

Sistem Pendeteksi Kebakaran Dengan Sensor Suhu dan Gas Beracun

Fire Detection System With Temperature and Toxic Gas Sensors

Al Fathir Zaki Mustofa¹, Ahmad Yusuf Darmawan¹, Allin Junikhah¹, Andini Aulia Putri²,
Azmi Fash Shalna Zaiba², Muhammad Salman Alfarisi², Muhammad Athourrahman²,
Ferdian Surya Agung²

¹Department of Electrical Engineering, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Gajayana Street No. 50, +62-341 551-354

²Department of Informatics Engineering, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Gajayana Street No. 50, +62-341-551-354

akuntugasfathir@gmail.com¹, ahmadyusufdarmawan495@gmail.com¹, allin@uin-malang.ac.id^{1*},
andinicantik324@gmail.com², azmifashaa@gmail.com², fa250305@gmail.com², atokur77@gmail.com²,
ferdiam14141@gmail.com²

Abstrak – Kebakaran merupakan salah satu bencana yang paling sering terjadi dan dapat menimbulkan kerugian besar, baik secara material maupun korban jiwa. Deteksi dini kebakaran sangat penting agar tindakan pencegahan dan penanganan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. Sistem deteksi kebakaran konvensional umumnya memberikan peringatan sederhana tanpa kemampuan pemantauan kondisi lingkungan secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendeteksi kebakaran berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mampu mendeteksi kenaikan suhu dan keberadaan gas beracun secara real-time serta memberikan peringatan otomatis kepada pengguna. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembapan DHT11 untuk mengukur suhu lingkungan dan sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi gas berbahaya seperti asap, metana, LPG, dan karbon monoksida (CO). Data dari kedua sensor diolah oleh Arduino Uno dan hasilnya ditampilkan pada LCD 16x2. Apabila suhu atau kadar gas melampaui ambang batas yang ditentukan, sistem akan mengaktifkan indikator LED merah, buzzer sebagai alarm suara, serta kipas DC 5V untuk membantu pendinginan area yang terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara efektif dengan respon waktu kurang dari satu detik saat kondisi bahaya terdeteksi. Sensor MQ-2 memberikan respons cepat terhadap asap dan gas pembakaran, sedangkan sensor DHT11 mampu membaca suhu dengan tingkat akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Sistem ini terbukti mampu mendeteksi potensi kebakaran lebih awal dan memberikan peringatan secara visual serta auditori secara bersamaan. Dengan biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan sistem alarm lainnya serta konfigurasi yang sederhana, sistem ini dapat menjadi solusi alternatif deteksi dini kebakaran berskala kecil untuk rumah, kantor, atau laboratorium.

Kata Kunci: Arduino Uno, Deteksi kebakaran, DHT11, MQ-2, Sensor gas, Sensor suhu.

Abstract – Fire is one of the most frequent disasters and can cause major losses, both in terms of material and human casualties. Early detection of fire is crucial so that preventive and handling measures can be taken quickly and accurately. Conventional fire detection systems generally provide simple warnings without the ability to monitor environmental conditions comprehensively. Therefore, this study aims to design and build a fire detection system based on the Arduino Uno microcontroller that is capable of detecting temperature increases and the presence of toxic gases in real-time and providing automatic warnings to users. This system uses a DHT11 temperature and humidity sensor to measure environmental temperature and an MQ-2 gas sensor to detect hazardous gases such as smoke, methane, LPG, and carbon monoxide (CO). Data from both sensors is processed by the Arduino Uno and the results are displayed on a 16x2 LCD. If the temperature or gas content exceeds the specified threshold, the system will activate a red LED indicator, a buzzer as an audible alarm, and a 5V DC fan to help cool the detected area. Test results show that the system is able to work effectively with a response time of less than one second when a dangerous condition is detected. The MQ-2 sensor provides a rapid response to smoke and combustion

SENTER 2025, 04 November 2025, pp. 411-417

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

gases, while the DHT11 sensor can read temperature with an accuracy of $\pm 2^{\circ}\text{C}$. This system has been proven to detect potential fires early and provide visual and auditory warnings simultaneously. With its relatively low cost and simple configuration, this system can be an alternative solution for small-scale early fire detection in homes, offices, or laboratories.

