

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN BERBASIS ARDUINO DAN PLC OMRON CP1E N40 MENGGUNAKAN SENSOR MQ-135 DAN TCRT5000

Muhammad Zulfi Fachrurrozi^{1*}, Eva Damayanti²

^{1,2}Politeknik TEDC Bandung; Jl. Pasantren, Cibabat, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat, 40513; (022) 6645951

Keywords:

Deteksi kebakaran; Arduino; PLC OMRON CP1E N40; MQ-135; TCRT5000.

Correspondent Email:

fachrurrozi.zulfi@gmail.com

Abstrak. Kebakaran adalah bencana yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan menyebabkan kerugian besar bagi keselamatan jiwa serta harta benda, sehingga sistem deteksi dini sangat diperlukan. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis mikrokontroler Arduino dan PLC OMRON CP1E N40 dengan menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi asap dan sensor TCRT5000 untuk mendeteksi api atau sumber panas inframerah. Arduino berfungsi mengolah sinyal dari sensor dan mengirimkan perintah ke PLC untuk mengaktifkan alarm atau indikator peringatan. Sistem ini dirancang agar responsif dan sederhana, cocok untuk aplikasi skala kecil seperti ruang kerja, laboratorium, atau prototipe keamanan rumah. Hasil pengujian menunjukkan sensor mampu merespons secara real-time dan integrasi Arduino dengan PLC berjalan lancar tanpa masalah komunikasi. Ketika nilai sensor melewati batas ambang, sistem segera mengaktifkan peringatan sebagai langkah pencegahan kebakaran dini. Sistem yang efisien dan praktis ini dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan aplikasi otomatisasi skala kecil. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi solusi deteksi kebakaran berbasis teknologi otomatisasi yang terjangkau dan mudah diimplementasikan.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Fire is a sudden disaster that can cause significant harm to human safety and material assets, making early detection systems crucial. This study presents the design of a fire detection system based on the Arduino microcontroller and the OMRON CP1E N40 PLC, utilizing the MQ-135 sensor for smoke detection and the TCRT5000 sensor for fire or infrared heat source detection. Arduino processes the sensor signals and sends commands to the PLC to activate alarms or warning indicators. The system is designed to be responsive and simple, suitable for small-scale applications such as workspaces, laboratories, or home security prototypes. Test results demonstrate that the sensors respond in real-time, and the Arduino-PLC integration operates smoothly without communication issues. When sensor readings exceed threshold limits, the system promptly activates warnings as an early fire prevention measure. This efficient and practical system can be further developed to meet the needs of small-scale automation security applications. This research aims to provide a reference for affordable, easy-to-implement fire detection solutions based on automation technology.

1. PENDAHULUAN

Dokumen Kebakaran merupakan bencana yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan

menimbulkan kerugian besar, baik dari segi keselamatan jiwa maupun materi. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem deteksi dini

yang mampu mendeteksi tanda-tanda awal kebakaran seperti asap dan api secara cepat dan akurat. Penggunaan sistem deteksi kebakaran merupakan pilihan yang sangat bermanfaat dalam meningkatkan keamanan saat terjadi insiden kebakaran [1]. Dengan pesatnya kemajuan teknologi di bidang elektronika, berbagai alat canggih telah dikembangkan, menawarkan banyak manfaat dan mempermudah berbagai pekerjaan manusia [1].

