

Sistem Pendeteksi dan Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Esp32 Dengan Telegram

¹Juantino Brata Astungkara*, ²Fauzan Eky Septyadi, ³Pramono

^{1,2,3} Universitas Duta Bangsa, Indonesia

Email: ¹Juantinobr.as@gmail.com, ²Fauzaneky8@gmail.com

Abstract

Introduction: Fire is one of the disasters that often occurs and can cause great losses, both material and non-material. Delayed fire handling is often caused by delays in detection and initial response. Objective: Therefore, an automatic system is needed that is able to detect and respond to fires quickly and accurately. This study aims to design and implement an esp32-based fire detection and extinguishing system with remote notification via the telegram application. Method: When the sensor detects an indication of fire, the system will display a warning on the I2C 20x4 LCD, and turn on the water pump via the relay module to extinguish the fire. Notifications are also sent in real-time via telegram bot to users. Discussion Results: the results of the discussion show that the system is able to detect and respond to fires in less than 3 seconds, with a small-scale fire extinguishing success rate reaching 95%. Conclusion: The designed system can provide an effective and cost-efficient solution for preventing household and small-scale fires and shows potential in the development of Internet of Things (IoT) technology for security and safety systems.

Keywords: ESP32, flame sensor, smoke sensor, telegram, IoT

Abstrak

Pendahuluan: Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi dan dapat menyebabkan kerugian besar, baik secara material maupun non-material. Penanganan kebakaran yang terlambat sering kali disebabkan oleh keterlambatan deteksi dan respons awal. **Tujuan:** Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu mendeteksi dan merespons kebakaran secara cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi dan pemadam kebakaran berbasis esp32 dengan notifikasi jarak jauh melalui aplikasi telegram. **Metode:** Ketika sensor mendeteksi adanya indikasi kebakaran, sistem akan menampilkan peringatan pada LCD I2C 20x4, serta menyalakan water pump melalui modul relay untuk memadamkan api. Notifikasi juga dikirim secara real-time melalui telegram bot kepada pengguna. **Hasil Pembahasan:** hasil pembahasan menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan merespons kebakaran dalam waktu kurang dari 3 detik, dengan tingkat keberhasilan pemadam api berskala kecil mencapai 95%. **Kesimpulan:** Bahwa sistem yang dirancang dapat memberikan solusi efektif dan cost-efficient untuk pencegahan kebakaran rumah tangga dan skala kecil, serta menunjukkan potensi dalam pengembangan teknologi Internet of Things (IoT) untuk sistem keamanan dan keselamatan.

Kata Kunci: ESP32, flame sensor, sensor asap, telegram, IoT

Corresponding Author;
E-mail: Juantinobr.as@gmail.com



Pendahuluan

Kebakaran merupakan salah satu jenis bencana yang sering terjadi baik dilingkungan permukiman maupun kawasan industri. Dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran dapat berupa kerugian material yang besar, bahkan menyebabkan korban jiwa. Berdasarkan penelitian (Hasna et al., 2023), lebih dari 3.000 kejadian kebakaran tercatat terjadi setiap tahunnya di Indonesia, dengan sebagian besar insiden disebabkan oleh kelalaian manusia dan korsleting listrik. Oleh karena itu, sistem peringatan dini yang dapat mendeteksi dan merespons kebakaran secara otomatis menjadi sangat penting untuk mencegah meluasnya dampak tersebut.

Seiring berkembangnya teknologi, pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem keamanan dan monitoring lingkungan mulai banyak diterapkan. Teknologi ini memungkinkan pengawasan jarak jauh dan pengendalian perangkat secara *real-time* menggunakan jaringan internet (Sri Giyanto & Negeri Bengkalis, 2022). Salah satu perangkat populer dalam pengembangan sistem IoT adalah mikrokontroler ESP32, yang memiliki konektivitas Wi-Fi dan kemampuan pemrosesan yang cukup tinggi (Akbar Nuryadin et al., 2024).

