

SISTEM PEMADAM API OTOMATIS PADA PANEL DISTRIBUSI
LISTRIK BERBAIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)Panny Pahrezy¹, Robul Ardiansyah¹, Enggar Hero Istoto¹, Limartaida Siahaan¹¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: pannypahrezy@gmail.com

ABSTRAK

Kebakaran pada panel distribusi listrik sering kali dipicu oleh lonjakan suhu, gangguan daya, atau timbulnya gas dan asap. Guna meminimalisasi potensi bahaya tersebut, dirancang sebuah sistem pemadam kebakaran otomatis berbasis IoT yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Rangkaian sistem ini memanfaatkan sensor DS18B20 (suhu), MQ-2 (asap/gas), flame sensor (api), dan sensor tegangan (pemantau baterai) yang bekerja secara terintegrasi untuk mengelompokkan status operasional menjadi kondisi normal, peringatan, maupun bahaya. Dari hasil pengujian teknis, ambang batas status peringatan suhu ditetapkan pada $>50^{\circ}\text{C}$, sedangkan sensor MQ-2 aktif saat nilai pembacaan ADC mencapai 375 atau lebih. Adapun flame sensor memiliki jangkauan deteksi api antara 10 hingga 40 cm. Sistem ini memiliki tingkat responsivitas tinggi dengan jeda waktu hanya 0,8 detik dari terdeteksinya api hingga aktuator APAR menyemburkan media pemadam. Keunggulan lain dari sistem ini adalah keterhubungan data secara real-time ke aplikasi Android melalui Firebase Realtime Database. Secara keseluruhan, inovasi ini terbukti efektif sebagai solusi deteksi dini dan tindakan penanganan awal kebakaran pada infrastruktur kelistrikan.

Kata kunci: *Internet of Things*, Panel Distribusi Listrik, APAR.

ABSTRACT

Fires in electrical distribution panels are often triggered by temperature fluctuations, power disturbances, or the emission of gas and smoke. To mitigate these potential hazards, an IoT-based automatic fire suppression system controlled by an ESP32 microcontroller was designed. The system integrates DS18B20 (temperature), MQ-2 (smoke/gas), flame, and voltage (battery monitoring) sensors to categorize operational status into normal, warning, or danger conditions. Technical testing established the temperature warning threshold at $>50^{\circ}\text{C}$, while the MQ-2 sensor activates when the ADC reading reaches 375 or higher; the flame sensor has a detection range of 10 to 40 cm. The system demonstrates high responsiveness, with a delay of only 0.8 seconds between flame detection and the fire extinguisher actuator discharging the suppression agent. Another key feature is real-time data connectivity to an Android application via the Firebase Realtime Database. Overall, this innovation proves effective as a solution for early detection and initial fire response in electrical infrastructure.

Keywords: *Internet of Things*, Electrical Distribution Panel, Portable Fire Extinguisher.

1. PENDAHULUAN

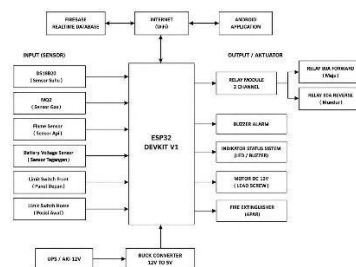
Panel distribusi listrik berpasokan vital pada gedung dan industri rentan mengalami gangguan seperti beban berlebih dan korsleting. Kondisi ini dapat memicu peningkatan suhu, timbulnya asap, hingga titik api yang berpotensi menyebabkan kebakaran hebat jika tidak segera ditangani (Kurnia Fauzi et al., 2025).

Penanganan kebakaran saat ini masih dominan menggunakan APAR secara manual. Metode konvensional ini dinilai kurang efektif karena berisiko mengalami keterlambatan deteksi pada lokasi panel yang terisolasi, sekaligus membahayakan keselamatan petugas di lapangan (Ramadhan et al., 2021).

