukan kondisi sistem. Apabila terdeteksi indikasi kebakaran, sistem akan mengaktifkan buzzer, menampilkan informasi kondisi pada LCD, serta mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui Telegram. Jika kondisi dinyatakan aman, sistem akan menampilkan status aman dan menonaktifkan alarm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Flame Sensor

Pengujian flame sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi nyala api berdasarkan variasi jarak. Pengujian dilakukan dengan memberikan sumber api pada jarak tertentu dari sensor, kemudian diamati nilai keluaran sensor, status deteksi, serta respon buzzer.

Table 1 Pengujian Flame Sensor Berdasarkan Jarak

No	Jarak Api (cm)	Flame Value	Output Digital	Sistem Deteksi	Buzzer
1	10	0	LOW	Terdeteksi	ON
2	20	0	LOW	Terdeteksi	ON
3	30	0	LOW	Terdeteksi	ON
4	40	0	LOW	Terdeteksi	ON
5	50	0	LOW	Terdeteksi	ON
6	60	0	LOW	Terdeteksi	ON
7	70	0	LOW	Terdeteksi	ON
8	80	0	LOW	Terdeteksi	ON
9	90	0	LOW	Terdeteksi	ON
10	100	0	LOW	Terdeteksi	ON
11	110	0	LOW	Terdeteksi	ON
12	120	1	HIGH	Tidak Terdeteksi	OFF

Berdasarkan hasil pengujian pada Table 1, flame sensor dapat mendeteksi nyala api pada jarak 10 cm hingga 110 cm. Pada jarak tersebut, sensor menghasilkan keluaran digital low (0) yang menandakan adanya api, sehingga sistem merespons dengan mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan. Pada jarak 120 cm, keluaran sensor berubah menjadi high (1) yang menunjukkan bahwa nyala api tidak terdeteksi. Pada kondisi ini, buzzer berada dalam keadaan OFF, yang menandakan sistem berada pada kondisi aman.



Figure 4 Pengujian Flame Sensor

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kemampuan deteksi flame sensor menurun seiring bertambahnya jarak antara sensor dan sumber api. Dengan demikian, jarak deteksi efektif flame sensor pada sistem yang dirancang berada hingga sekitar 110 cm.

Selain pengujian berdasarkan jarak, flame sensor juga diuji untuk mengetahui kemampuan deteksi nyala api berdasarkan variasi sudut terhadap sumber api. Pada pengujian ini, jarak antara sensor dan sumber api dibuat tetap, yaitu 10 cm, sedangkan sudut pengujian divariasikan mulai dari 10° hingga 70°.

```

MQ-2 Value = 259 ||| Tegangan = 0.21 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 242 ||| Tegangan = 0.20 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 261 ||| Tegangan = 0.21 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 256 ||| Tegangan = 0.21 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 265 ||| Tegangan = 0.21 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----

```

Figure 5 Serial Monitor Flame Sensor pada Kondisi Aman

Figure 5 menunjukkan tampilan serial monitor saat flame sensor berada pada kondisi aman. Pada kondisi ini, nilai keluaran flame sensor bernilai 1 (HIGH) yang menandakan tidak terdeteksinya nyala api. Status sistem ditampilkan sebagai AMAN, sehingga buzzer tidak aktif. Tampilan ini menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi aman dan kondisi terdeteksi dengan baik melalui pembacaan sensor secara real-time.

```

MQ-2 Value = 202 ||| Tegangan = 0.16 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 194 ||| Tegangan = 0.16 Volt
Flame Value = 0 ||| Status = API TERDETEKSI
-----
MQ-2 Value = 215 ||| Tegangan = 0.17 Volt
Flame Value = 0 ||| Status = API TERDETEKSI
-----
MQ-2 Value = 197 ||| Tegangan = 0.16 Volt
Flame Value = 0 ||| Status = API TERDETEKSI
-----
MQ-2 Value = 184 ||| Tegangan = 0.15 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----

```

Figure 6 Serial Monitor Flame Sensor pada Kondisi Api Terdeteksi

Figure 6 menunjukkan tampilan serial monitor ketika flame sensor mendeteksi adanya nyala api. Pada kondisi ini, keluaran flame sensor bernilai 0 (LOW) yang menandakan api terdeteksi oleh sistem. Status sistem ditampilkan sebagai API TERDETEKSI, dan buzzer aktif sebagai alarm peringatan. Tampilan ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respon yang tepat ketika terjadi perubahan kondisi dari aman menjadi terdeteksi berdasarkan pembacaan sensor secara real-time.

