



INTEGRASI SISTEM PEMANTAUAN ALARM KEBAKARAN BERBASIS ARDUINO DAN NOTIFIKASI TELEGRAM MAN 1 KABUPATEN SERANG

Article history

Received: 20 Juli 2026

Revised: 15 Agustus 2026

Accepted: 17 Agustus 2026

DOI: [10.35329/jp.v6i3.7484](https://doi.org/10.35329/jp.v6i3.7484)

^{1*}Hayadi Hamuda, ¹Theofilus Herly Hatonangan Samosir

¹Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang, Indonesia.

**Corresponding author*

dosen02886@unpam.ac.id

Abstrak

Kejadian kebakaran di MAN 1 Kab. Serang menyoroti pentingnya sistem peringatan dini belum memiliki sistem deteksi dini kebakaran yang terintegrasi dan responsif, karena sekolah ini menyimpan banyak perangkat teknologi dan dokumen penting. Tanpa teknologi pendeteksi suhu, asap, dan api yang mutakhir pada risiko kerusakan akibat kebakaran. Evaluasi yang dilakukan dengan kuisioner pra-tes dan pasca-tes berdasarkan pemahaman sistem baru untuk memanfaatkan sensor DHT22 untuk mengukur suhu, MQ-2 untuk mendeteksi asap, dan sensor nyala api yang semuanya terhubung ke mikrokontroler. Data dari sensor tersebut dikirimkan secara real-time ke server cloud melalui koneksi WiFi, kelembapan, gas, atau nyala api terlampaui, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm suara, mengontrol perangkat listrik melalui relai, dan mengirimkan peringatan ke web serta aplikasi telegram. Saat pengujian, sistem tetap stabil dengan tingkat ketersediaan di atas 92%. Inovasi ini bertujuan memperkuat kesiapan sekolah dalam menghadapi kebakaran, memfasilitasi evakuasi cepat, dan meminimalkan dampak kerugian akibat bencana.

Kata kunci: *IoT; kegiatan keterlibatan masyarakat; pemantauan; telegram, web.*



Gambar 1. Lokasi Pemantauan Sistem Kebakaran

1. PENDAHULUAN

Di lingkungan akademis, kebakaran memiliki dampak yang luas. Kebakaran dapat merusak fasilitas fisik, termasuk ruang kelas, laboratorium, dan alat bantu pengajaran,

sekaligus menghancurkan data penting seperti dokumen administrasi, catatan siswa, dan inventaris sekolah (Sudarta et al., 2022). Dalam kasus yang parah, kebakaran dapat mengancam keselamatan staf sekolah dan siswa yang berada di lokasi pada saat kejadian. Oleh karena itu, strategi pencegahan kebakaran yang proaktif sangat penting untuk menjamin keselamatan dan kelancaran proses pembelajaran (Fasya & Efendi, 2024). Kemajuan dalam bidang Internet of Things telah memfasilitasi pengembangan berbagai solusi inovatif di bidang lingkungan, keselamatan dan keamanan termasuk sistem deteksi kebakaran dini. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan pengiriman peringatan secara otomatis, sehingga meminimalkan kerusakan akibat kebakaran (Issaka et al., 2025).

Kebakaran merupakan bencana umum yang menyebabkan kerusakan parah. Kebakaran terjadi ketika suatu bahan mencapai suhu kritis dan mengalami reaksi kimia dengan oksigen, yang mengakibatkan pelepasan panas, nyala api, cahaya, asap, uap air, karbon monoksida, karbon dioksida, serta berbagai produk sampingan dan dampak lainnya. Situasi ini sangat memprihatinkan, terutama jika insiden terjadi di luar jam sekolah, seperti pada malam hari, akhir pekan, atau selama liburan panjang (Perumal et al., 2026). Tidak adanya sistem pemantauan jarak jauh berarti bahwa petugas keamanan atau pengelola sekolah tidak dapat segera mengidentifikasi potensi bahaya kebakaran. Hal ini meningkatkan risiko kerusakan jika terjadi kebakaran yang tidak terkendali (Sudarta et al., 2022). Lembaga tersebut juga tidak memiliki kemampuan teknis internal untuk mengembangkan dan mengelola sistem peringatan dini yang didukung oleh teknologi terkini. Oleh karena itu, respons segera dari pihak eksternal yang memiliki keahlian teknis sangatlah penting (Triyatno et al., 2023).