Sebagai solusi, teknologi *Internet of Things* (IoT) dimanfaatkan untuk membangun sistem mitigasi dan pemantauan jarak jauh secara otomatis. Penelitian ini merancang sistem keamanan berbasis mikrokontroler ESP32 yang mengintegrasikan sensor DS18B20 (suhu), MQ-2 (asap/gas), *flame sensor* (api), serta sensor tegangan untuk memantau stabilitas daya secara *real-time*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode perancangan dan pengujian sistem. Tahap penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pembuatan perangkat lunak, pemrograman aplikasi, serta pengujian sistem. Perangkat keras terdiri dari ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor gas MQ-2, sensor api, buzzer, dan APAR. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 dan dikirim ke Firebase Realtime Database untuk ditampilkan pada aplikasi Android secara real-time. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam mendeteksi potensi kebakaran dan mengaktifkan APAR secara otomatis. Seluruh tahapan divisualisasikan dalam bentuk blok diagram pada Gambar 1.

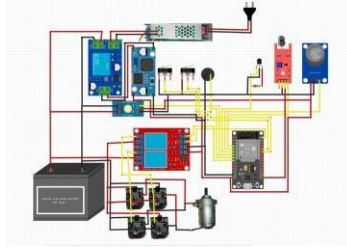


Gambar 1. Blok Diagram

Blok diagram dibuat untuk menyajikan gambaran alur kerja sistem secara ringkas dan terorganisir. Dengan blok diagram ini, baik untuk pengguna maupun pengembang dapat memahami interaksi antara komponen dengan lebih mudah.

2.1 Sistem kontrol ESP 32

ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem yang menerima data dari sensor suhu, sensor gas, sensor api, dan sensor tegangan. Data tersebut diolah untuk menentukan kondisi sistem serta mengaktifkan buzzer dan APAR secara otomatis saat terdeteksi potensi kebakaran. Selain itu, ESP32 mengirimkan data monitoring ke aplikasi Android melalui Firebase secara real-time.



Gambar 2. Diagram Sistem Kontrol ESP 32

2.2 Desain Antarmuka Pengguna (*User Interface*) Aplikasi

Pada penelitian ini, aplikasi Android digunakan sebagai media monitoring untuk menampilkan data sensor dan status sistem pemadam api otomatis secara real-time. Informasi yang ditampilkan meliputi suhu, gas, api, tegangan UPS, status APAR, dan alarm yang dikirimkan oleh ESP32 melalui Firebase.



Gambar 3. Desain Tampilan Aplikasi

Selain berfungsi sebagai media monitoring, aplikasi juga menyediakan fitur kontrol dan notifikasi alarm untuk memudahkan pengguna dalam mengawasi kondisi panel distribusi. Tampilan aplikasi dirancang sederhana, informatif, dan mudah digunakan sehingga informasi sistem dapat dipantau secara real-time melalui smartphone.

2.3 Uji Coba Alat

Uji coba sistem dilakukan untuk memastikan sensor, ESP32, dan aktuator pemadam bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian bertujuan mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi potensi kebakaran, mengirimkan data secara real-time, serta mengaktifkan sistem pemadam secara otomatis. Hasil pengujian digunakan untuk menilai kinerja dan keandalan sistem yang dikembangkan.

2.4 Pembuatan *Software*

Pembuatan software dilakukan untuk mengintegrasikan sensor, mikrokontroler ESP32, Firebase, dan aplikasi Android dalam satu sistem monitoring kebakaran berbasis Internet of Things (IoT). Software pada ESP32 dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk mengolah data sensor dan mengirimkannya ke Firebase secara real-time. Selanjutnya, aplikasi Android Studio digunakan sebagai antarmuka monitoring yang menampilkan kondisi sensor, status sistem, dan notifikasi kebakaran kepada pengguna.