Table 2 Pengujian Flame Sensor Berdasarkan Sudut

No	Sudut	Output Digital	Status
1	10°	LOW	Terdeteksi
2	20°	LOW	Terdeteksi
3	30°	LOW	Terdeteksi
4	40°	LOW	Terdeteksi
5	50°	LOW	Terdeteksi
6	60°	LOW	Terdeteksi
7	70°	HIGH	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian pada Table 2, flame sensor masih mampu mendeteksi nyala api pada sudut 10° hingga 60°. Pada rentang sudut tersebut, keluaran sensor bernilai low, yang menunjukkan bahwa nyala api dapat terdeteksi oleh sistem.

Pada sudut 70°, keluaran sensor berubah menjadi high, sehingga nyala api tidak terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa sudut kemiringan sensor terhadap sumber api berpengaruh terhadap kemampuan deteksi flame sensor.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa flame sensor memiliki sudut deteksi efektif hingga sekitar 60°. Semakin besar sudut antara sensor dan sumber api, kemampuan sensor dalam mendeteksi nyala api cenderung menurun. Dengan demikian, posisi dan orientasi pemasangan flame sensor menjadi faktor penting dalam memastikan kinerja sistem pendeteksi kebakaran. Pemasangan sensor pada sudut yang sesuai dapat meningkatkan kemungkinan terdeteksinya nyala api secara dini.

3.2. Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap keberadaan asap pada beberapa kondisi lingkungan, yaitu tanpa asap, asap ringan, dan asap pekat. Pengujian dilakukan dengan mengamati nilai pembacaan sensor berupa nilai ADC dan tegangan, kemudian dikaitkan dengan status deteksi yang dihasilkan oleh sistem.

Table 3 Pengujian Sensor MQ-2

No	Kondisi	ADC	Tegangan (V)	Status
1	Tanpa Asap	150	0.12	Aman
2	Tanpa Asap	148	0.12	Aman
3	Asap Ringan	342	0.28	Aman
4	Asap Ringan	448	0.36	Aman
5	Asap Pekat	618	0.50	Terdeteksi
6	Asap Pekat	710	0.57	Terdeteksi

Pada sistem yang dirancang, penentuan status deteksi asap dilakukan berdasarkan nilai ambang batas (threshold) dari pembacaan sensor MQ-2. Nilai threshold ditetapkan sebesar 500 pada nilai ADC, yang digunakan sebagai acuan dalam mengklasifikasikan kondisi lingkungan. Apabila nilai ADC yang dihasilkan sensor melebihi nilai tersebut, sistem akan memberikan status terdeteksi, sedangkan nilai ADC yang berada di bawah threshold dikategorikan sebagai kondisi aman.

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Table 3, pada kondisi tanpa asap sensor MQ-2 menghasilkan nilai ADC pada rentang 148 hingga 150 dengan tegangan sekitar 0,12 volt. Nilai pembacaan tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi asap di lingkungan masih berada pada kondisi normal. Oleh karena itu, sistem memberikan status aman karena nilai ADC yang diperoleh belum melewati batas deteksi yang telah ditetapkan.

Pada kondisi asap ringan, terjadi peningkatan nilai pembacaan sensor MQ-2, yaitu berada pada rentang 342 hingga 448 dengan tegangan berkisar antara 0,28 hingga 0,36 volt. Peningkatan ini menunjukkan adanya perubahan kondisi lingkungan akibat keberadaan asap dalam jumlah kecil. Namun demikian, karena nilai ADC masih berada di bawah nilai threshold, sistem tetap mengklasifikasikan kondisi tersebut sebagai aman dan tidak mengaktifkan peringatan deteksi.

