

Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran Real-Time Berbasis IoT di MAN 1 Kabupaten Serang

Dede Ikhsan¹, Ecih², Mohamad Sobirin³, Saepul Anwar⁴, Ulumuddin⁵,
Widyaningsih⁶, M. Fauzi Firdaus⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang Kampus Kota Serang

E-mail: ¹dikhsan689@gmail.com, ²ecihsatir@gmail.com, ³msobirin.privacy@gmail.com,

⁴saepul.anwar52@yahoo.com, ⁵ulumuddin@gmail.com, ⁶ningsihwidya4269@gmail.com,

⁷dosen03039@unpam.ac.id

Abstrak

Lingkungan sekolah menyimpan banyak peralatan elektronik dan dokumen penting, sehingga apabila terjadi kebakaran tanpa deteksi awal, kerugian yang ditimbulkan dapat berdampak lebih besar. Berdasarkan observasi tim pengusul di MA Negeri 1 Kabupaten Serang, sekolah belum memiliki sistem otomatis yang mampu memberikan peringatan secara cepat dan akurat jika terjadi peningkatan suhu, asap, atau nyala api. Sebagai solusi, tim pengusul dari Program Studi Sistem Komputer (S1) Universitas Pamulang Kampus Kota Serang mengusulkan pengembangan Sistem Peringatan Dini Kebakaran berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini akan memanfaatkan sensor DHT22 untuk memantau suhu, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap, dan Flame Sensor untuk mendeteksi api. Ketiga sensor ini akan terhubung ke mikrokontroler yang kemudian mengirimkan data secara real-time ke server cloud melalui koneksi WiFi. Jika ambang batas terlampaui, sistem akan mengaktifkan buzzer, menghidupkan relay untuk mengontrol alat elektronik, dan mengimplementasikan relay pulsing dengan interval tiga detik ON/OFF pada kondisi danger, juga mengirimkan notifikasi melalui web monitoring dan telegram. Dengan adanya sistem ini, pihak sekolah akan lebih siap dalam menghadapi risiko kebakaran berupa evakuasi dini dan dapat mengurangi dampak buruknya secara signifikan.

Kata kunci: IoT, Kebakaran, Peringatan Dini, PKM

Abstract

The school environment contains a lot of electronic equipment and important documents, so if a fire breaks out without early detection, the resulting losses could have a greater impact. Based on observations by the proposing team at MA Negeri 1 Serang Regency, the school does not yet have an automated system capable of providing quick and accurate warnings in the event of increased temperature, smoke, or flames. As a solution, the proposing team from the Computer Systems Study Program (S1) at Pamulang University, Serang Campus, proposed the development of an Internet of Things (IoT)-based Fire Early Warning System. This system will utilize DHT22 sensors to monitor temperature, MQ-2 sensors to detect smoke, and Flame Sensors to detect fire. These three sensors will be connected to a microcontroller, which will then send data in real-time to a cloud server via a WiFi connection. If the threshold is exceeded, the system will activate a buzzer, turn on a relay to control electronic devices, and implement a pulsing relay with a three-second ON/OFF interval in dangerous conditions, as well as send notifications via web monitoring and Telegram. With this system in place, the school will be better prepared to handle fire risks through early evacuation and significantly reduce their adverse effects.

Keywords: IoT, Fire, Early Warning, PKM

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong hadirnya berbagai solusi inovatif dalam bidang mitigasi risiko kebakaran, terutama sistem peringatan dini yang mampu memantau suhu, asap, dan api secara real-time serta mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna [1]. Teknologi ini semakin relevan mengingat kebakaran dapat menimbulkan kerugian besar pada fasilitas pendidikan, termasuk kerusakan ruang kelas, laboratorium, perangkat pembelajaran, serta hilangnya dokumen penting sekolah.

Upaya pencegahan kebakaran di banyak sekolah masih terbatas pada penggunaan APAR tanpa sistem deteksi otomatis, sehingga respons terhadap kondisi berbahaya sering terlambat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem peringatan dini berbasis IoT dapat meningkatkan efektivitas deteksi melalui pemanfaatan sensor suhu, asap, dan api yang terintegrasi dengan jaringan internet serta notifikasi pesan instan [2], [3]. Sistem berbasis mikrokontroler seperti ESP32 juga banyak digunakan dalam implementasi tersebut karena mendukung komunikasi real-time dan monitoring jarak jauh melalui platform web [4].