Dalam perancangan ini, digunakan teknologi berbasis mikrokontroler Arduino dan Programmable Logic Controller (PLC) OMRON CP1E N40 sebagai perangkat utama untuk pengontrol berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori agar dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, pewaktuan, pencacah (counting) serta aritmatika [2]. Sensor MQ-135 digunakan untuk mengukur kandungan gas CO₂, alkohol dan acetone di udara [3]. Sedangkan Sensor TCRT5000 adalah komponen elektronika terintegrasi buatan Vishay yang memuat pemancar dan detector infra merah dalam satu komponen terpadu berfungsi untuk mendeteksi api atau sumber panas berbasis inframerah [4]. Arduino berperan dalam membaca dan memproses data dari kedua sensor tersebut, kemudian meneruskan sinyal ke PLC untuk mengaktifkan alarm atau indikator peringatan. Pendekatan ini menggabungkan kemudahan pemrograman dan fleksibilitas Arduino dengan kestabilan dan keandalan PLC sehingga diharapkan dapat menciptakan sistem deteksi kebakaran yang responsif dan dapat diterapkan dalam ruang berskala kecil seperti laboratorium, ruang kerja, atau hunian.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah yang diangkat dalam perancangan ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebakaran yang mengintegrasikan sensor MQ-135 dan sensor TCRT5000 dengan menggunakan mikrokontroler Arduino dan Programmable Logic Controller (PLC) OMRON CP1E N40. Sistem yang dirancang diharapkan mampu bekerja secara efektif dengan memberikan peringatan dini secara real-time. Tujuan dari penelitian ini adalah menghadirkan sebuah teknologi alternatif deteksi dini potensi munculnya bencana kebakaran sekaligus mengatasi bencana

kebakaran yang datangnya tidak bisa diprediksi (spontan) agar kerusakan/ kerugian yang ditimbulkannya dapat diminimalisir [5]. Serta menguji kinerjanya dalam mendeteksi asap dan api secara akurat dan responsif.

Perancangan ini mengacu pada konsep dasar sensor MQ-135 yang mampu mendeteksi gas berbahaya berdasarkan perubahan resistansi, serta sensor TCRT5000 yang menggunakan prinsip pantulan cahaya inframerah untuk mendeteksi keberadaan api atau sumber panas. Arduino Uno sebagai platform pengembangan perangkat keras *open-source*, menyediakan kemudahan dalam menggabungkan sensor sensor yang dapat mendeteksi adanya kebakaran [6]. Dan meneruskannya ke PLC yang mengelola logika kontrol dan mengaktifkan perangkat output. Dengan sistem otomatisasi ini, diharapkan proses deteksi dan peringatan kebakaran dapat berlangsung secara cepat dan andal tanpa perlu intervensi manusia secara langsung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dilakukan untuk memahami konsep dan teknologi yang digunakan dalam perancangan sistem deteksi kebakaran. Kajian ini mencakup teori terkait sensor, mikrokontroler Arduino, dan PLC OMRON CP1E N40 yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem.

2.1 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas yang peka terhadap berbagai jenis polutan udara, termasuk asap. Sensor akan memiliki nilai resistansi yang tinggi ketika mendeteksi udara bersih dan nilai resistansi sensor menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gas pencemar dalam udara [7].

2.2 Sensor TCRT5000

Sensor TCRT5000 adalah sensor optik yang terdiri dari LED inframerah dan fototransistor [8]. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek atau api melalui pantulan cahaya. Dalam konteks deteksi kebakaran, sensor ini dapat mengenali perubahan cahaya yang disebabkan oleh nyala api.

2.3 Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah platform komputasi fisik *open-source* yang berfokus

pada input/output sederhana (I/O) dan dilengkapi dengan lingkungan pengembangan yang mengadopsi bahasa pemrograman Processing. Alat ini berperan sebagai unit pemroses awal yang membaca data dari sensor. Kemudahan dalam pemrograman dan kompatibilitasnya dengan berbagai sensor menjadikannya pilihan tepat untuk sistem prototipe seperti deteksi kebakaran [9].

2.4 PLC OMRON CP1E N40

PLC OMRON CP1E N40 adalah sistem kontrol yang penting dan memiliki input/output (I/O) serta antarmuka pengguna yang sesuai dengan struktur sistem kontrol jarak jauh, terutama pada sistem otomatisasi industri [10]. PLC ini berfungsi sebagai otak utama dalam sistem, menjalankan logika kontrol berdasarkan data dari Arduino, dan mengaktifkan perangkat output seperti kipas, buzzer, atau pompa.