Selanjutnya, pada kondisi asap pekat, nilai ADC sensor MQ-2 meningkat secara signifikan, yaitu berada pada rentang 618 hingga 710 dengan tegangan mencapai 0,50 hingga 0,57 volt. Nilai pembacaan ini telah melampaui nilai threshold yang ditentukan, sehingga sistem memberikan status terdeteksi sebagai indikasi adanya kondisi berbahaya. Kondisi ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu merespon perubahan konsentrasi asap dengan jelas dan dapat digunakan sebagai dasar penentuan status deteksi pada sistem pendeteksi kebakaran yang dirancang.



Figure 7 Pengujian Sensor MQ-2

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu membedakan kondisi lingkungan berdasarkan tingkat keberadaan asap dengan baik pada sistem yang dirancang. Perbedaan nilai pembacaan sensor pada setiap kondisi lingkungan menunjukkan bahwa sensor MQ-2 memiliki respon yang konsisten terhadap perubahan konsentrasi asap. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan kondisi lingkungan ke dalam kategori aman dan terdeteksi secara tepat. Dengan kemampuan tersebut, sensor MQ-2 dapat berperan sebagai komponen pendukung yang andal dalam sistem pendeteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT), khususnya dalam memberikan peringatan dini terhadap potensi terjadinya kebakaran.

```

MQ-2 Value = 147 ||| Tegangan = 0.12 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 150 ||| Tegangan = 0.12 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 155 ||| Tegangan = 0.12 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 146 ||| Tegangan = 0.12 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 165 ||| Tegangan = 0.13 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN

```

Figure 8 Tampilan Serial Monitor Sensor MQ-2 pada Kondisi Aman

Figure 8 menunjukkan tampilan serial monitor sensor MQ-2 pada kondisi tanpa asap. Pada kondisi ini, nilai pembacaan ADC berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan, sehingga sistem menampilkan status AMAN dan buzzer tidak aktif.

```

MQ-2 Value = 553 ||| Tegangan = 0.45 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 566 ||| Tegangan = 0.46 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 576 ||| Tegangan = 0.46 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 610 ||| Tegangan = 0.49 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN
-----
MQ-2 Value = 593 ||| Tegangan = 0.48 Volt
Flame Value = 1 ||| Status = AMAN

```

Figure 9 Tampilan Serial Monitor Sensor MQ-2 pada Kondisi Asap Terdeteksi

Figure 9 menampilkan kondisi ketika sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan asap. Pada kondisi ini, nilai ADC melebihi nilai ambang batas sebesar 500, sehingga sistem memberikan status TERDETEKSI dan mengaktifkan alarm peringatan. Tampilan ini menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi aman dan terdeteksi berdasarkan pembacaan sensor secara real-time.

3.3. Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan untuk memastikan sistem mampu mengirimkan informasi peringatan kepada pengguna sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 10, yang memperlihatkan rangkaian notifikasi yang diterima pengguna selama sistem beroperasi.



Figure 10 Notifikasi Telegram pada Sistem Pendeteksi Kebakaran

Pada kondisi awal, sistem mengirimkan pesan bahwa sistem pendeteksi kebakaran dalam keadaan aktif. Pesan ini menunjukkan bahwa perangkat telah berhasil terhubung dengan jaringan dan siap melakukan pemantauan lingkungan secara terus-menerus.

Ketika flame sensor mendeteksi adanya nyala api, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi “Api Terdeteksi” sebagai peringatan kepada pengguna. Setelah kondisi api tidak lagi terdeteksi, sistem mengirimkan pesan “Kondisi Kembali Aman” yang menandakan lingkungan telah berada pada kondisi normal.