Keywords: *Arduino Uno, DHT11, Fire detection, Gas sensor, MQ-2, Temperature sensor.*

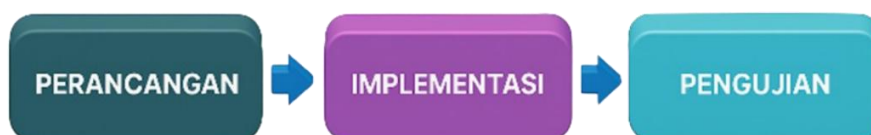
1. Pendahuluan

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi dan dapat menimbulkan kerugian yang besar, baik materi maupun jiwa. Selain kerusakan fisik, kebakaran juga mengganggu aktivitas sosial, merusak infrastruktur, dan menyebabkan hilangnya mata pencaharian [1]. Di tingkat global, kebakaran hutan dan vegetasi berkontribusi pada kerugian ekonomi, kerusakan lingkungan, dan memperburuk perubahan iklim [2] [3]. Kebakaran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti korsleting listrik [4], kelalaian manusia [5], dan faktor alam [6]. Pendeteksi kebakaran saat ini sangat penting untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan. Sistem deteksi kebakaran konvensional umumnya menggunakan sensor asap dan sensor panas yang hanya memberikan peringatan sederhana berupa bunyi alarm. Sistem ini memiliki beberapa kelemahan, seperti keterlambatan deteksi [7], kurangnya informasi detail mengenai penyebab kebakaran [8], dan keterbatasan jangkauan [9].

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dibutuhkan sistem deteksi kebakaran yang lebih canggih dan efektif. Sistem deteksi kebakaran berbasis mikrokontroler dan sensor dapat menjadi solusi yang tepat. Sistem ini dapat mendeteksi kebakaran dengan lebih cepat dan akurat [10], memberikan informasi detail mengenai penyebab kebakaran [11], dan dapat dipantau dari jarak jauh [12]. Proyek ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi kebakaran berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor suhu (DHT11), sensor gas (MQ-2), dan komponen output berupa LCD, LED merah, buzzer, dan kipas DC. Sistem ini diharapkan dapat mendeteksi kebakaran dengan lebih cepat dan efektif, memberikan peringatan dini kepada pengguna, dan membantu meminimalisir kerugian yang ditimbulkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu perancangan sistem (*system design*), implementasi perangkat keras dan perangkat lunak (*hardware and software implementation*), serta pengujian dan analisis sistem (*testing and analysis*). Setiap tahap disusun secara sistematis untuk memastikan bahwa sistem pendeteksi kebakaran berbasis Arduino Uno dapat berfungsi secara optimal, efisien, dan mampu memberikan hasil deteksi yang akurat terhadap potensi kebakaran. Sistem pendeteksi kebakaran yang dirancang diharapkan mampu bekerja secara real-time, akurat, dan andal dalam memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran di lingkungan sekitar. Secara umum, sistem pendeteksi kebakaran dengan sensor suhu dan gas beracun berbasis mikrokontroler Arduino Uno dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu input, proses, dan output.



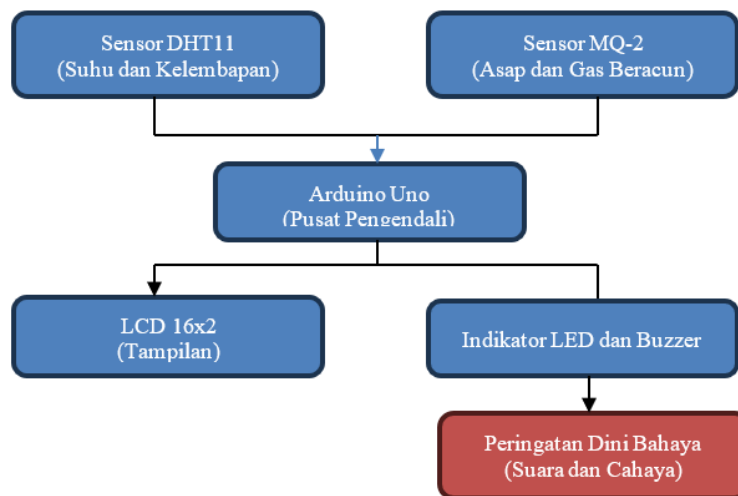
Gambar 1. Diagram alur tahapan penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan Sistem