Hasil observasi pada Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kabupaten Serang menunjukkan bahwa sekolah ini belum memiliki sistem pendeteksi kebakaran otomatis. Risiko semakin meningkat karena beberapa ruangan memiliki beban listrik cukup besar dan pernah mengalami lonjakan arus serta kerusakan perangkat elektronik. Kondisi ini mengindikasikan perlunya solusi berbasis teknologi yang dapat bekerja mandiri dan memberikan peringatan dini, terutama di luar jam operasional sekolah.

Keterbatasan sumber daya teknis internal di sekolah juga menjadi tantangan dalam penerapan sistem keselamatan berbasis IoT. Oleh karena itu, dukungan dari pihak eksternal melalui kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) sangat dibutuhkan. Dengan memanfaatkan sensor DHT untuk suhu, MQ-2 untuk asap, dan Flame Sensor untuk api, sistem peringatan dini berbasis IoT dapat membantu sekolah melakukan monitoring kondisi ruangan prioritas dan menerima notifikasi otomatis melalui Telegram ketika terjadi indikasi bahaya [5], [6].

Implementasi sistem tidak hanya memberikan solusi teknis dalam upaya mitigasi kebakaran, tetapi juga meningkatkan literasi teknologi bagi guru dan siswa. Kolaborasi ini menjadi kontribusi nyata mahasiswa dalam menghadapi permasalahan di lingkungan pendidikan serta mendukung penerapan teknologi modern sebagai langkah preventif terhadap risiko kebakaran.

2. METODE

2.1. Metode Pelaksanaan PKM

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis yang meliputi koordinasi mitra, observasi kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat, serta evaluasi fungsi sistem. Tahapan metode dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Metode Pelaksanaan PKM

a. Tahapan Persiapan

Proses dimulai dengan kolaborasi bersama MAN 1 Kabupaten Serang untuk menyampaikan tujuan kegiatan, persyaratan mitra, dan cakupan implementasi sistem. Studi lapangan dilakukan untuk menentukan lokasi optimal untuk pemasangan perangkat, mengevaluasi kondisi instalasi listrik, dan mengidentifikasi wilayah dengan risiko kebakaran yang tinggi. Pembelian perangkat dilakukan, termasuk mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, sensor MQ-2, sensor api, modul relay, buzzer, dan perangkat pendukung lainnya. Fase ini diakhiri dengan desain awal sistem, mencakup diagram sirkuit elektronik dan alur kerja operasional sistem yang akan dikembangkan.

b. Tahap Perancangan dan Pembuatan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perakitan perangkat keras sesuai desain yang telah disusun sebelumnya. Proses dilanjutkan dengan pengembangan perangkat lunak, termasuk pemrograman mikrokontroler ESP32 untuk membaca data dari sensor dan mengirimkan informasi secara real-time ke server. Selain itu, dikembangkan pula server dan database untuk menampung data pengukuran serta menyediakan antarmuka monitoring berbasis web. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak selesai dirancang, seluruh komponen diintegrasikan sehingga membentuk satu sistem peringatan dini kebakaran yang berfungsi secara menyeluruh.

c. Tahap Pelaksanaan Materi

Tahap ini berfokus pada kegiatan edukasi kepada guru dan siswa terkait konsep dasar Internet of Things (IoT) serta peranannya dalam sistem peringatan dini kebakaran. Materi mencakup penjelasan cara kerja sensor, alur integrasi perangkat, dan mekanisme pengiriman notifikasi melalui Telegram. Penyampaian materi dilakukan melalui presentasi, demonstrasi sistem, serta sesi diskusi dan tanya jawab untuk memastikan peserta memahami teknologi yang diterapkan.