2.5 Pemograman Aplikasi

Pemrograman aplikasi dilakukan menggunakan Android Studio sebagai antarmuka monitoring sistem. Aplikasi dirancang untuk menampilkan data sensor secara real-time, seperti suhu, gas, api, status APAR, dan kondisi sistem yang diperoleh dari Firebase Realtime Database. Selain itu, aplikasi juga dilengkapi fitur notifikasi alarm dan kontrol manual APAR untuk memudahkan pengguna dalam memantau serta menangani potensi kebakaran pada panel distribusi listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alat Keseluruhan

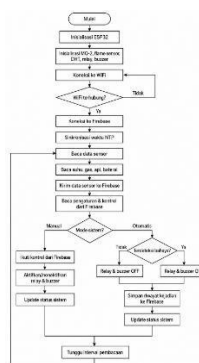
Alat yang dirancang merupakan sistem pemadam api otomatis pada panel distribusi listrik berbasis Internet of Things (IoT). Sistem terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, sensor suhu DS18B20, sensor gas MQ-2, flame sensor, buzzer, relay, dan APAR. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 untuk mendeteksi potensi kebakaran berdasarkan kondisi suhu, asap, dan api.



Gambar 4. Alat Keseluruhan

3.2 Alur Sistem Flowchart

Flowchart merupakan suatu alur kerja yang digambarkan melalui symbol tertentu yang memiliki arti yang mana pada flowchart dijelaskan dengan rinci suatu proses/alur kerja sebuah sistem dibangun.



Gambar 5. Sistem Flowchart

3.2 Flame Sensor

Flame sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan api pada panel distribusi. Data yang diperoleh sensor dikirim ke ESP32 untuk diproses sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengaktifkan sistem alarm dan pemadam api otomatis.

Tabel 1. Data Hasil Uji Flame Sensor

No	Kondisi Pengujian	Output DO	Status	Keterangan
1	Tidak ada api	HIGH	Aman	Sensor tidak mendeteksi radiasi nyala api
2	Api pada jarak 40 cm	LOW	Terdeteksi	Sensor memberikan sinyal aktif ketika menerima radiasi api
3	Api pada jarak 30 cm	LOW	Terdeteksi	Nyala api dapat dideteksi dengan baik
4	Api pada jarak 20 cm	LOW	Terdeteksi	Sensor memberikan keluaran LOW secara stabil
5	Api pada jarak 10 cm	LOW	Terdeteksi	Sensor mendeteksi nyala api dengan respons yang kuat



Gambar 6. Uji Coba Sensor Flame

Hasil pengujian menunjukkan bahwa flame sensor mampu mendeteksi keberadaan api hingga jarak 30 cm. Nilai analog sensor menurun seiring berkurangnya jarak antara sensor dan sumber api. Selain itu, output digital sensor berubah dari kondisi normal menjadi terdeteksi saat api berada dalam jangkauan sensor.

3.3 Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan suhu. Hasil pembacaan sensor kemudian dibandingkan dengan termometer digital sebagai nilai referensi untuk memperoleh nilai error dan akurasi pengukuran.

Tabel 2. Data Hasil Uji SensorSuhu DS18B20

No	Kondisi	Suhu Terukur	Status	Keterangan
1	Suhu normal	29,5°C	Normal	Suhu berada pada kondisi lingkungan normal
2	Suhu meningkat	40,2°C	Normal	Terjadi peningkatan suhu, tetapi belum melewati batas
3	Suhu mendekati batas	48,6°C	Normal	Suhu mendekati batas WARNING
4	Suhu tinggi	52,1°C	Warning	Suhu telah melebihi batas 50°C
5	Suhu sangat tinggi	60,4°C	Warning	Suhu berada jauh di atas batas peringatan



Gambar 7. Uji Coba Sensor DS1820

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem pemadam api otomatis berbasis ESP32 berhasil direalisasikan dan mampu mengintegrasikan sensor DS18B20, MQ-2, flame sensor, serta sensor tegangan baterai untuk mendeteksi kondisi normal, peringatan, dan bahaya. Seluruh sensor dan aktuator, termasuk buzzer, relay, serta mekanisme APAR, berfungsi dengan baik sehingga sistem dapat melakukan pemadaman secara otomatis ketika api terdeteksi. Selain itu, integrasi Firebase Realtime Database dan aplikasi Android memungkinkan monitoring kondisi sistem secara *real-time*, sedangkan penggunaan relay, motor starter, dan *limit switch* meningkatkan keamanan serta keandalan mekanisme pemadaman