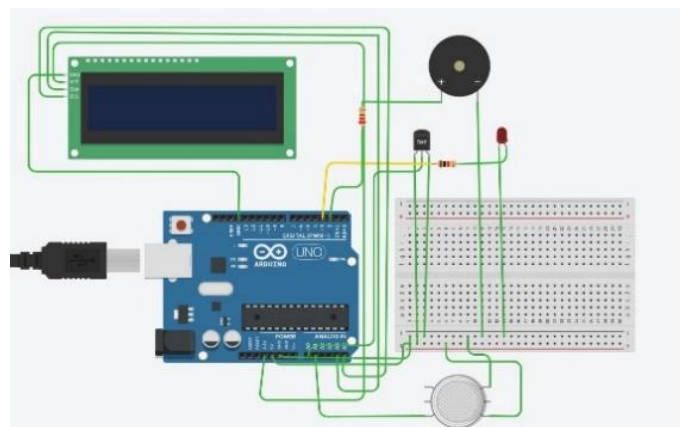
Sistem ini dirancang dengan mengintegrasikan dua jenis sensor utama, yaitu sensor suhu dan kelembapan DHT11 serta sensor gas MQ-2, yang berperan dalam mendeteksi peningkatan suhu dan keberadaan gas berbahaya seperti asap, LPG, metana, dan karbon monoksida (CO).

Kedua sensor tersebut mengirimkan data secara real-time ke mikrokontroler Arduino Uno untuk diolah dan dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Hasil pemrosesan data kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai informasi kondisi lingkungan. Apabila suhu dan kadar gas melebihi ambang batas, sistem secara otomatis mengaktifkan indikator LED merah sebagai tanda visual bahaya, buzzer sebagai alarm suara, serta kipas DC 5V sebagai respon awal untuk membantu proses pendinginan di area yang terdeteksi panas atau berasap.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Program ini menggunakan Arduino Uno untuk membaca sensor api (flame sensor) dan sensor gas beracun MQ-2, kemudian menampilkan hasilnya pada LCD 16x2 berbasis I2C. Jika sensor mendeteksi api (flameValue = LOW) atau nilai gas melebihi ambang batas (gasValue > 500), Arduino akan mengaktifkan buzzer, LED merah, dan motor kipas sebagai sistem peringatan dini. Jika tidak ada bahaya, semua indikator akan dimatikan. Pembacaan sensor ditampilkan secara real-time di LCD pada kedua barisnya.

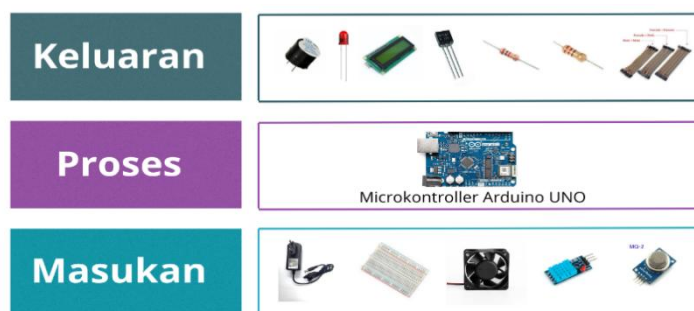


Gambar 3. Desain rangkaian sistem

Pada gambar di atas, sistem dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pusat pengendali. Rangkaian ini mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban, sensor MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan asap beracun, sebuah LCD 16x2 untuk menampilkan data, sebuah LED merah sebagai indikator bahaya, dan buzzer sebagai alat peringatan.

3.2. Implementasi

Proses implementasi diawali dengan perakitan sistem, di mana semua komponen elektronik dirangkai pada breadboard sesuai dengan desain rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. Setiap koneksi antara sensor, mikrokontroler, dan perangkat keluaran diperiksa untuk memastikan tidak terjadi kesalahan sambungan.