d. Tahap Pelaksanaan Proyek Nyata

Pada tahap ini dilakukan implementasi langsung di lingkungan sekolah melalui perakitan perangkat keras pada lokasi yang ditentukan. Mikrokontroler diprogram untuk membaca data sensor dan mengirimkan informasi ke server dan Telegram secara otomatis. Tim kemudian melakukan pengujian sistem untuk memastikan perangkat bekerja sesuai fungsi, termasuk pengujian respon sensor suhu, asap, dan api terhadap kondisi simulasi kebakaran. Tahap ini memastikan sistem benar-benar berfungsi dengan baik sebelum digunakan sekolah.

e. Tahap Evaluasi dan Refleksi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas sistem dan kesesuaian implementasi dengan kebutuhan mitra. Pengujian dilakukan bersama guru atau staf terkait untuk mendapatkan umpan balik terhadap penggunaan sistem. Selain itu, dilakukan penyesuaian pada konfigurasi sensor atau perangkat lunak apabila ditemukan kebutuhan tambahan. Tahap ini juga mencakup proses penyusunan laporan akhir kegiatan sebagai bentuk dokumentasi dan pertanggungjawaban kegiatan PKM.

2.2. Tinjauan Pustaka

Penting untuk menguraikan beberapa teori yang terkait proyek pada Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM), serta definisi setiap komponen yang dibutuhkan untuk permasalahan ini, yaitu sebagai berikut:

a. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana objek fisik dapat terhubung ke internet dan saling berkomunikasi untuk mengumpulkan dan bertukar data.[7] Dalam konteks sistem

peringatan kebakaran, IoT memungkinkan sensor-sensor untuk mengumpulkan data lingkungan secara real-time dan mengirimkannya ke server untuk analisis dan pengambilan keputusan.

b. Sensor Yang Digunakan

Untuk mendukung proyek Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini, kami menggunakan beberapa sensor yang memiliki fungsi masing-masing untuk kebutuhan deteksi dini kebakaran, sebagai berikut:



Gambar 2. Sensor Yang Digunakan

DHT22 (Temperature & Humidity Sensor)

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan, yang hasilnya dikirimkan secara digital dan real-time ke ESP32. Dengan waktuz transfer data kurang dari 40 milidetik, sensor ini memungkinkan tampilan nilai suhu dan kelembapan secara bersamaan. Mikrokontroler kemudian memproses dan mengirimkan data suhu serta kelembapan dalam format digital untuk pembacaan pertama.[8]

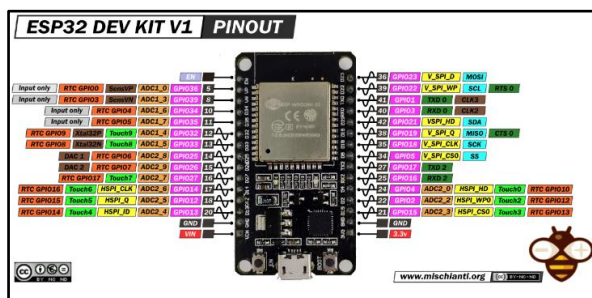
MQ-2 (Gas Sensor)

Sensor gas MQ-2 bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi bahan semikonduktor ketika terpapar gas tertentu. Ketika sensor terpapar gas, resistansinya akan berubah. Perubahan resistansi ini kemudian diukur dan dikonversi menjadi sinyal listrik yang dapat diinterpretasikan oleh mikrokontroler. Sensor gas MQ-2 bisa mendeteksi berbagai macam gas. Gas yang bisa dideteksi oleh sensor gas MQ-2 antara lain, gas LPG, hidrogen, metana, karbon monoksida, alkohol, asap, dan propana.[9]

Flame Sensor

Flame sensor merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai pendeteksi nyala api yang dimana api tersebut memiliki panjang gelombang antara 760nm – 1100nm. Sensor ini menggunakan infrared sebagai tranduser dalam mendeteksi kondisi nyala api.[10]

c. Mikrokontroler ESP32



Gambar 3. ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung.[11]

d. Komponen Tambahan

Berikutnya adalah beberapa komponen tambahan untuk mendukung proyek Pendeteksi Dini Kebakaran pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang digunakan.