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas penerapan sensor asap dan api untuk sistem deteksi kebakaran. Misalnya, studi oleh (Novita Sari et al., n.d.) menunjukkan bahwa penggunaan sensor MQ-2 efektif dalam mendeteksi gas hasil pembakaran dalam waktu cepat (Kristama & Widiyastuti, 2022). Penelitian lain oleh (Waworundeng, 2020) menunjukkan bahwa penggunaan flame sensor secara simultan dengan sensor asap dapat meningkatkan akurasi sistem dalam mengenali kebakaran (Keselamatan Kerja Dan Kesehatan Kerja et al., 2025). Di sisi lain, integrasi sistem ini dengan aplikasi Telegram untuk notifikasi *real-time* telah terbukti menjadi solusi yang praktis dan efisien untuk memberikan peringatan kepada pengguna (Dian Susatyo & Arsito Ari Kuncoro, 2025).

Namun demikian, sebagian besar sistem yang dikembangkan masih bersifat pasif, hanya memberikan notifikasi tanpa adanya aksi otomatis dalam memadamkan api. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang tidak hanya mendeteksi dan memberikan peringatan, tetapi juga dapat memadamkan kebakaran secara mandiri pada skala kecil (Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, n.d.).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi dan pemadam kebakaran otomatis berbasis ESP32 dengan integrasi sensor asap (MQ-2), flame sensor, buzzer, LCD I2C 20x4, water pump, dan relay, serta notifikasi ke aplikasi Telegram secara *real-time*. Dengan menggabungkan sistem deteksi dan pemadaman dalam satu

platform berbasis IoT, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengembangkan sistem keamanan kebakaran yang lebih cerdas, efisien, dan mudah diimplementasikan, terutama di lingkungan rumah tangga dan usaha kecil menengah (UKM)(Saputra et al., 2024).

Metode Penelitian

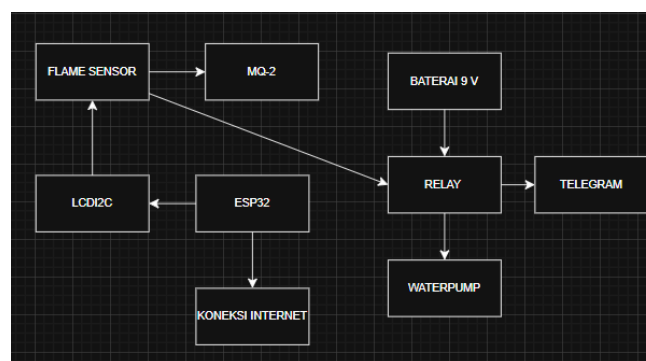
Penelitian ini dilakukan di Universitas Duta Bangsa Surakarta Fakultas Teknik dan informatika. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pendekatan analisis data hasil pengamatan. Penelitian diawali dengan studi literatur terkait sistem deteksi dan pemadaman kebakaran otomatis, teknologi Internet of Things (IoT), dan penggunaan protokol komunikasi untuk notifikasi jarak jauh.



Gambar 1. Metode Pengerjaan

Perancangan Perangkat Keras

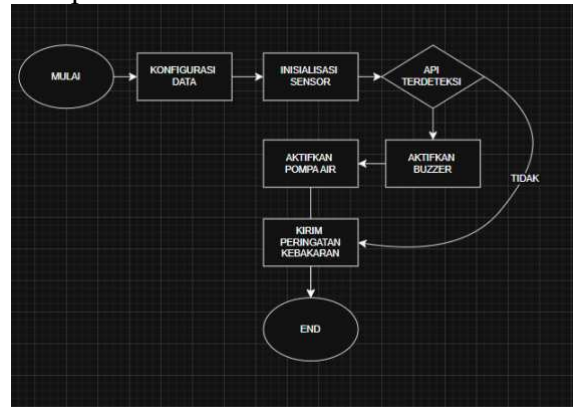
Pada perancangan sistem perangkat keras ESP32 digunakan sebagai pusat kendali, yang mengumpulkan data dari flame sensor dan MQ-2. Jika api terdeteksi pada flame sensor akan mengirimkan peringatan terdeteksinya kebakaran pada LCD I2C, mengaktifkan buzzer, mengaktifkan pompa air melalui relay, dan mengirimkan notifikasi ke telegram adanya deteksi api dan untuk MQ-2 mengirimkan notifikasi telegram tidak memicu buzzer menyala.