Madrasah Aliyah Negeri 1 Kab. Serang adalah lembaga pendidikan menengah keagamaan negeri yang ditandai dengan jumlah siswa yang cukup besar dan lingkungan belajar yang dinamis. Sekolah ini terdiri dari sejumlah ruang kelas, laboratorium, ruang guru, dan kantor administrasi, yang semuanya dilengkapi dengan instalasi listrik. Kegiatan yang akan dilakukan oleh tim menunjukkan bahwa lembaga tersebut belum memiliki sistem deteksi kebakaran otomatis (Nizam et al., 2022). Peralatan keselamatan kebakaran yang ada saat ini hanya berupa alat pemadam api portabel (APAR) yang ditempatkan di berbagai lokasi; namun, tidak ada sistem jaringan online mandiri untuk mendeteksi suhu, asap, atau kebakaran. Sepanjang sejarah, berbagai metode telah dikembangkan untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal kebakaran, termasuk kenaikan suhu, adanya asap, atau deteksi sumber panas yang tidak biasa (Yudhistira et al., 2025). Teknologi Internet of Things (IoT) telah muncul sebagai metode terdepan dalam pengembangan Sistem Pemantauan Peringatan Dini Kebakaran Terintegrasi. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor dan konektivitas internet untuk mengumpulkan dokumen lingkungan secara real-time dan mengirimkan peringatan otomatis ketika potensi kebakaran terdeteksi. Sayangnya, tidak semua lembaga pendidikan di Indonesia, terutama di daerah pedesaan, memiliki akses atau kapasitas untuk memanfaatkan teknologi ini (Syaif & Iskandar, 2025).

Mengingat situasi ini, pengembangan sistem pemantauan kebakaran berbasis Arduino menjadi sangat penting. Sistem ini memudahkan pemantauan suhu, asap, dan kondisi kebakaran di semua ruangan prioritas yang telah ditentukan, termasuk ruang server, ruang staf, dan laboratorium (Apriani et al., 2022). Program peningkatan keterampilan ini didukung oleh penelitian terkini yang menekankan pentingnya pelatihan berbasis pengalaman dalam meningkatkan pemahaman siswa. Sebuah studi menunjukkan bahwa pelatihan yang berorientasi pada praktik dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengidentifikasi masalah hingga 90 persen, dibandingkan dengan pembelajaran yang hanya berfokus pada teori. Selain itu, penelitian empiris membuktikan keefektifan aplikasi kehadiran digital sebagai sumber daya pedagogis dalam membantu pemahaman siswa terhadap situs web digital. Inisiatif ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi siswa melalui metodologi praktis dan berbasis praktik langsung. Inisiatif ini berfungsi sebagai platform untuk memfasilitasi penyebaran temuan dari kegiatan

keterlibatan masyarakat terkait dasbor pemantauan berbasis web, khususnya sehubungan dengan penerapannya dalam sistem pendidikan MAN 1 Kab. Serang (Hadji et al., 2026).

Saat ini, banyak sistem deteksi kebakaran yang beroperasi secara konvensional dan terbatas pada peringatan lokal. Keterlambatan yang berkepanjangan dalam menyebarkan informasi kepada pengguna seringkali berakibat pada meningkatnya risiko bahaya. Munculnya IoT telah mengubah pendekatan deteksi kebakaran dari yang semula reaktif menjadi proaktif dan terintegrasi (Hamuda et al., 2026). Pengguna dapat menerima pemberitahuan secara langsung di perangkat seluler, termasuk ponsel pintar dan laptop. Selain itu, data sistem dapat dianalisis untuk tujuan pemantauan dan pemeliharaan preventif. Perancangan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT memerlukan perencanaan yang cermat, termasuk pemilihan sensor, modul komunikasi, dan sistem antarmuka pengguna yang tepat. Efisiensi, keandalan, dan kemudahan pemasangan merupakan faktor-faktor penting dalam proses ini (Hamuda, 2025). Pengembangan sistem dibutuhkan integrasi perangkat keras dan lunak yang berjalan terkoordinasi secara bersamaan. Sistem yang dirancang dengan baik tidak hanya mendeteksi kebakaran, tetapi juga memberikan peringatan yang cepat dan akurat kepada pengguna. Hal ini akan sangat membantu dalam mempercepat respons terhadap potensi bahaya kebakaran (Wicaksono & Plangklang, 2025).

Teknologi pencegahan kebakaran juga dapat dilengkapi dengan sensor kebakaran. Sensor-sensor ini akan saling melengkapi dan memperkuat pengembangan sistem pencegahan kebakaran skala perumahan. Sistem perlindungan kebakaran modern harus memiliki kemampuan untuk mengirimkan informasi secara nirkabel melalui koneksi internet (Kha et al., 2025). Perangkat lunak sistem proteksi kebakaran harus dapat diakses melalui ponsel pintar Android, sehingga pemilik rumah dapat terus mendapatkan informasi mengenai potensi kebakaran di manapun mereka dapat tinggal kapanpun saat tidak berada di rumah. Konsep rumah pintar yang memanfaatkan teknologi IoT (Internet of Things) memerlukan eksplorasi dan pengembangan berkelanjutan untuk memastikan kesesuaiannya sebagai produk IIoT (Industrial Internet of Things), baik saat ini maupun di masa depan. Munculnya produk-produk IoT menawarkan potensi yang signifikan, karena produk-produk ini merupakan elemen kunci dalam ekonomi modern yang didasarkan pada teknologi yang tepat guna (Mollah, 2025).