2.5 Sistem Deteksi Kebakaran Otomatis

Sistem deteksi kebakaran otomatis adalah teknologi yang dirancang untuk mengenali potensi kebakaran sejak dini. Dengan menggabungkan sensor, mikrokontroler, dan pengendali logika, sistem ini dapat merespons bahaya secara cepat tanpa campur tangan manual dan mudah diimplementasikan dalam berbagai lingkungan [11].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian mengenai perancangan sistem deteksi kebakaran berbasis Arduino dan PLC OMRON CP1E N40 dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan.

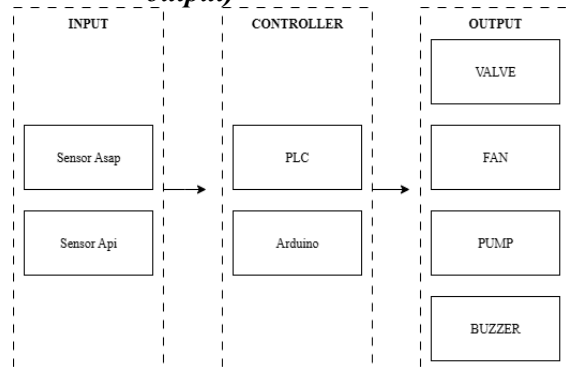
3.1. Studi Literatur

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan berbagai referensi yang relevan sebagai dasar teori dan acuan teknis dalam pengembangan sistem. Sumber yang digunakan meliputi jurnal ilmiah terkait sistem otomasi, prinsip kerja sensor MQ-135 dan TCRT5000, penggunaan mikrokontroler Arduino, dan pemrograman PLC OMRON CP1E N40. Studi literatur ini bertujuan untuk memperkuat landasan konseptual dalam proses perancangan dan implementasi sistem.

3.2 Perancangan Sistem

Tahap ini mencakup penyusunan desain sistem deteksi kebakaran secara menyeluruh, meliputi :

3.1.1. Diagram Blok(input-controller-output)



Gambar 1. Diagram blok

Keterangan:

Input

1. MQ-135 (Sensor Asap)
Berfungsi mendeteksi keberadaan gas atau asap di udara. Sensor ini mengirimkan sinyal analog ke Arduino sebagai indikasi adanya potensi kebakaran.
2. Sensor TCRT5000 (Sensor Api)
Digunakan untuk mendeteksi adanya nyala api melalui pantulan cahaya inframerah. Sensor ini memberikan sinyal digital ke Arduino saat terdeteksi sumber panas atau api.

Proses/Controller

1. PLC OMRON CP1E N40
Bertindak sebagai pengendali utama sistem, menerima sinyal dari Arduino, lalu mengaktifkan perangkat output berdasarkan logika ladder yang telah diprogram.
2. Arduino Uno
Bertugas memproses data dari sensor MQ-135 dan TCRT5000, kemudian meneruskan sinyal logika ke PLC sebagai indikasi kondisi darurat.