Gambar 2. Blok Diagram Perangkat Keras

Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Komunikasi data menggunakan API dari Telegram Bot untuk pengiriman notifikasi. ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi kampus dan mengirimkan data ke Telegram melalui protokol HTTPS.



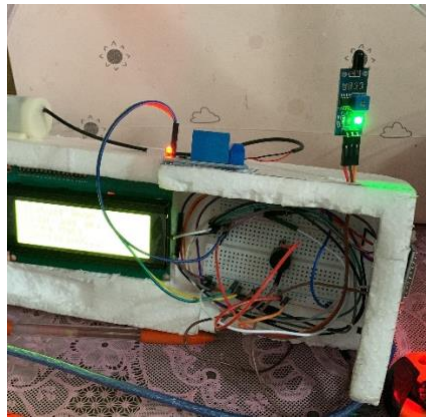
Gambar 3. Sistem Kerja Alat

Pengujian

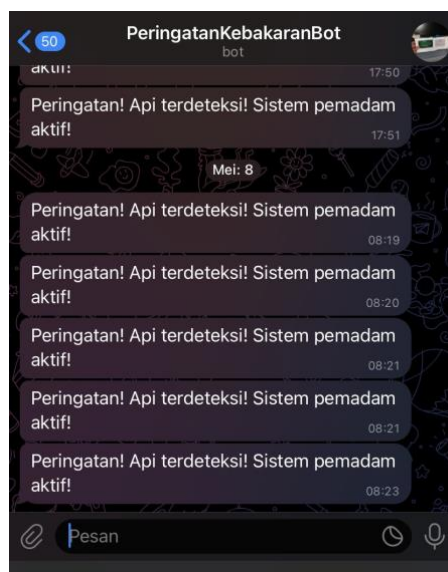
Pengujian dilakukan pada ruangan kelas di Universitas Duta Bangsa Surakarta dengan cara menempatkan sistem pada ruangan tertutup, kemudian menyalakan api kecil dari korek api untuk menguji respons flame sensor dan kertas yang dibakar lalu dipadamkan untuk menguji sensor MQ-2. Sistem akan membaca nilai dari sensor secara berkala. Jika terdeteksi nilai ambang batas, maka sistem akan secara otomatis mengaktifkan alarm (buzzer), menyemburkan air, dan mengirimkan peringatan ke telegram. Pengujian ini dilakukan 20 kali untuk memperoleh data konsisten waktu deteksi sensor, waktu respon sistem, keakuratan pengiriman notifikasi melalui telegram, efektivitas pompa dalam memadamkan api.

Tabel. 1 Pengujian Keakuratan

No	Jenis Pengujian	Parameter Uji	Hasil	Keterangan
1	Waktu Deteksi Sensor	Waktu dari munculnya api/asap sampai terdeteksi (detik)	1.2 detik	Sensor flame dan MQ-2 berfungsi baik
2	Waktu Respon Sistem	Waktu dari deteksi sampai aktuator aktif (detik)	1.5 detik	Respon cepat: buzzer, pompa, dan notifikasi aktif
3	Keakuratan Notifikasi Telegram	Notifikasi terkirim saat kondisi darurat (%)	100% (5/5 uji coba berhasil)	Notifikasi selalu diterima pengguna



Gambar 5. Pengujian Alat



Gambar 6. Pengujian Notifikasi Telegram

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan suatu sistem deteksi dan pemadaman kebakaran otomatis yang bekerja dengan mengandalkan sensor api (flame sensor) dan sensor gas MQ-2, serta menggunakan ESP32 sebagai pusat pengendali. Hasil-hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi adanya kebakaran dan merespons secara cepat dengan mengaktifkan buzzer, pompa air, serta mengirimkan notifikasi ke Telegram. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara real-time dan efektif dalam mendeteksi serta menangani kondisi kebakaran skala kecil.