Modul Relay



Buzzer



OLED



Modul Relay

Relay merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengendalikan perangkat listrik berdaya lebih tinggi menggunakan sinyal arus rendah dari mikrokontroler. Dalam sistem peringatan dini kebakaran berbasis IoT, relay memegang peran penting karena dapat digunakan untuk memutus aliran listrik dari stop kontak atau menyalakan perangkat peringatan lain secara otomatis saat sensor mendeteksi adanya potensi kebakaran. Dengan demikian, relay menjadi penghubung vital antara sistem IoT dan perangkat elektronik yang dikendalikan.[12]

Buzzer

Buzzer digunakan sebagai alat pemberi peringatan suara ketika sistem mendeteksi adanya kondisi abnormal. Dalam konteks sistem peringatan dini, buzzer berfungsi sebagai alarm utama yang memberikan sinyal darurat secara real-time kepada orang-orang di sekitar, sehingga mereka dapat segera melakukan tindakan pencegahan atau evakuasi.

OLED (*Organic Light Emitting Diode*)

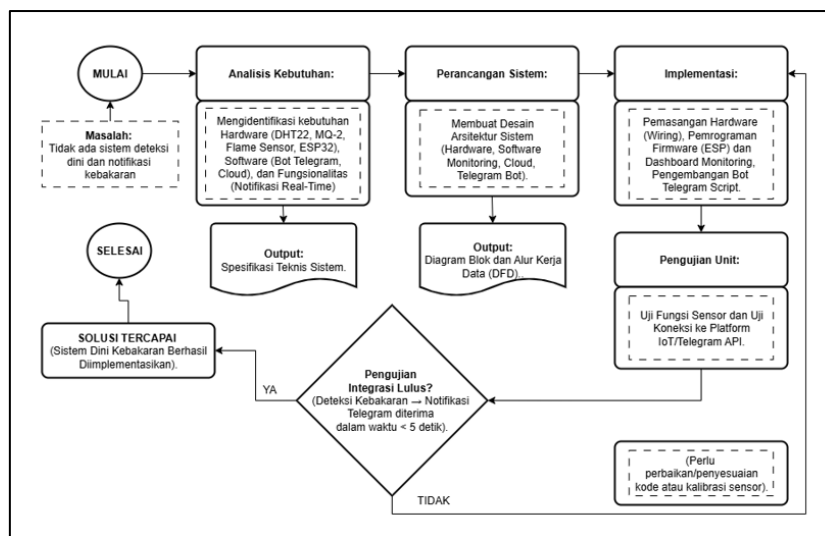
Merupakan modul tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi secara visual dalam sistem. Pada sistem peringatan dini kebakaran, OLED dapat digunakan untuk menampilkan status sensor, kondisi lingkungan, maupun notifikasi singkat mengenai adanya deteksi asap atau suhu abnormal. Kehadiran OLED membantu pengguna untuk memantau kondisi sistem secara langsung di lokasi, sehingga menjadi pelengkap dari notifikasi real-time yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram.

e. Platform Telegram Bot

Bot adalah sebuah sistem pihak ketiga yang dapat digunakan didalam telegram. Pengguna dapat mengirim pesan, perintah, dan inline request. Pengguna juga bisa mengontrol bot menggunakan HTTPS ke API telegram. Bot dimanfaatkan untuk kegiatan otomasisasi terhadap sebuah kegiatan yang diulang ulang, serta dapat digunakan sebagai alat pengamatan atau monitoring yang dilakukan oleh pihak admin.[5]

2.3. Kerangka Pemecahan Masalah

Langkah-langkah logis dan metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah utama yang dihadapi oleh mitra, yaitu MA Negeri 1 Kabupaten Serang, terkait kebutuhan akan sistem deteksi dini dan respons cepat terhadap insiden kebakaran. Kerangka pemecahan masalah ini berfungsi sebagai peta jalan (*roadmap*) yang memastikan proses pengembangan sistem Internet of Things (IoT) berjalan secara terstruktur, terukur, dan sesuai dengan kebutuhan operasional sekolah.