Gambar 2. Pelatihan IoT Monitoring Kebakaran MAN 1 Kab. Serang

Mengingat langkah-langkah pencegahan yang saat ini diterapkan dengan memanfaatkan deteksi kebakaran teknologi IoT untuk kegiatan di madrasah aliyah negeri 1 Kab. Serang, yang telah menampakkan berbagai kekurangan termasuk kurangnya kontrol otomatis serta kemampuan mendeteksi kebakaran hanya setelah kebakaran tersebut terjadi, sistem ini pun diluncurkan. Sistem ini menawarkan keunggulan dibandingkan metode yang ada saat ini, termasuk kemampuan memantau konsumsi listrik melalui

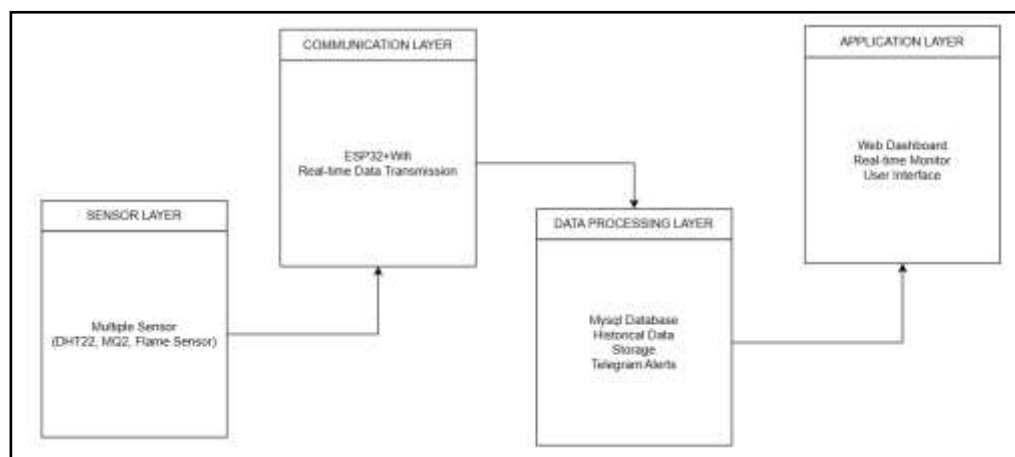
Thingier.io dan mengirim pesan melalui Telegram jika terjadi kebakaran, mengingat Telegram banyak digunakan oleh sebagian besar masyarakat. Sensor yang digunakan meliputi DHT22 untuk suhu, MQ-2 untuk asap, dan sensor api untuk deteksi kebakaran, yang secara rutin akan mengirimkan data ke mikrokontroler, yang kemudian meneruskan informasi ini ke server online melalui koneksi Wi-Fi (Ghosh et al., 2025). Sistem ini akan dilengkapi dengan alarm suara (buzzer) dan pemicu relai yang mampu secara otomatis mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat tertentu saat mendeteksi bahaya. Sistem pemantauan berbasis web ini memungkinkan pengelola sekolah untuk memantau kondisi kapan saja dan dari lokasi mana pun. Diharapkan bahwa penerapan sistem ini akan memiliki dua tujuan: sebagai solusi teknis untuk mengurangi risiko kebakaran dan sebagai alat pendidikan untuk meningkatkan kesadaran di kalangan komunitas sekolah mengenai pentingnya mitigasi bencana berbasis teknologi. Sekolah telah merespons kolaborasi ini secara positif karena sejalan dengan kebutuhan mereka untuk meningkatkan sistem keselamatan yang responsif terhadap kondisi yang terus berubah. Analisis situasi ini memberikan landasan yang kokoh bagi pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang berkelanjutan, yang mencerminkan keterlibatan mahasiswa dalam menangani masalah nyata di masyarakat dan sektor pendidikan (Hamuda et al., 2026).

2. METODE

Kombinasi berbagai sensor ini dicapai dengan mengintegrasikan sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor gas/asap MQ-2, serta sensor kebakaran ke dalam satu sistem pemantauan. Setiap sensor dihubungkan ke ESP32 melalui port input analog atau digital, lalu dikalibrasi untuk memastikan pembacaan data yang akurat. Data dari semua sensor dianalisis dan diubah menjadi informasi yang mudah dipahami oleh pengguna.

2.1. Diagram Alur Proses Pemantauan Sistem Deteksi Kebakaran

Gambar 3 metodologi yang digunakan untuk mengatasi masalah ini, yang mengikuti kerangka kerja pengembangan sistem IoT sebagaimana dijelaskan di bawah ini.