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Jenis Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Waktu deteksi sensor	1.2 detik	Deteksi cepat, sensor bekerja optimal
2	Waktu respon sistem	1.5 detik	Sistem merespon cepat terhadap kondisi darurat
3	Keakuratan notifikasi telegram	100% (5 dari 5 percobaan)	Notifikasi berhasil diterima seluruhnya

Berdasarkan Tabel 7 di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki waktu deteksi yang cepat (1.2 detik), serta respon sistem terhadap kondisi darurat cukup efisien (1.5 detik). Ini menandakan bahwa *kombinasi ESP32 dan sensor* memiliki kompatibilitas dan integrasi yang baik untuk aplikasi sistem keselamatan kebakaran.

Salah satu temuan ilmiah penting dari penelitian ini adalah bahwa nilai ambang batas (threshold) hasil kalibrasi sensor api memiliki pengaruh langsung terhadap sensitivitas sistem terhadap deteksi api. Nilai rata-rata hasil pembacaan sensor tanpa api berada pada kisaran 3400–3600. Setelah dilakukan proses kalibrasi awal, sistem menetapkan nilai threshold sebesar 3000. Pada saat nyala api dikenakan, nilai sensor turun drastis ke kisaran 1800–2200, dan sistem merespons dalam waktu kurang dari 1 detik dengan mengaktifkan buzzer, pompa, serta mengirimkan notifikasi ke Telegram.

Fenomena ini dapat dijelaskan secara ilmiah berdasarkan prinsip kerja infrared photodiode pada flame sensor, di mana panjang gelombang dari nyala api terdeteksi dan menghasilkan tegangan output yang menurun. Penurunan sinyal analog inilah yang diproses oleh ESP32 sebagai indikator keberadaan api. Perubahan tegangan dari sensor terjadi secara eksponensial seiring peningkatan intensitas api dan kedekatan sumber nyala terhadap sensor. Hal ini selaras dengan studi yang menyatakan bahwa sensitivitas sensor api sangat bergantung pada tingkat emisi infrared radiation dari sumber kebakaran dan kondisi pencahayaan sekitar.

Sistem juga berhasil mengirimkan pesan peringatan ke Telegram dalam waktu kurang dari 3 detik setelah deteksi, selama koneksi Wi-Fi dalam keadaan stabil. Ini menunjukkan bahwa penggunaan HTTPClient untuk API Telegram cukup efektif untuk aplikasi real-time alert. Hasil ini sejalan dengan temuan oleh Putra & Widodo (2021), di mana sistem berbasis ESP32 dan Telegram menunjukkan latensi komunikasi yang rendah dan andal untuk sistem pemantauan jarak jauh.

Pada tampilan LCD, sistem menampilkan status keamanan secara berkala. Saat kebakaran terdeteksi, informasi seperti “Pompa Aktif”, “Api Terdeteksi”, dan “Kirim

Telegram...” muncul, dan kembali ke “Status: Aman” saat sensor tidak lagi mendeteksi nyala api. Ini membantu pengguna memahami kondisi secara langsung.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor

Skenario Pengujian	Jarak Api (cm)	Pembacaan Sensor	Rata-rata
1	5	2100	2200
2	10	2300	2400
3	15	2400	2500

Berdasarkan gambar 8 data dari tiga skenario pengujian, terlihat bahwa semakin jauh jarak antara sumber api dan sensor (dalam hal ini kemungkinan flame sensor), nilai pembacaan sensor mengalami peningkatan. Pada jarak 5 cm, rata-rata pembacaan sensor adalah 2200, meningkat menjadi 2400 pada 10 cm, dan mencapai 2500 pada jarak 15 cm. Hal ini menunjukkan bahwa sensor memiliki nilai pembacaan lebih tinggi saat api berada lebih jauh, yang dapat diartikan sebagai penurunan intensitas deteksi terhadap api yang mendekat. Dengan kata lain, sensor lebih sensitif terhadap nyala api yang lebih dekat dan menghasilkan nilai lebih rendah, dan sebaliknya. Oleh karena itu, sistem harus dikalibrasi dengan tepat agar dapat membedakan secara akurat keberadaan api berdasarkan jarak dan nilai ambang (threshold) yang sesuai.