Gambar 4. Kerangka Pemecahan Masalah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Implementasi Komponen Sistem Utama

Implementasi sistem pendeteksi dini kebakaran berbasis IoT ini berhasil dicapai melalui konfigurasi dan integrasi fungsional berbagai komponen kunci pada platform Mikrokontroler ESP32. ESP32 dipilih sebagai unit pemrosesan pusat karena kapabilitasnya dalam komputasi dan konektivitas Wi-Fi terintegrasi, yang krusial untuk implementasi IoT dan notifikasi real-time. Keberhasilan ini ditandai dengan interkoneksi tiga sensor utama yang bertindak sebagai perangkat input untuk mendeteksi kondisi prabencana. Sensor DHT22 dikonfigurasi untuk memantau suhu dan kelembapan lingkungan dengan akurasi tinggi, memberikan data penting mengenai anomali termal. Sementara itu, Sensor MQ-2 dan Flame Sensor menjadi inti dari sistem deteksi bahaya, di mana MQ-2 berfokus pada deteksi gas mudah terbakar dalam rentang PPM yang terukur, dan Flame Sensor dikhususkan untuk mendeteksi radiasi inframerah dari sumber api. Hasil pembacaan dari ketiga sensor ini kemudian diproses untuk menentukan status kritis sistem.

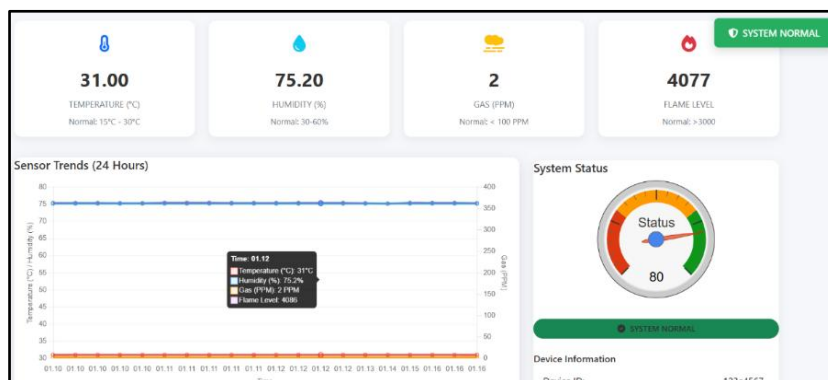
Untuk memberikan feedback dan melakukan aksi darurat, sistem dilengkapi dengan perangkat output yang terkonfigurasi. Modul Relay dikonfigurasi untuk bertindak sebagai aktuator, memungkinkan sistem melakukan tindakan preventif otomatis, seperti memutus aliran listrik pada sumber potensial bahaya. Sebagai peringatan visual dan auditori lokal, Buzzer dan OLED Display diintegrasikan; OLED Display berfungsi menampilkan output status data sensor dan sistem secara real-time kepada pengguna di lokasi, sementara Buzzer diaktifkan secara otomatis saat terdeteksi kondisi kritis. Seluruh data sensor yang terkumpul berhasil dikirimkan ke

platform IoT melalui koneksi internet oleh ESP32, memungkinkan Notifikasi Real-time melalui Bot Telegram dan Monitoring melalui Web Dashboard, menegaskan kapabilitas sistem sebagai solusi pengawasan jarak jauh yang komprehensif.



Gambar 5. Simulasi Rangkaian dan Prototipe Hardware yang berhasil dibuat

Web Dashboard dikembangkan sebagai pusat monitoring terpadu yang memvisualisasikan data dan kondisi sistem secara komprehensif. Antarmuka berhasil mengimplementasikan tampilan Nilai Sensor *Real-Time* untuk suhu, kelembaban, gas, dan flame, yang dilengkapi dengan indikator warna (*color-coded status*) (hijau/kuning/merah) untuk memudahkan pengguna menginterpretasi status (normal, peringatan, atau kritis) secara instan. Selain itu, Indikator Status Sistem (*system status gauge*) memberikan gambaran cepat mengenai performa sistem, sementara kapabilitas analisis ditingkatkan melalui Grafik Tren Historis (*Time Series Chart*) selama 24 jam terakhir yang memvisualisasikan semua data sensor lengkap dengan threshold batas kritis, serta Tabel Data Historis yang dilengkapi dengan fitur penyaringan (*filtering*) untuk analisis mendalam. Seluruh desain antarmuka mengadopsi prinsip Desain Responsif (*Responsive Design*), menjamin aksesibilitas dan optimalisasi pemantauan melalui berbagai perangkat, baik desktop maupun mobile.