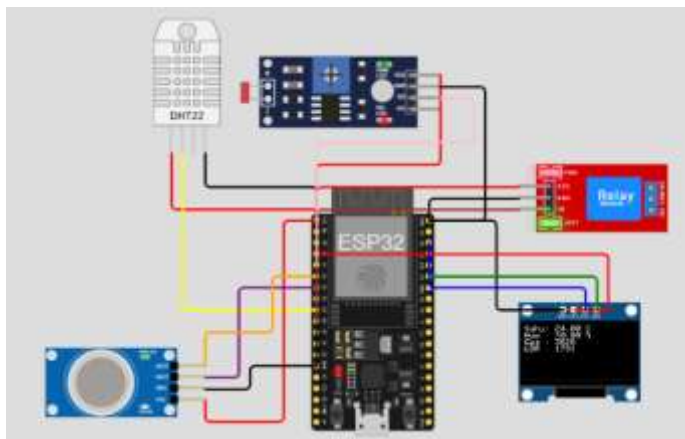
Gambar 3. Diagram Blok Sistem IoT

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dimulai dengan pengembangan dan penerapan sistem pemantauan peringatan dini kebakaran terintegrasi berbasis Arduino, yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kendali pusat. Sistem ini dirancang untuk beroperasi secara otonom, mampu mendeteksi potensi kebakaran, dan dirancang agar dapat berfungsi dengan andal di lingkungan sekolah (Hamuda & Setiawan, 2025). Proses perancangan mencakup pembuatan diagram rangkaian elektronik, inisialisasi kalibrasi sensor, pembacaan data sensor setiap dua detik, perhitungan rata-rata bergerak, validasi dan penilaian ambang batas (normal/peringatan/kritis), pengiriman JSON ke server melalui REST API, penyimpanan data dalam basis data, serta pengiriman notifikasi

Telegram. Tahapan pengembangan meliputi perancangan perangkat keras, pengembangan skema, dan integrasi sensor menggunakan ESP32, serta Pengembangan Firmware: pemrograman ESP32 untuk pengumpulan dan transmisi data. Desain Basis Data: Merancang struktur basis data untuk penyimpanan data, Dasbor Web untuk mengembangkan antarmuka pemantauan waktu nyata, Pengujian Integrasi dan Pengujian Sistem Ujung ke Ujung, Penerapan dan implementasi sistem dalam konteks praktis, termasuk pemrograman firmware, serta pengujian perangkat keras dan perangkat lunak untuk memastikan kinerja yang optimal; mekanisme pemberitahuan otomatis yang memanfaatkan bot Telegram telah diterapkan untuk memastikan respons yang cepat. Teknologi ini memungkinkan ESP32 mengirimkan data bahaya ke server, yang kemudian memicu bot untuk mengirimkan pesan peringatan segera kepada pihak-pihak yang bersangkutan. Dengan demikian, langkah-langkah mitigasi dapat segera dilaksanakan begitu terdeteksi adanya potensi kebakaran.

2.2. Implementasi Fisik

Sistem pemantauan berbasis web yang menampilkan data sensor secara real-time dan menyimpan riwayat pembacaan dalam basis data. Antarmuka dasbor dirancang agar sederhana dan ramah pengguna, sehingga memudahkan guru, staf, dan petugas keamanan sekolah untuk memantau kondisi lingkungan. Sistem ini terintegrasi sepenuhnya agar dapat beroperasi secara terpadu, sehingga meningkatkan kesiapan dalam menghadapi insiden kebakaran dan memperkuat protokol keselamatan di lingkungan pendidikan. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4, konfigurasi pin yang akurat sangat penting untuk pembacaan data sensor yang tepat dan fungsi relai yang benar. Metode ini memungkinkan modifikasi pada pengkabelan perangkat keras hanya dengan menyesuaikan nilai #define, sehingga menghilangkan kebutuhan untuk mengubah bagian-bagian besar dari perangkat lunak. Penyusunan diagram pengkabelan yang sistematis dimaksudkan untuk meminimalkan kesalahan selama implementasi dan memudahkan pemecahan masalah selama fase pengujian dan evaluasi sistem (Hamuda et al., 2026).



Gambar 4. Diagram Konfigurasi Pin ESP32

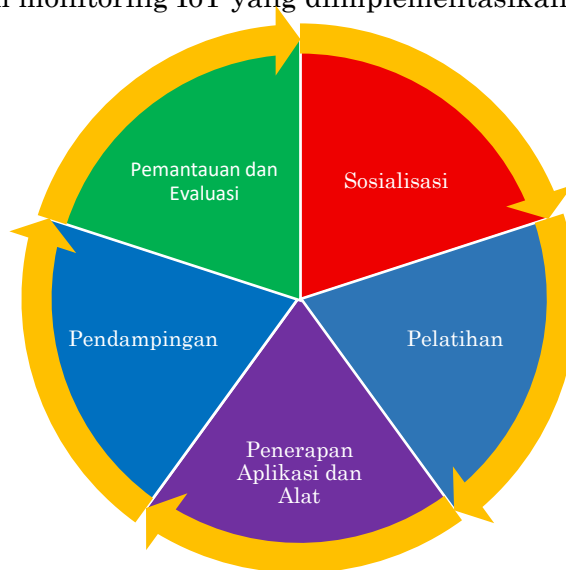
Desain sistem deteksi kebakaran dini ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kontrol pusat. Sistem ini mengintegrasikan berbagai sensor dan modul untuk mendeteksi potensi kebakaran dan mengirimkan peringatan. Berikut ini adalah penjelasan mengenai komponen-komponen dan fungsinya.

- 2.2.1. ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan data untuk semua sensor. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi untuk transmisi data secara real-time ke dasbor dan aplikasi pemberitahuan (misalnya, Telegram). Mikrokontroler ini mengendalikan logika operasional seluruh sistem, termasuk pengaktifan alarm atau relai.