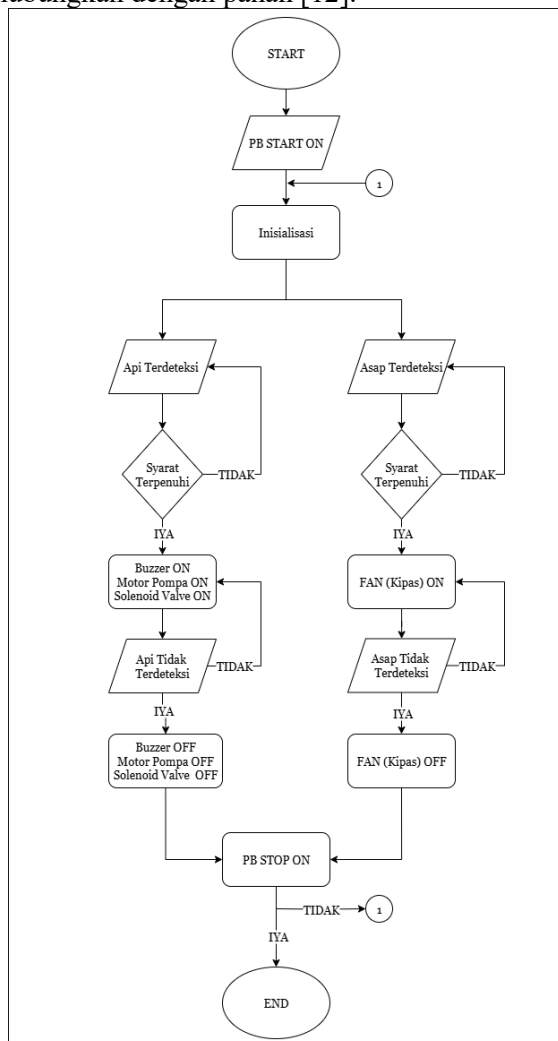
Output

1. Solenoid Valve
Untuk mengatur keluaran air ke sprinkler sebagai pemadaman api saat mendapat sinyal aktif dari PLC.
2. Fan (Kipas Ekstraksi)
Menyalakan otomatis untuk membantu mengurangi kepadatan asap saat sensor mendeteksi kebakaran.

3. Pompa Air/Pump
Aktif saat sistem mendeteksi kondisi darurat untuk menyuplai air ke Solenoid Valve.
4. Buzzer
Memberikan peringatan alarm ketika sistem mendeteksi adanya potensi kebakaran.

3.1.2. Flowchart alur kerja system

Flowchart adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritma, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah [12].



Gambar 2. Flowchart

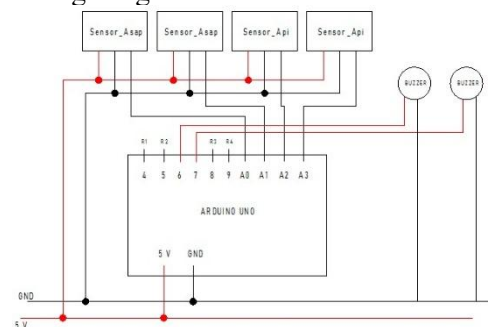
Keterangan Flowchart :

1. Mulai (Start)
Proses dimulai saat sistem dinyalakan.
2. Tombol Start Ditekan (PB START ON)
Pengguna menekan tombol start untuk mengaktifkan sistem.

3. Inisialisasi
Sistem melakukan pengecekan awal dan mempersiapkan semua komponen untuk beroperasi.
4. Deteksi Api
Sistem memeriksa apakah ada api yang terdeteksi oleh sensor.
 - Sistem memeriksa apakah ada api yang terdeteksi oleh sensor.
 - Setelah itu, sensor terus memantau. Jika api sudah tidak terdeteksi, maka buzzer, motor pompa, dan solenoid valve otomatis dimatikan.
 - Jika syarat tidak terpenuhi, sistem kembali memantau deteksi api.
5. Deteksi Asap
Secara paralel, sistem juga memeriksa apakah asap terdeteksi oleh sensor.
 - Jika syarat terdeteksi terpenuhi, kipas (fan) dinyalakan untuk membuang asap dari area tersebut.
 - Setelah itu, sensor terus memantau. Jika asap sudah tidak terdeteksi, kipas otomatis dimatikan.
 - Jika syarat tidak terpenuhi, sistem tetap memantau deteksi asap.
6. Tombol Stop Ditekan (PB STOP ON)
Jika tombol stop ditekan oleh pengguna, maka semua proses dihentikan.
7. Selesai (End)
Sistem berakhir setelah tombol stop ditekan.