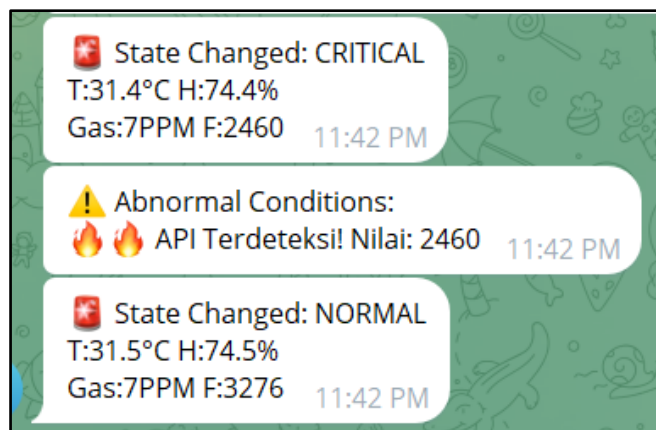
Gambar 6. Antarmuka Dashboard Monitoring

Sensor History					
Timestamp	Temp (°C)	Humidity (%)	Gas (PPM)	Flame	Status
20/07/2025, 01:09:20	25.50	60.00	100	2500	⚠ DANGER
20/07/2025, 01:09:09	31.00	75.10	2	4078	✅ NORMAL
20/07/2025, 01:08:39	31.00	75.10	2	4080	✅ NORMAL
20/07/2025, 01:08:09	31.00	75.10	2	4086	✅ NORMAL
20/07/2025, 01:07:40	31.00	75.10	2	4080	✅ NORMAL
20/07/2025, 01:07:09	31.00	75.10	2	4087	✅ NORMAL

Gambar 7. Tampilan Menu Sensor History

Fungsi utama dari sistem pendeteksi dini ini adalah kapabilitas Notifikasi Real-Time yang diimplementasikan melalui integrasi Telegram Bot. Bot ini secara otomatis mengirimkan

peringatan (*alert*) segera setelah terdeteksi kondisi abnormal, memungkinkan pengguna untuk merespons potensi bahaya secara instan. Keandalan dan kejelasan notifikasi didukung oleh Format Informatif—yang mencakup rich formatting dan indikator urgensi—serta Konfirmasi Pengiriman (*Delivery Confirmation*). Untuk mengoptimalkan *user experience* dan mencegah spam, sistem dilengkapi dengan Pembatasan Laju Pengiriman (*Rate Limiting*), menjamin pengguna hanya menerima informasi kritis yang esensial, sekaligus didukung fitur multi-bahasa termasuk Bahasa Indonesia



Gambar 8. Tampilan Notifikasi Bot Telegram

3.2. Implementasi dan Analisis Keberhasilan Proyek.

Tahap Pelaksanaan Materi

Tahap pelaksanaan materi difokuskan pada transfer pengetahuan dan peningkatan kompetensi mitra, khususnya siswa, terkait teknologi yang diimplementasikan. Kegiatan ini diawali dengan Penyampaian Konsep Internet of Things (IoT) sebagai landasan teoretis. Selanjutnya, materi dialihkan pada Pengenalan Sistem Peringatan Dini Kebakaran yang menjadi topik inti proyek, diikuti dengan Pemaparan Integrasi Sistem dengan Telegram sebagai solusi notifikasi real-time. Seluruh sesi diakhiri dengan Diskusi dan Tanya Jawab interaktif, bertujuan untuk memastikan pemahaman konsep yang mendalam dan memfasilitasi feedback langsung dari peserta.