- 2.2.2. Sensor DHT22 mengukur suhu dan tingkat kelembapan lingkungan. Data dari sensor ini digunakan untuk memantau fluktuasi suhu yang mungkin menandakan adanya kebakaran (Herly, Samosir, & Hidayat, n.d.).
- 2.2.3. Sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan gas mudah terbakar atau asap. Sensor ini mengirimkan sinyal ke ESP32 ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas yang ditentukan.
- 2.2.4. Detektor Kebakaran menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi keberadaan api secara langsung. Detektor ini berfungsi sebagai sistem deteksi visual untuk memverifikasi apakah sumber panas disebabkan oleh kebakaran (Herly, Samosir, Komputer, et al., n.d.).
- 2.2.5. Modul Relay berfungsi sebagai sakelar elektronik; modul ini dapat mengaktifkan peralatan tambahan, termasuk sirene atau kipas penghisap asap. Relay dikendalikan langsung oleh ESP32.
- 2.2.6. Layar OLED untuk menampilkan data real-time, termasuk suhu, kelembapan, konsentrasi gas, dan status sensor tambahan. Hal ini memudahkan pengguna untuk memantau situasi tanpa harus mengakses dasbor di perangkat lain. (Huda, N., Hamuda, H, 2026)

2.3. Sistem Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara terstruktur melalui beberapa tahap, yaitu sosialisasi, pelatihan, penerapan aplikasi dan alat monitoring kebakaran berbasis IoT, pendampingan, pemantauan, serta evaluasi. Setiap tahapan bertujuan untuk memberikan pemahaman konkret mengenai fungsi operasional alat kepada para sekolah MAN 1 Kab. Serang, sekaligus mengidentifikasi hambatan dan peluang dalam penerapannya di lapangan. Seluruh pengamatan dan kegiatan PkM ini memperkuat pemahaman terhadap lingkungan tempat sistem monitoring IoT yang diimplementasikan adalah:



Gambar 5. Prosedur Melaksanakan Kegiatan

Teknik yang digunakan dalam pelatihan dan seminar meliputi bimbingan, pendampingan, dialog, dan diskusi untuk memastikan para siswa dan guru TIK MAN 1 Kab. Serang mampu mengoperasikan sistem dengan baik. Model flywheel diintegrasikan sebagai salah satu pendekatan untuk memperkuat teknologi IoT. Konsep flywheel digunakan secara relevan, yaitu untuk memetakan proses teknologi mulai dari pengenalan, implementasi, dan evaluasi sehingga terjadi siklus perbaikan berkelanjutan dalam penggunaan sistem monitoring kebakaran berbasis IoT dengan penyesuaian ini, kegiatan PkM difokuskan

hanya pada aspek yang mendukung keberhasilan implementasi sistem monitoring IoT pendeteksi kebakaran notifikasi telegram (Herly, Samosir, Annisa, et al., n.d.).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Para mitra yang turut serta dalam pelaksanaan skema kemitraan PkM ini adalah kegiatan diselenggarakan di MAN 1 Kab. Serang pada hari Selasa, 9 September 2025 ini diikuti oleh 32 orang siswa/i, guru dan kepala sekolah dengan partisipasi para tim PkM. Kegiatan ini mencakup sesi presentasi menggunakan slide dan sesi praktik mengenai integrasi sistem peringatan dini kebakaran berbasis IoT dengan pemberian materi.

Keberlanjutan program telah dirancang dengan pembagian tugas yang jelas di lingkungan MAN 1 Kabupaten Serang. Tanggung jawab pemantauan dan pemeliharaan perangkat sistem alarm kebakaran berbasis Arduino dan notifikasi Telegram diberikan kepada tim teknis sekolah yang terdiri dari guru TIK dan staf IT.

3.1. Tingkat Implementasi

Tujuan dari kegiatan penyuluhan ini adalah untuk menyampaikan pengetahuan mengenai konsep teknologi IoT sekaligus meningkatkan keterampilan teknis para siswa dalam merancang dan mengimplementasikan sistem tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Kegiatan Pelatihan Program Keterlibatan Siswa

Tahap berikutnya mencakup presentasi mengenai integrasi sistem pemantauan dengan aplikasi telegram dan web. Sesi ini memperlihatkan kemampuan sistem untuk mengirimkan pemberitahuan otomatis begitu mendeteksi adanya bahaya, sehingga pengguna dapat menerima peringatan dengan cepat dan mudah di perangkat seluler mereka. Setelah presentasi selesai, sesi dilanjutkan dengan kegiatan PkM praktis untuk menguji prototipe sistem tersebut.

3.2. Dasbor Pemantauan Web

Dasbor ini berfungsi sangat efektif sebagai tampilan nilai sensor ditampilkan secara real-time melalui antarmuka bersama dengan indikator status yang diberi kode warna. Skema warna tersebut memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mengidentifikasi kondisi normal, peringatan, atau kritis. Grafik tren historis menampilkan data sensor sebagai grafik tren yang mencakup 24 jam terakhir. Fitur ini sangat berguna untuk mengevaluasi pola perubahan kondisi lingkungan dari waktu ke waktu. Indikator status sistem menyediakan pengukur yang dilengkapi dengan indikator warna, komponen ini memberikan ringkasan singkat mengenai kinerja dan stabilitas sistem. Gambar 7 menunjukkan tabel data historis dengan fitur penyaringan, sehingga memudahkan pengguna menemukan data relevan sesuai kebutuhan analisis.