Gambar 4. Komponen sistem

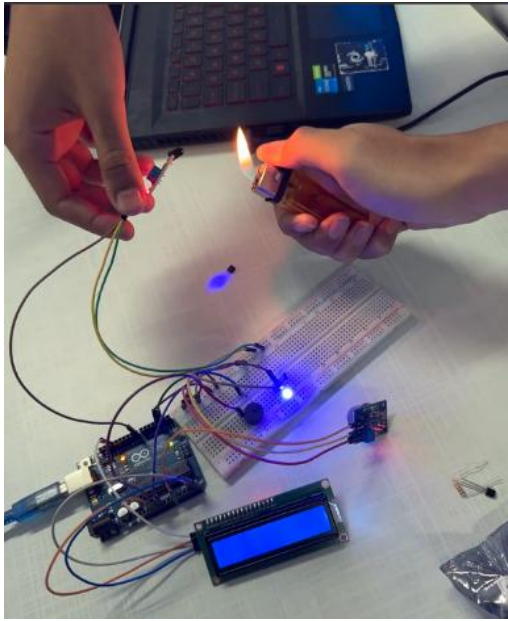
Sistem ini memanfaatkan kombinasi sensor suhu dan kelembaban DHT11 serta sensor gas MQ-2 sebagai perangkat utama untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mendeteksi peningkatan suhu dan keberadaan gas beracun secara otomatis. Arduino Uno sebagai pusat kendali yang memproses data dari sensor DHT11 (suhu dan kelembaban) dan sensor MQ-2 (asap/gas). Data dari kedua sensor ditampilkan secara real-time pada LCD 16x2 menggunakan komunikasi I2C. Apabila suhu melebihi 50°C atau sensor MQ-2 membaca nilai lebih dari 300, sistem akan mengaktifkan LED merah dan buzzer sebagai tanda bahaya. Adaptor DC 5V digunakan untuk menyuplai daya ke seluruh komponen agar sistem bekerja stabil dan efisien.

Setelah proses perakitan selesai, tahap berikutnya adalah pemrograman Arduino. Mikrokontroler Arduino Uno diprogram menggunakan Arduino IDE dengan kode yang telah disusun berdasarkan logika kerja sistem. Program tersebut meliputi proses pembacaan data dari sensor DHT11 dan MQ-2, pengolahan data, serta pengaktifan keluaran seperti LED, buzzer, motor, dan LCD 16x2. Selama proses implementasi, dilakukan dokumentasi untuk mendukung hasil penelitian dan memvisualisasikan rancangan sistem secara nyata.

3.3. Pengujian Sistem

Tahap terakhir adalah pengujian perangkat, yang dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan berbagai skenario lingkungan, mulai dari kondisi normal hingga kondisi di mana terdapat peningkatan suhu dan keberadaan gas atau asap. Melalui tahap ini, kinerja sistem diamati dan dicatat untuk menentukan tingkat akurasi serta kecepatan respon alat terhadap kondisi kebakaran yang disimulasikan.

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen pada alat pendeteksi kebakaran berbasis Arduino Uno dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor, kecepatan respon sistem, dan efektivitas keluaran (*buzzer*, LED, dan LCD) dalam memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran.



Gambar 5. Proses Pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan dalam tiga kondisi lingkungan berbeda untuk menilai kinerja alat. Pada kondisi normal dengan suhu 25°C, kelembaban 45%, dan tanpa adanya asap, sistem menampilkan data pada layar LCD, sementara LED dan buzzer tetap tidak aktif karena tidak terdeteksi bahaya. Pada kondisi abnormal dengan suhu meningkat hingga 35°C, kelembaban menurun menjadi 20%, dan terdapat asap di sekitar sensor, sistem secara otomatis mengaktifkan LED merah dan buzzer sebagai peringatan bahaya, serta menampilkan data kondisi pada LCD. Sedangkan pada kondisi fluktuatif, ketika suhu dan kelembaban berubah dengan cepat, sistem mampu mendeteksi perubahan tersebut dan memperbarui data secara real-time tanpa gangguan.