Selain itu, pada saat sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan asap dengan nilai pembacaan melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sistem mengirimkan notifikasi “Asap Terdeteksi”. Setelah kondisi asap menurun dan berada di bawah batas deteksi, sistem kembali mengirimkan notifikasi bahwa kondisi lingkungan aman.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem notifikasi Telegram mampu bekerja dengan baik dalam menyampaikan informasi kondisi lingkungan kepada pengguna secara real-time, baik pada kondisi awal, saat terdeteksi api, maupun saat terdeteksi asap.

3.4. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pendeteksi kebakaran berbasis IoT yang dirancang menunjukkan kinerja yang sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mendeteksi indikasi kebakaran melalui dua parameter utama, yaitu keberadaan api dan asap, serta memberikan peringatan secara langsung kepada pengguna.

Hasil pengujian flame sensor menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi nyala api dengan baik pada jarak dan sudut tertentu. Kemampuan deteksi sensor dipengaruhi oleh posisi dan orientasi sensor terhadap sumber api. Semakin besar jarak dan sudut antara sensor dan sumber api, respon deteksi cenderung menurun. Namun demikian, pada rentang pengujian yang dilakukan, flame sensor masih dapat digunakan secara efektif sebagai indikator awal keberadaan api.

Pengujian sensor MQ-2 menunjukkan adanya peningkatan nilai ADC dan tegangan seiring bertambahnya konsentrasi asap di lingkungan. Penetapan nilai ambang batas (threshold) ADC sebesar 500 terbukti mampu membedakan kondisi lingkungan antara aman dan terdeteksi. Pada kondisi tanpa asap dan asap ringan, sistem tetap berada pada kondisi aman, sedangkan pada kondisi asap pekat sistem memberikan peringatan deteksi. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 memiliki sensitivitas yang cukup baik dalam mendeteksi keberadaan asap sebagai indikator kebakaran.

Integrasi antara ESP32 dengan sistem notifikasi Telegram memungkinkan informasi peringatan dikirimkan kepada pengguna secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap perubahan kondisi lingkungan, baik terdeteksi api maupun asap, diikuti dengan pengiriman notifikasi yang sesuai. Selain itu, sistem juga mampu memberikan informasi ketika kondisi kembali aman, sehingga pengguna dapat memantau perubahan kondisi lingkungan secara berkelanjutan. Secara keseluruhan, hasil pengujian dan implementasi sistem menunjukkan bahwa kombinasi flame sensor, sensor MQ-2, ESP32, dan notifikasi Telegram dapat bekerja secara terintegrasi dalam mendeteksi potensi kebakaran dan menyampaikan informasi peringatan kepada pengguna. Sistem yang dirancang dinilai mampu memberikan peringatan dini dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sistem pemantauan kebakaran berbasis Internet of Things.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi indikasi kebakaran melalui dua parameter utama, yaitu keberadaan api menggunakan flame sensor dan keberadaan asap menggunakan sensor MQ-2.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa flame sensor mampu mendeteksi nyala api secara efektif pada jarak dan sudut tertentu, sedangkan sensor MQ-2 mampu membedakan kondisi lingkungan berdasarkan tingkat keberadaan asap dengan menggunakan nilai ambang batas ADC yang telah ditetapkan. Penentuan threshold ADC sebesar 500 terbukti dapat memisahkan kondisi aman dan kondisi terdeteksi secara konsisten.

Selain itu, integrasi sistem dengan aplikasi Telegram memungkinkan pengiriman notifikasi peringatan kepada pengguna secara real-time ketika terdeteksi kondisi api maupun asap, serta memberikan informasi ketika kondisi kembali aman. Dengan demikian, sistem yang dirancang mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna dan dapat digunakan sebagai solusi pemantauan kebakaran berbasis IoT.