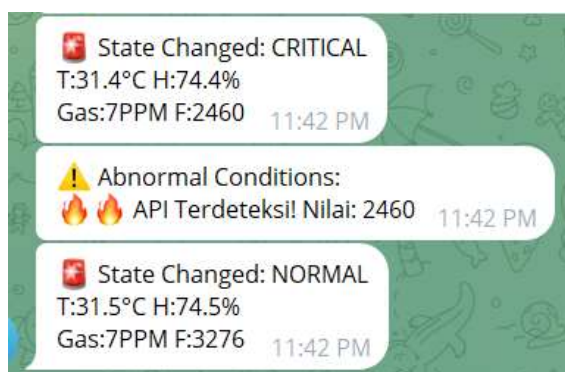
Antarmuka utama menampilkan pengukuran suhu, kelembapan, dan gas nyala api disertai indikator berkode warna (hijau/kuning/merah). Setiap fitur pada dashboard dijelaskan fungsinya, seperti pemantauan status sensor secara real-time, riwayat alarm, dan notifikasi otomatis. Fitur notifikasi Telegram juga diuraikan manfaatnya, yaitu memberikan peringatan instan kepada petugas dan guru, sehingga respons terhadap potensi kebakaran dapat dilakukan lebih cepat. Kegiatan PkM ini bertujuan agar seluruh pengguna di sekolah memahami manfaat setiap fitur, baik dalam hal peningkatan kewaspadaan maupun efektivitas penanganan keadaan darurat.



Gambar 7. Monitoring Web Tampilan Dasbor

3.3. Pemberitahuan Sistem Telegram

Sistem secara otomatis mengirimkan pemberitahuan saat mendeteksi kondisi yang tidak normal. Hal ini memungkinkan pengguna untuk segera mengidentifikasi potensi masalah dan mengambil tindakan yang diperlukan. Pemberitahuan ini dilengkapi dengan fitur seperti emoji dan indikator status. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 8, hal ini memudahkan pengguna untuk memahami tingkat urgensi peringatan dengan lebih cepat dan intuitif. Antarmuka pemberitahuan mendukung berbagai bahasa, termasuk bahasa Indonesia. Fitur ini memudahkan pengunjung untuk memahami isinya.



Gambar 8. Pemantauan pemberitahuan Telegram

Pada tahap ini, perangkat yang dirancang ditampilkan sedang beroperasi, termasuk prosedur pengumpulan data sensor dan pengiriman pemberitahuan ke aplikasi Telegram. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 9 dalam presentasi ini, hal ini mencakup simulasi kondisi kebakaran seperti penggunaan asap atau sumber panas untuk memicu sensor, sehingga peserta dapat mengamati respons sistem secara real-time terhadap deteksi bahaya.



Gambar 9. Kegiatan Praktik Keterlibatan Masyarakat

Diharapkan melalui uji coba kegiatan praktis ini, para peserta akan memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai penerapan konsep IoT dalam sistem alarm kebakaran. Sebagai penutup, acara dilanjutkan dengan sesi diskusi dan tanya jawab bersama para peserta. Pada tahap ini, para peserta diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai konsep, desain, dan

hasil pengujian prototipe yang dipaparkan. Selain itu, para peserta juga diajak untuk berbagi pandangan serta memberikan masukan atau ide-ide inovatif yang dapat diintegrasikan ke dalam fase pengembangan sistem berikutnya hal ini berlangsung secara interaktif, sehingga mendorong pertukaran ide antara para pemateri dan peserta. Pertanyaan yang diajukan mencakup aspek teknis serta potensi penerapan teknologi tersebut di industri lain. Keterlibatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman para peserta dan menumbuhkan minat dalam mengembangkan solusi berbasis IoT. Sesi tanya jawab tersebut membuka peluang untuk kolaborasi dan pengembangan di masa depan, sehingga memungkinkan penyempurnaan berkelanjutan terhadap sistem peringatan dini kebakaran.

3.4. Penerapan Sistem Pemantauan Alarm Kebakaran

Hasil kegiatan Pengabdian menunjukkan bahwa integrasi sistem pemantauan alarm kebakaran berbasis arduino dan notifikasi telegram sangat efektif dilakukan melalui Tanggung jawab monitoring dan pemeliharaan. Berikut ini tabel 1 secara ringkasan tingkat pemahaman untuk memberikan manfaat secara real-time yaitu memberikan peringatan instan kepada siswa, petugas dan guru, sehingga respons terhadap potensi kebakaran dapat dilakukan lebih cepat.