Tabel 1. Pengujian sistem.

No	Kondisi Lingkungan	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Asap	LED Merah	Buzzer	Tampilan LCD	Respon Sistem
1	Normal	25	45	Tidak ada	Mati	Mati	Menampilkan data normal	Stabil
2	Abnormal (Panas + Asap)	35	20	Ada	Menyala	Aktif	Menampilkan data abnormal	< 1 detik
3	Fluktuatif	Berubah	Berubah	-	Sesuai kondisi	Sesuai kondisi	Data berubah real-time	Cepat

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja akurat dan responsif, dengan waktu respon kurang dari satu detik saat kondisi bahaya terdeteksi, sehingga mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran secara efektif. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi kebakaran dengan sensor suhu dan gas beracun berbasis mikrokontroler Arduino Uno mampu berfungsi dengan baik dalam melakukan proses monitoring dan deteksi dini kebakaran.

Kinerja sistem menunjukkan bahwa alat ini memiliki respon cepat dan akurasi tinggi dalam mendeteksi perubahan lingkungan, dengan waktu reaksi kurang dari satu detik setelah kondisi bahaya terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan dini secara efektif kepada pengguna sebelum kebakaran berkembang lebih besar. Selain itu, penggunaan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali memberikan keunggulan dalam fleksibilitas

pemrograman, kemudahan integrasi sensor, dan efisiensi daya. Kombinasi antara sensor DHT11 dan MQ-2 menjadikan sistem ini tidak hanya mendeteksi suhu tinggi, tetapi juga dapat mengidentifikasi adanya gas berbahaya, sehingga meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan.

Dengan demikian, sistem ini dapat diimplementasikan sebagai alat deteksi kebakaran sederhana namun efektif untuk lingkungan rumah tangga, laboratorium, maupun ruang kerja. Sistem juga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan modul *Internet of Things* (IoT) agar pengguna dapat melakukan pemantauan jarak jauh melalui perangkat berbasis web atau aplikasi mobile.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan bahwa sistem pendeteksi kebakaran berbasis Arduino Uno dapat berfungsi akurat, responsif, dan efisien dalam memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran, sehingga berkontribusi pada upaya pencegahan kerugian material dan keselamatan jiwa manusia.

4. Kesimpulan

Sistem pemantauan lingkungan yang telah dirancang dan dibangun dengan menggunakan Arduino Uno berhasil dalam memberikan informasi terkini mengenai suhu, kelembaban, dan keberadaan asap di sekitar. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem sensor DHT11 berhasil menangkap data suhu dan kelembaban dengan akurat. Informasi ini ditampilkan secara real-time pada LCD 16x2, sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi lingkungan.

Sensor MQ-2 terbukti efektif dalam mendeteksi keberadaan asap atau gas berbahaya. Ketika konsentrasi gas mencapai batas yang telah ditentukan, sistem memberikan peringatan langsung melalui bunyi buzzer dan perubahan warna LED merah menjadi kuning. LCD 16x2 menampilkan data suhu, kelembaban, dan status asap secara jelas. LED merah berfungsi sebagai indikator visual yang mudah dipahami: Mati untuk kondisi normal dan Menyala ketika asap terdeteksi. Buzzer memberikan peringatan tambahan dalam keadaan bahaya. Semua komponen sistem bekerja secara efektif dalam satu rangkaian, baik secara fisik maupun dalam program Arduino.

Sistem ini mampu meningkatkan keamanan lingkungan melalui deteksi dini, memberikan alternatif solusi hemat biaya untuk pemantauan lingkungan. Sistem ini telah menunjukkan kinerja yang baik dalam simulasi Tinkercad dan memiliki potensi untuk diterapkan di lingkungan nyata dalam skala kecil.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Elektro dan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, atas segala fasilitas laboratorium, sarana, serta dukungan yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan berharga dalam setiap tahap penelitian, mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem. Tidak lupa, penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan memberikan dukungan baik secara teknis maupun moral, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Referensi

- [1] Rafi Ramadhan Lubis, Felisa Jauzarafa, Arya Pranata Sidabutar, and Berlianti Berlianti, "Kebakaran Pasar Horas Pematang Siantar : Dampak pada Komunitas Pedagang dan Strategi Pemulihan," *Jurnal Kajian dan Penelitian Umum*, vol. 2, no. 6, pp. 43–46, Dec. 2024, doi: 10.47861/jkpu-nalanda.v2i6.1392.