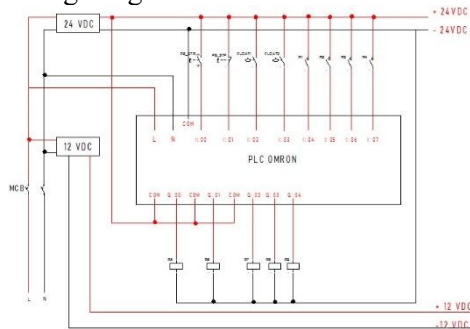
3.1.3. Wiring Diagram Arduino dan PLC

1. Wiring Diagram Arduino :



Gambar 3. Wiring Arduino

2. Wiring Diagram PLC :



Gambar 4. Wiring PLC

3.1.4 Komponen Utama

Tabel 1. Komponen

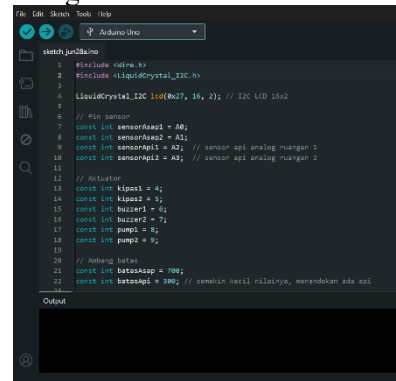
No.	Komponen	Qty
1.	Sensor Asap MQ-135	2
2.	Sensor Api TCRT5000	2
3.	PLC OMRON CP1E N40	1
4.	Arduino Uno	1
5.	Valve	2
6.	Fan	2
7.	Pump	1
8.	Buzzer	2

Seluruh rancangan sistem ini menunjukkan bagaimana setiap komponen bekerja dan terhubung satu sama lain, mulai dari sensor, Arduino UNO digunakan sebagai penerima data dari sensor [13]. Hingga jalur sinyal yang diteruskan ke PLC sebagai pengendali utama sistem.

3.3 Pemrograman Mikrokontroler dan PLC

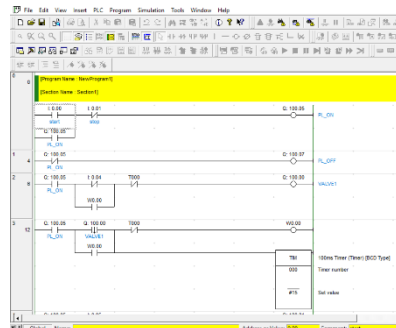
Pemrograman adalah sebuah tahap akhir sebelum perakitan sebuah alat setelah mengetahui desain dari diagram block, flowchart dan rangkaian elektrik [14].

1. Pemograman Arduino IDE



Gambar 5. Pemograman Arduino

2. Pemograman CX-Programmer untuk PLC



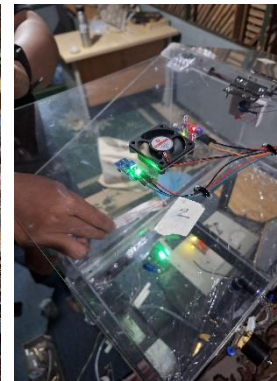
Gambar 6. Pemograman PLC

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terhadap prototipe sistem dalam membaca data dari sensor-sensor di ruangan, lalu menampilkan hasilnya secara real-time [15]. Untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian berfungsi sesuai yang dirancang. Uji coba ini mencakup skenario pemicu asap dan api untuk mengamati konsistensi sistem dalam mendeteksi kondisi berbahaya.