Tabel 1. Capaian Peningkatan Pemahaman Monitoring Kebakaran Berbasis IoT

No	Indikator Kegiatan	Capaian Sebelum %	Capaian Sesudah%
1	Sistem deteksi kebakaran	68	92
2	Kecepatan respons	55	95
3	Pengetahuan mitra tentang sistem	50	85
4	Koordinasi penanganan kebakaran	65	92
5	Dokumentasi kejadian	70	95

Berdasarkan hasil kegiatan menunjukkan integrasi sistem monitoring alarm kebakaran berbasis IoT menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada berbagai indikator setelah penerapan sistem, baik dari sisi teknologi, respons, pengetahuan mitra, maupun pengelolaan data di lingkungan MAN 1 Kabupaten Serang.

Sebelum implementasi, sistem deteksi kebakaran dilakukan secara manual sekitar 68%, misalnya dengan pengawasan langsung atau laporan lisan, sehingga sangat bergantung pada kehadiran petugas. Setelah implementasi dilakukan kegiatan yang signifikan 92% sistem deteksi menjadi otomatis dengan sensor Arduino yang terhubung ke notifikasi Telegram, sehingga mampu mendeteksi dan menginformasikan potensi kebakaran secara real-time tanpa ketergantungan penuh pada manusia.

Kecepatan respons terhadap kebakaran cenderung lambat sekitar 55% karena informasi hanya didapat setelah ada laporan manual. Setelah implementasi capaian meningkat sekitar 95%, notifikasi otomatis dikirim ke Telegram secara instan saat ada tanda kebakaran, sehingga petugas dapat segera merespons dan mengambil tindakan lebih cepat.

Pengetahuan mitra tentang sistem sebagian besar kurang memahami teknologi monitoring kebakaran dan proses penanganannya peningkatan pesat menjadi 50% ke 85%, telah mendapatkan pelatihan dan pendampingan sehingga lebih memahami cara kerja dan perawatan sistem untuk meningkatkan kesiapsiagaan bagi petugas.

Koordinasi penanganan kebakaran antar pihak terkait tidak terstruktur, sehingga penanganan kurang sistematis dari 65% meningkat 92% adanya SOP, notifikasi Telegram dan monitoring aplikasi web untuk membantu memperjelas tugas tiap personel, sehingga koordinasi lebih terarah secara real-time dan responsif.

Dokumentasi kejadian pencatatan kejadian kebakaran tidak terdokumentasi dengan baik, sehingga sulit melakukan evaluasi dengan peningkatan pesat dari 70% ke 95%. Setelah implementasi, sistem secara otomatis mencatat waktu, lokasi, dan status sensor setiap kejadian, sehingga dokumentasi lebih rapi dan mudah diakses untuk evaluasi maupun perbaikan ke depan.

Kegiatan pengabdian capaian ini sangat efektif secara real-time untuk sistem pemantauan alarm kebakaran berbasis arduino dan notifikasi Telegram secara otomatis mencatat aplikasi web setiap kejadian yang terdeteksi sensor. Data seperti waktu, status, dan notifikasi terekam secara digital, sehingga memudahkan pelacakan, evaluasi, dan peningkatan sistem di masa mendatang dengan dokumentasi digital ini juga memudahkan pihak sekolah dalam membuat laporan dan melakukan analisis terhadap setiap kejadian.

4. SIMPULAN

Integrasi teknologi pemantauan alarm kebakaran berbasis arduino merupakan keputusan yang tepat terbukti efektif secara signifikan. Hal ini membuktikan adanya meningkatkan deteksi dini dan respons terhadap potensi kebakaran. Sistem ini memberikan notifikasi otomatis secara real-time, mempercepat proses penanganan, serta meningkatkan kesiapsiagaan seluruh sekolah di MAN 1 Kab. Serang. Selain itu, dokumentasi kejadian menjadi lebih terstruktur dan mudah diakses. Implementasi ini memberikan dampak positif sekitar 92% sampai 95% terhadap keamanan lingkungan sekolah dan dapat dijadikan model penerapan teknologi serupa di institusi pendidikan lainnya.