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Dukungan tersebut mencakup penyediaan fasilitas, arahan dan bimbingan dari para dosen, serta bantuan dari pimpinan dan seluruh staf yang turut berperan dalam mendukung kelancaran setiap tahapan kegiatann.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardin Fajar Tri Admaja, Edi Kurniawan, and Dian Junita Arisusanty, *Rancang Bangun Kontrol Pemadam Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 dan Flame Sensor 5 Channel Berbasis Fuzzy Logic*, vol. 2, no. 4. 2024. doi: 10.61132/globe.v2i4.596.
- A. Pudoli, D. Kusumaningsih, and M. Wahyudi, "Penerapan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Masa Studi dan Predikat Lulusan S1 Akuntansi pada STIE Muhammadiyah Jakarta," *J. TICOM*, vol. 5, no. 3, pp. 181–186, 2017.
- A. Ramadhan, J. Jamaaluddin, and S. D. Ayuni, "Alat Pendeteksi Dini Kebakaran dan Pemadam Otomatis Dilengkapi dengan Video Streaming Berbasis Internet of Things," *SinarFe7*, vol. 4, no. 1, pp. 645–649, 2021.
- B. Subagja and E. D. Protection, "Sistem Monitoring Energi Listrik 3 Fasa Dan Proteksi Panel Dari Kebakaran Berbasis IOT (Internet Of Things) Pada," pp. 1248–1254, 2025.
- D. Sebagai *et al.*, "Sistem Monitoring Dan Keamanan Dapur," 2025.
- F. Ferdiansyah, R. Suhradi Rahmat, J. Education Park, J. Ki Hajar Dewantara, and N. Cikarang, "Alat Pendeteksi Kebakaran dan Pemadam Api Otomatis Menggunakan Kontrol Arduino," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 7, no. 2, pp. 77–89, 2022.
- P. Akhir, F. H. Zahra, and P. P. Surabaya, "Prototipe Otomatisasi Alarm And Fire Extinguisher Pada Panel Listrik Di Bandar Internet Of Things Prototipe Otomatisasi Alarm And Fire Extinguisher Pada Panel Listrik Di Bandar," 2024.
- P. Prinsip, R. Kaki, S. Dengan, B. Suku, A. Di, and K. Manokwari, "Scientica Scientica," vol. 3, no. 5, pp. 333–340, 2026.
- R. S. Rizki, I. D. Sara, and M. Gapy, "Sistem Deteksi Kebakaran Pada Gedung Berbasis Programmable Logic Controller (Plc)," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 99–104, 2017.
- Senna Malik Ibrahim, Jundan Ahsana Muhammad, Kholis Widodo, and Mochammad Luqman Ashari, "Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif pada Gedung Administrasi Perusahaan Listrik Surabaya," *J. Student Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 79–86, 2025.
- Y. P. Indraswari, S. Nisrinaa, and R. N. Wardhani, "Deteksi Api Menggunakan

Pengolahan Citra dengan Metode SIFT pada Smart Fire Extinguisher Berbasis IoT,” vol. 14, no. 1, 2026.

- Z. M. Kurnia Fauzi, F. Ranuharja, and R. Mukhaiyar, “Internet of Things-based fire alarm monitoring system for industrial electrical panels DHT22 MQ2 Flame Sensor Blynk Corresponding Author,” *J. Ind. Autom. Electr. Eng.*, vol. 02, no. 02, pp. 15–21, 2025.
- Z. Zulkifli, M. Muhallim, and H. Hasnahwati, “Pengembangan Sistem Alarm Dan Pemadam Kebakaran Otomatis Menggunakan Internet of Things,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024.