Gambar 7. Pengujian Sensor Api



Gambar 8. Pengujian Sensor Asap

Tabel 2. Pengujian Sensor Api

No	Kondisi yang Diuji	Status Sensor Api	Respon Arduino	Perintah ke PLC	Output	Status
1	Tidak ada sumber api	LOW (tidak aktif)	Tidak kirim sinyal	Tidak ada aksi	Semua OFF (kecuali fan jika asap ON)	Berhasil
2	Api mulai terdeteksi	HIGH (aktif)	Kirim sinyal deteksi	Aktifkan Buzzer, pump, solenoid	Buzzer ON, Pump ON, Valve ON	Berhasil
3	Api padam	LOW (tidak aktif)	Tidak kirim sinyal	Matikan Buzzer, Pump, dan Valve	Semua OFF (fan menyusul jika asap OFF)	Berhasil

Tabel 3. Pengujian Sensor Asap

No	Kondisi yang Diuji	Output Sensor (ppm)	Respon Arduino	Perintah ke PLC	Output	Status
1	Udara normal	100-600	Tidak kirim sinyal	Tidak ada aksi	Fan OFF	Berhasil
2	Asap mulai terdeteksi	700	Kirim sinyal deteksi	Aktifkan Buzzer dan Fan	Fan ON	Berhasil
3	Kembali ke kondisi normal	<700	Tidak kirim sinyal	Matikan Fan	Fan OFF	Berhasil

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, pengujian sensor api menunjukkan bahwa dalam kondisi tanpa sumber api, sensor memberikan status LOW sehingga Arduino tidak mengirimkan sinyal ke PLC, dan semua aktuator tetap dalam kondisi mati (OFF), kecuali kipas jika sensor asap mendeteksi asap. Saat api mulai terdeteksi, sensor mengubah status menjadi HIGH yang memicu Arduino mengirimkan sinyal deteksi ke PLC untuk mengaktifkan buzzer, pompa, dan katup solenoid. Semua aktuator tersebut menyala sesuai perintah. Setelah api padam, sensor kembali ke status LOW sehingga sistem memerintahkan semua aktuator untuk mati, dan kipas akan ikut mati jika sensor asap juga tidak mendeteksi asap.

Pengujian selanjutnya pada Tabel 3 fokus pada sensor asap. Pengujian sensor asap MQ-135 memperlihatkan bahwa pada udara normal

(100–600 ppm), Arduino tidak mengirimkan sinyal ke PLC sehingga kipas dalam keadaan mati. Ketika kadar asap mencapai 700 ppm, Arduino mengirimkan sinyal deteksi ke PLC untuk mengaktifkan kipas dan buzzer sebagai indikator adanya asap. Setelah kadar asap turun di bawah 700 ppm, Arduino kembali tidak mengirimkan sinyal, dan kipas otomatis dimatikan oleh sistem.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa kedua sensor mampu bekerja dengan baik sesuai logika kendali, di mana sensor api memicu respons terhadap sumber panas, sedangkan sensor asap memicu sistem ventilasi ketika konsentrasi asap melebihi ambang batas yang ditentukan.

Secara keseluruhan, pengujian membuktikan bahwa sistem pemadam kebakaran otomatis ini mampu merespons kondisi kebakaran secara efektif, baik dalam mendeteksi api maupun asap. Seluruh perangkat penunjang seperti buzzer, pompa,

solenoid, dan kipas bekerja sesuai perintah yang telah diprogram untuk memberikan tanda bahaya dan memulai proses pemadaman.