Pada kegiatan ini mengutamakan konsep flywheel digunakan secara relevan dalam integrasi sistem peringatan kebakaran berbasis IoT menggunakan Arduino. Sistem ini telah berhasil dirancang dan dibangun untuk mendeteksi potensi kebakaran secara otonom serta beroperasi dengan andal di lingkungan sekolah, mengirimkan data secara real-time melalui notifikasi otomatis di aplikasi Telegram, disertai pemantauan berbasis web melalui antarmuka dasbor yang intuitif, sehingga memungkinkan pengamatan langsung terhadap lingkungan sekolah. Pemasangan sistem ini telah membuktikan keefektifannya dalam meningkatkan kesiapsiagaan kebakaran di lingkungan sekolah, mengurangi potensi kerugian, bencana, serta secara signifikan memperkuat keselamatan dan keamanan dalam konteks pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Y., Oktaviani, W. A., & Sofian, I. M. (2022). Design and Implementation of LoRa-Based Forest Fire Monitoring System. 3(3), 236–243. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i3.14128>
- Fasya, M. R., & Efendi, M. M. (2024). Implementasi Sistem Peringatan Dini Kebakaran Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT). 1(4), 369–378.
- Ghosh, A., Guha, S., Singh, K. N., Misra, C., Samui, A., & Dutta, A. (2025). Autonomous Fire Extinguisher Rover with Self-Preservation and Emergency Protocols Using Arduino. 21, 599–618. <https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.213415>
- Hadji, F. M., Reihan, M., Putra, D., & Kusuma, R. A. (2026). Sistem Pemadam Api Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Integrasi Aplikasi Telegram. 867–875.
- Hamuda, H. (2025). Komputika: Jurnal Sistem Komputer Rancang Bangun Sistem Monitoring Stok Miniatur Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Load Cell Design of an IoT-based Miniature Stock Monitoring System Using Ultrasonic Sensors and Load Cells. 14 (April), 11–19. <https://doi.org/10.34010/n2yvsh27>
- Hamuda, H., & Setiawan, A. (2025). Integrasi Sistem Keamanan Rumah Pintar Berbasis ESP32-CAM dan Sensor PIR dengan Notifikasi Real-Time melalui WhatsApp Bot. SKANIKA: Sistem Komputer Dan Teknik Informatika, 8(2), 204–218.
- Herly, T., Samosir, H., Annisa, T., Komputer, S., Pamulang, U., Elektro, T., Pamulang, U., Uno, A., & Polusi, P. (n.d.). Rancang Bangun Sistem Sensor Nirkabel (WSN) Berbasis IoT untuk Pemetaan Polusi Udara di Area Padat Penduduk. 10(2), 61–68.
- Herly, T., Samosir, H., & Hidayat, I. (n.d.). Perancangan Sistem Monitoring Volume Air Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. 10(1), 84–90.
- Herly, T., Samosir, H., Komputer, S., Pamulang, U., Selatan, T., Pi, R., & Air, K. (n.d.). Implementasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi 3 dengan Notifikasi WhatsApp Real-Time. 10(2), 260–267.
- Issaka, D., Sam-okyere, Y. A., & Osei-kwame, E. (2025). Internet of Things (IoT) Based Fire Detection and Suppression System. 43–60.
- Kha, M., Mishr, P., Khan, R., & Maurya, V. (2025). Applied Engineering Solutions and Technologies ESP32-Based Intelligent Fire Detection System Utilizing Machine Learning and Computer Vision for Enhanced Safety in Indian Micro and Small Enterprises. 1(1), 1–19.

- Hamuda, H et al. (2026). Integration of Cameras and IoT for Parking Capacity Management Using the YOLOv8 Algorithm. 14(3), 405–420.
- Huda, N., Hamuda, H. (2026). Aplikasi Sistem Tingkat Tunanetra Berbasis IoT dengan Komunikasi Hibrida Menggunakan Arduino Uno R4 peningkatan pada tingkat jalan pintar (Salsabiela et al ., 2025) mengembangkan tingkat IoT Arduino Uno R4 WiFi sebagai solusi atas kelemahan-kelemahan tersebut . Sistem memadukan protokol Bluetooth Low Energy (BLE) yang terhubung dengan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor untuk pencarian dalam jangkauan luring . Pengembangan menggunakan metode Research and Development (R & D) dengan model ADDIE (Analyze , Design , Develop ,. 5.
- Mollah, R. U. (2025). Arduino , Sensors , and IoT-Based Coal Mining Safety System for Bangladesh. 2025 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE), February, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/ECCE64574.2025.11013027>
- Nizam, M., Yuana, H., Informasi, F. T., Islam, U., Blitar, B., & Switch, M. D. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. 6(2), 767–772.
- Perumal, S., Senthilkumar, R., Kishorekumar, S., Sanjay, V., & Prithiviraj, S. (2026). Automatic Motor Control using Arduino and Relay Logic. 8(2).
<https://doi.org/10.15662/IJEETR.2026.0802479>
- Hamuda, H et al. (2026). Rancang Bangun Tingkat Teleskopik Vacuum Leka VC327 Jaring Laba- Laba Berbasis IoT Dengan Monitoring Android. 7783, 1–17.
- Sudarta, A., Ferdiansyah, F., & Siahaan, R. R. (2022). Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran Dan Monitoring Berbasis IoT Dengan Microcontroller NodeMCU. 9(1), 22–32.
- Syaif, M., & Iskandar, J. (2025). Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Menggunakan Sensor DHT22. 2(1), 2–6.
- Triyatno, I., Yudhana, A., & Yudhana, A. (2023). Protection and Monitoring System for LPG Leaks and Fires in Arduino-Based Rooms. 5(1), 31–40.
<https://doi.org/10.12928/biste.v5i1.4784>
- Wicaksono, M. A., & Plangklang, B. (2025). Solar-Powered IoT-Based Home Fire Early Warning and Protection System. 2(2), 136–147.
<https://doi.org/10.26740/vubeta.v2i2.35773>
- Yudhistira, O. E., Suharjo, I., Mercu, U., & Yogyakarta, B. (2025). Prototype Kebakaran Multiruang Menggunakan Node Mcu Esp8266. 13(1).