References

- [1] U. Anggoro Saputro dan A. Tuslam, “Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak,” vol. 7, no. 1, Diakses: 11 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/infomedia/article/view/2958/2502>
- [2] H. Dwi Cahyadi, Y. Mirza, dan E. Laila, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Flame Sensor dan Sensor Asap Berbasis Arduino,” 2022. Diakses: 11 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/JLATAK/article/view/6193>
- [3] Muhammad Ainun Najib, Adam Syuhada, Wahyu Dika Irfianton, dan Sulartopo Sulartopo, “Sistem Deteksi Kebakaran Menggunakan Esp32 Dan Arduino,” *Seminar Nasional Teknologi dan Multidisiplin Ilmu (SEMNASTEKMU)*, vol. 3, no. 1, hlm. 211–218, Okt 2023, doi: 10.51903/semnastekmu.v3i1.216.

- [4] H. Alqourabah, A. Muneer, dan S. M. Fati, "A smart fire detection system using IoT technology with automatic water sprinkler," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 11, no. 4, hlm. 2994–3002, Agu 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i4.pp2994-3002.
- [5] R. Akbar Nuryadin, A. Rahman Yusuf, M. Reza, N. H. Fadlila Alifian, dan P. A. Shagita Dyah, "PROTOTYPE SISTEM DETEKSI KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN FLAME SENSOR BERBASIS IOT," *Jurnal Riset dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, vol. 05, 2024, doi: <https://doi.org/10.30998/jrami.v5i4.11149>.
- [6] M. Dhedy, D. Putra, dan R. Pramudita, "SISTEM DETEKSI API BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA RUMAH," *Media Jurnal Informatika*, vol. X, no. X, doi: 10.35194/mji.v%vi%i.1835.
- [7] I. M. M. Al Hasani, S. I. A. Kazmi, R. Ali Shah, R. HASAN, dan S. Hussain, "IoT based Fire Alerting Smart System," *Sir Syed University Research Journal of Engineering & Technology*, vol. 12, no. 2, hlm. 46–50, Des 2022, doi: 10.33317/ssurj.410.
- [8] C. Hariveena, K. Anitha, dan P. Ramesh, "IoT-based Fire Detection and Prevention System," dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing Ltd, Des 2020. doi: 10.1088/1757-899X/981/4/042080.
- [9] D. Pandey, R. Pawar, J. Sharma, S. Rathod, dan C. Mahajan, "IOT based Fire Detection System." doi: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4876960>.
- [10] Zaenuar Erfandi, D. Hartanti, dan J. Maulindar, "Implementasi Internet of Things (IoT) Untuk Sistem Pemantauan Kebakaran Dini Dengan Notifikasi Telegram dan Alarm," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, hlm. 86–93, Jan 2025, doi: 10.29408/jit.v8i1.28248.

Authors' Profiles



Hartanto Dwi Cahyadi, A.Md.T. currently a student at Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia. He received his Associate Degree in Engineering from Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia, in 2022. His main field of study includes internet of things, embedded systems, and digital systems. He is pursuing research activities related to internet of things, cybersecurity, and digital forensics. He can be contacted via email at 2023310026p@students.uigm.ac.id.



Tasmii, S.Si., M.Kom. received his Bachelor's degree in Science from Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia, in 2003, and his Master's degree in Computer Science from the same university in 2017. He is currently a lecturer and Head of the Computer Systems Study Program at Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia. His research interests include network security, industrial control systems (ICS), and machine learning. He can be contacted via email at tasmii@uigm.ac.id.



Muhammad Gald Teary, S.Kom., M.I.T. received his Bachelor's degree in Computer Science from Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia, in 2013, and his Master's degree in Information Technology from Charles Sturt University, Australia, in 2019. He is currently a lecturer at Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia, where he teaches Interfacing Techniques and Peripheral Systems. His research interests include embedded systems, interfacing technologies, and intelligent electronic systems. He can be contacted via email at m.gald@uigm.ac.id.



Ferdiansyah, M.Kom., Ph.D.CEH received his Bachelor's degree in Network and Security from Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia, in 2014, his Master's degree in Computer Science from the same university in 2016, and his Doctoral degree (Ph.D.) from Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia, in 2024. He is currently a lecturer at Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia. His research interests include information security, cybersecurity, digital forensics, machine learning, data science, and cryptocurrency. He can be contacted via email at ferdi@uigm.ac.id.