Tabel dan Gambar diletakkan di dalam kelompok teks sesudah tabel atau gambar tersebut dirujuk. Setiap gambar harus diberi judul gambar (Figure Caption) di sebelah bawah gambar tersebut dan bernomor urut angka diikuti dengan judul gambar. Setiap tabel harus diberi judul tabel (Table Caption) dan bernomor urut angka di sebelah atas tabel tersebut diikuti dengan judul tabel. Gambar-gambar harus dijamin dapat tercetak dengan jelas (ukuran font, resolusi dan ukuran garis harus yakin tercetak jelas). Gambar dan tabel dan diagram/skema sebaiknya diletakkan sesuai kolom diantara kelompok teks atau jika terlalu besar diletakkan di bagian tengah halaman. Tabel tidak boleh mengandung garis-garis vertikal, sedangkan garis-garis horisontal diperbolehkan tetapi hanya yang penting-penting saja.

Tabel 4. Hasil Pengujian Perbandingan

Peneliti / Studi	Sensor yang Digunakan	Mikrokontroler	Media Notifikasi	Kebutuhan Tambahan	Kelebihan / Kekurangan
Juantino	Flame Sensor	ESP32	Telegram (Bot API)	Tanpa modul GSM	Integrasi cepat, hemat daya, biaya rendah
A. Wijaya (2022)	Flame + Smoke Sensor	Arduino Uno	SMS (modul GSM SIM800L)	Modul GSM, SIM Card	Akurat, tetapi boros daya & biaya lebih tinggi
S. Ramadhan (2023)	Flame Sensor	NodeMCU (ESP8266)	Email	Setup SMTP & koneksi lambat	Murah, namun delay notifikasi cukup tinggi
M. Lestari (2021)	Smoke Sensor	Arduino Nano	Buzzer + LED	Tidak terhubung cloud	Respons cepat lokal, tapi tidak jarak jauh
D. Saputra (2023)	Flame + Gas Sensor	ESP32	Telegram + LCD I2C	Sama dengan penelitian ini	Mirip, tetapi tanpa kontrol otomatis pompa

Dari perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa sistem yang Anda kembangkan memiliki keunggulan utama dalam integrasi antarmuka digital melalui Telegram secara langsung tanpa modul tambahan seperti GSM. Selain itu, penggunaan ESP32 memungkinkan komunikasi Wi-Fi, kontrol otomatis perangkat (pompa dan buzzer), serta tampilan LCD, menjadikannya lebih efisien, hemat biaya, dan praktis dibanding studi lain yang membutuhkan perangkat eksternal atau tidak mendukung notifikasi jarak jauh.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian alat yang telah dilakukan, Sistem Deteksi dan Pemadam Kebakaran Berbasis ESP32 dengan Notifikasi Telegram dapat dikatakan berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan api dan asap secara otomatis menggunakan flame sensor dan sensor MQ-2. Respon sistem terhadap kondisi darurat berjalan cepat dan akurat, seperti mengaktifkan buzzer, menyalakan pompa air melalui relay, menampilkan status pada LCD I2C, serta mengirimkan notifikasi secara real-time ke aplikasi Telegram. Pengujian menunjukkan sistem bekerja stabil dan efektif dalam mendeteksi dan merespons situasi kebakaran, dengan potensi pengembangan lebih lanjut ke arah sistem pemantauan berbasis IoT