- [2] D. M. J. S. Bowman, C. A. Kolden, J. T. Abatzoglou, F. H. Johnston, G. R. van der Werf, and M. Flannigan, "Vegetation fires in the Anthropocene," *Nat Rev Earth Environ*, vol. 1, no. 10, pp. 500–515, Aug. 2020, doi: 10.1038/s43017-020-0085-3.
- [3] Z. Han, G. Geng, Z. Yan, and X. Chen, "Economic Loss Assessment and Spatial–Temporal Distribution Characteristics of Forest Fires: Empirical Evidence from China," *Forests*, vol. 13, no. 12, p. 1988, Nov. 2022, doi: 10.3390/f13121988.
- [4] A. H. Hardiansyah, R. S. Hartati, and Y. Divayana, "Proteksi Konsleting Listrik Dengan Memutus Jarak Jauh Arus 3 Fasa Beban Besar Dengan Kombinasi Solid State Relay (SSR) dan IoT NodeMCU 8266 Menggunakan Aplikasi Blynk di Sub Panel Gedung Telkomsel Smart Office Renon Denpasar," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 71, Jun. 2023, doi: 10.24843/MITE.2023.v22i01.P09.
- [5] S. Costafreda-Aumedes, C. Comas, and C. Vega-Garcia, "Human-caused fire occurrence modelling in perspective: a review," *Int J Wildland Fire*, vol. 26, no. 12, pp. 983–998, Dec. 2017, doi: 10.1071/WF17026.
- [6] P. C. Ajeje, "MAINTENANCE PROCEDURES FOR RURAL DISTRIBUTION NETWORKS - RDN'S AIMING AT THE PREVENTION OF FOREST FIRES," *Journal of Engineering Research*, vol. 4, no. 8, pp. 2–9, Mar. 2024, doi: 10.22533/at.ed.317482406039.
- [7] S. Sawant, S. Kumbhar, B. Chauhan, G. Chaudhari, and P. Thakkar, "Integrated Fire Detection System using ML and IOT," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 12, no. 4, pp. 1738–1741, Apr. 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.60063.
- [8] B. Senthilnayagi, M. A. Devi, S. A. Roseline, and P. Dharanyadevi, "Deep Learning-Based Fire and Smoke Detection System," in *2024 Second International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ICETITE)*, IEEE, Feb. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/ic-ETITE58242.2024.10493463.
- [9] F. Safarov, S. Muksimova, M. Kamoliddin, and Y. I. Cho, "Fire and Smoke Detection in Complex Environments," *Fire*, vol. 7, no. 11, p. 389, Oct. 2024, doi: 10.3390/fire7110389.
- [10] F. Firdaus, Y. Tjandi, and A. Pratama, "DESIGN OF A FIRE DETECTION SYSTEM USING FIRE AND SMOKE SENSORS BASED ON ARDUINO MICROCONTROLLER," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 21, no. 2, pp. 92–97, May 2024, doi: 10.59562/metrik.v21i2.2211.
- [11] Q. Wang, J. Lin, Y. Zhou, H. Luo, and R. Zhao, "Indoor Fire Detection System Based on Multi-sensor Information Fusion Algorithm," in *2023 IEEE 4th International Conference on Pattern Recognition and Machine Learning (PRML)*, IEEE, Aug. 2023, pp. 637–641. doi: 10.1109/PRML59573.2023.10348244.
- [12] E. Alfonsius, "Development of a Prototype Room Security Monitoring System for Early Fire Detection Using a Prototyping Method Based on Sensors and IoT," *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (Journal of Computer Science and Information Technology)*, vol. 17, no. 1, pp. 42–51, Mar. 2025, doi: 10.18860/mat.v17i1.29521.