Gambar 9.
Tampak depan

Gambar 10. Tampak
Belakang

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kelancaran yang telah diberikan sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua tercinta atas doa, dukungan moral, serta semangat yang senantiasa menyertai. Selanjutnya, penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Eva Damayanti selaku dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses penyusunan laporan ini. Tidak lupa, penulis menghaturkan terima kasih kepada seluruh rekan yang telah terlibat dan membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Ilmi, H. Pramaditya, and A. P. Sanusi, "Sistem deteksi kebakaran otomatis menggunakan sensor api, suhu, dan asap berbasis IoT," *J. Inf. Syst. Appl. Dev.*, vol. 3, no. 1, pp. 38–46, 2025, doi: 10.26905/jisad.v3i1.15397.
- [2] H. Darmawan, V. Yusiana, and H. Siregar, "Rancang Bangun Fire Alarm dan Smoke Detector Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Tyfe SR3B261BD," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 5, no. 2, p. 58, 2022, doi: 10.33087/jepca.v5i2.77.
- [3] R. Muttaqin, W. S. W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, and U. Nurbaiti, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 102–115, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [4] Rudy, "Prototipe Robot Line Follower Pengangkut Barang Berbasis Arduino Uno ATmega328," *J. Sains Terap. dan Teknol.*, no. 41, pp. 141–148, 2021.
- [5] M. R. Razali, I. Priyadi, F. Hadi, and Y. S. Handayani, "Kajian Rancang Bangun Sistem Deteksi Bencana Kebakaran Dan Pemadaman Otomatis Berbasis Whatsapp Dan Web," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 27, no. 1, pp. 40–48, 2025, doi: 10.14710/transmisi.27.1.40-48.
- [6] C. Wungow, A. R. A. Ferdinandus, A. A. Adam, and N. Komalig, "Perancangan Alat Deteksi Kebakaran Berbasis Arduino," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–44, 2024, doi: 10.70524/a3hdyt16.
- [7] A. Bangkit Sanjaya Umbu, "Analisis Grafik Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-135 untuk Menentukan Persamaan Hubungan antara ppm dan Rs/Ro," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 11, no. 02, pp. 49–60, 2023, doi: 10.23960/2fjtaf.v11i2.6656.
- [8] R. Ridarmin, F. Fauzansyah, E. Elisawati, and E. Prasetyo, "Prototype Robot Line Follower Arduino Uno Menggunakan 4 Sensor Tcrt5000," *INFORMATIKA*, vol. 11, no. 2, p. 17, 2019, doi: 10.36723/juri.v11i2.183.
- [9] A. A. Putra, "Implementasi Sistem Kontrol Penggerak Motor Stepper Pada Proses Molding Microplastic Berbasis Pid Menggunakan Plc Dan Arduino," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 22–30, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3601.
- [10] D. C. Permatasari, M. A. R. Fahreza, H. Haitsam, and D. W. Pamungkas, "Rancang Bangun Alat Trainer Kontrol Berbasis PLC Omron CP2E untuk Media Pembelajaran," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–16, 2023, doi: 10.33650/jeecon.v5i1.5814.
- [11] N. Asmi Rahmawati, "Arduino Uno-Based Fire Alarm System Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Arduino Uno," *J. Sains dan Tek. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 78–85, 2024, [Online]. Available: <https://journal.akom-bantaeng.ac.id/index.php/jstt>
- [12] S. Yohanes Theo Pola, F. F. Paiki, and P. H. Rantelinggi, "Perancangan Sistem

- Alarm Kebakaran Berbasis IoT,” *JISTECH J. Inf. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 59–67, 2023, doi: 10.30862/jistech.v11i1.73.
- [13] D. K. Putra, F. Baskoro, N. Kholis, and A. Widodo, “Prototype Smart Fire System Menggunakan Solenoid Valve dan Kamera ESP32-CAM Berbasis IoT,” *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 8–16, 2021, doi: 10.26740/jte.v11n1.p8-16.
- [14] H. Attamami and M. Fauzan, “Perancangan Menentukan Lokasi Kebakaran Dengan Fire Alarm Sistem Berbasis Arduino,” *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 7, no. 1, p. 42, 2022, doi: 10.32897/infotronik.2022.7.1.1433.
- [15] M. Amirul Akbar P, Suwadi Nanra, and Jumadri JN, “Perancangan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Iot Untuk Mendeteksi Kebakaran Secara Real-Time,” *Zo. Elektro Progr. Stud. Tek. Elektro Univ. Batam*, vol. 14, no. 3, pp. 21–30, 2024, doi: 10.37776/ze.v14i3.1620.