yang terintegrasi dengan penyimpanan cloud, dashboard pemantauan web, serta penerapan di area yang tidak memiliki penjagaan manusia secara terus-menerus seperti halnya: 1). Sistem deteksi dan pemadam kebakaran otomatis berbasis ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan api menggunakan *flame sensor* dan mendeteksi keberadaan asap menggunakan sensor MQ-2, serta merespon kondisi darurat secara otomatis tanpa intervensi manusia. 2). Ketika *flame sensor* mendeteksi adanya api, sistem secara otomatis mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm peringatan, menampilkan status pada LCD I2C, mengaktifkan pompa air untuk pemadaman melalui modul relay, dan mengirimkan notifikasi darurat ke aplikasi Telegram. Sementara itu, sensor MQ-2 hanya memberikan peringatan kebocoran gas/asap melalui Telegram tanpa mengaktifkan *buzzer* dan pompa air. 3). Berdasarkan pengujian, sistem menunjukkan waktu respon yang cepat terhadap deteksi api dan asap. Notifikasi Telegram berhasil dikirim secara akurat dan real-time. Selain itu, pompa air bekerja efektif dalam memadamkan api kecil, terutama saat api berada dalam jangkauan optimal sensor. 4). Hasil pengujian sensor terhadap api pada jarak 5 cm hingga 15 cm menunjukkan adanya tren peningkatan nilai pembacaan sensor seiring bertambahnya jarak. Hal ini menunjukkan bahwa sistem lebih sensitif ketika api berada lebih dekat. Oleh karena itu, diperlukan kalibrasi ambang batas (*threshold*) pembacaan sensor secara presisi untuk menghindari kesalahan deteksi (*false positive* atau *false negative*). 5). Prospek pengembangan sistem ke depan mencakup integrasi dengan platform *Internet of Things (IoT)* berbasis cloud, penyimpanan data historis, visualisasi data dalam bentuk grafik pada *web dashboard*, serta pengembangan sistem deteksi multi-zona dan penambahan sensor suhu atau sensor api lainnya. Sistem ini memiliki potensi aplikasi tinggi pada lokasi tanpa penjagaan permanen seperti gudang, ruang server, fasilitas publik, atau industri kecil dan menengah.

Daftar Pustaka

- Akbar Nuryadin, R., Rahman Yusuf, A., Reza, M., Fadlila Alifian, N. H., & Shagita Dyah, P. A. (2024). Prototype Sistem Deteksi Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 Dan Flame Sensor Berbasis IOT. *Jurnal Riset Dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, 05.
- Dian Susatyono, J., & Arsito Ari Kuncoro, dan. (2025). *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Multimedia Pengembangan Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Deteksi Intrusi Real-Time Menggunakan Sensor PIR dan Kamera, serta Notifikasi Otomatis melalui Aplikasi Mobile*. <https://doi.org/10.55606/jupikom.v4i2.3856>
- Hasna, A. M., Dahlia, S., Harsono, R. T. N., & Adiputra, A. (2023). Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Ancaman Kebakaran. *JAMBURA GEO EDUCATION JOURNAL*, 4(2), 147–156. <https://doi.org/10.34312/jgej.v4i2.20933>
- Keselamatan Kerja Dan Kesehatan Kerja, P., Gau, I., Tahier, I., & Palopo, M. (2025). *Penyelamatan Kabupaten Luwu* (Vol. 7, Issue 1). <https://journalpedia.com/1/index.php/jmd>
- Kristama, Y. S., & Widiyari, I. R. (2022). Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU Dan Telegram. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(3), 1599. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4445>
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (n.d.).

- Novita Sari, V., Zulkifli, I., & Antony, F. (n.d.). *Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT Dan Sms Gateway Menggunakan Arduino*.
- Saputra, D. B., Hidayati, R., & Suhardi, S. (2024). Sistem Deteksi Dini dan Pemadaman Kebakaran Otomatis di Rumah Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP32. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 5(3), 581. <https://doi.org/10.30865/json.v5i3.6974>
- Sarjana, G., Falkultas Teknik, D., & Nababan, N. V. (16 C.E.). *Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh*.
- Sri Giyanto, O., & Negeri Bengkalis, P. (2022). Politeknik Negeri Bengkalis. In *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*.
- Waworundeng, J. M. S. (2020). Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT Design of Smoke and Flame Detection Systems Based on Sensors, Microcontrollers and IoT. *Cogito Smart Journal* 1, 6(1).