Gambar 9. Dokumentasi Penyampaian Materi PKM

Tahap Pelaksanaan Proyek Nyata

Implementasi praktis dilakukan melalui serangkaian kegiatan teknis. Tahap ini dimulai dengan perakitan perangkat keras sistem deteksi yang telah dirancang, diikuti dengan Pemrograman Mikrokontroler (ESP32) untuk mengintegrasikan logika deteksi, konektivitas IoT, dan mekanisme notifikasi. Setelah perakitan dan pemrograman, dilanjutkan dengan Pengujian Sistem secara fungsional. Puncak dari tahap ini adalah Simulasi Kebakaran, di mana sistem diuji

dalam skenario mendekati kondisi nyata untuk memvalidasi kinerja deteksi, akurasi sensor, dan efektivitas pengiriman notifikasi real-time kepada pengguna.

Tahap Evaluasi dan Refleksi (Dampak pada MAN 1 Kabupaten Serang)

Evaluasi pasca-implementasi menunjukkan dampak signifikan dan positif terhadap mitra MAN 1 Kabupaten Serang. Secara kognitif, Pemahaman Siswa terhadap teknologi IoT dan sistem deteksi dini menunjukkan peningkatan yang terukur pasca-penyampaian materi dan proyek. Perbandingan Efek Implementasi di lokasi mitra juga menunjukkan perubahan mendasar: Sebelum PKM, MAN 1 Kabupaten Serang mengandalkan sistem peringatan konvensional dengan respons yang bersifat pasif. Sesudah Implementasi, sekolah kini dilengkapi dengan sistem deteksi dini aktif yang memanfaatkan IoT dan notifikasi real-time. Hal ini secara langsung meningkatkan kesiapsiagaan sekolah, mengurangi delay respons, dan menyediakan alat monitoring yang canggih, yang pada akhirnya berkontribusi pada penciptaan lingkungan sekolah yang lebih aman dan teredukasi teknologi. Bukti dampak ini disajikan secara terperinci dalam tabel perbandingan berikut.

Tabel 1. Perbandingan Dampak Implementasi Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Berbasis IoT di MAN 1 Kabupaten Serang

Kriteria Perbandingan	Kondisi Sebelum PKM (Sistem Konvensional/Pasif)	Kondisi Sesudah PKM (Sistem IoT Aktif)
Metode Deteksi	Hanya mengandalkan detektor asap tunggal atau observasi visual, bersifat reaktif.	Multi-sensor (DHT22, MQ-2, Flame Sensor) terintegrasi, mampu mendeteksi suhu, gas, dan api secara proaktif.
Mekanisme Peringatan	Lokal (Buzzer atau sirine), tanpa kemampuan peringatan jarak jauh.	Lokal (Buzzer & OLED) dan Notifikasi Real-Time via Bot Telegram yang informatif.
Akses dan Monitoring	Terbatas, informasi status hanya dapat dilihat di lokasi perangkat.	Web Dashboard Responsif yang dapat diakses secara real-time melalui perangkat desktop maupun mobile.
Waktu Respons	Lambat, bergantung pada kedekatan perangkat konvensional atau tindakan manual pengguna.	Cepat, notifikasi dikirim otomatis dalam hitungan detik setelah deteksi kondisi kritis.
Kemampuan Analisis Data	Tidak tersedia data historis dan tren untuk keperluan analisis atau audit.	Tersedia Grafik Tren Historis (24 jam) dan Tabel Data Historis yang dilengkapi fitur penyaringan (filtering).
Tindakan Pencegahan	Memerlukan intervensi manual untuk memutuskan sumber bahaya.	Melalui Relay Modul, sistem memiliki kapabilitas melakukan tindakan preventif otomatis.

Tabel 2. Peningkatan Tingkat Pemahaman Siswa MAN 1 Kabupaten Serang Mengenai Teknologi Proyek

Aspek Pemahaman Kognitif	Tingkat Pemahaman Awal (Sebelum PKM)	Tingkat Pemahaman Akhir (Sesudah PKM)
Konsep Dasar Internet of Things (IoT)	42%	88%
Prinsip Kerja dan Integrasi Sensor	48%	85%

Pemrograman Mikrokontroler (ESP32) untuk IoT	35%	78%
Manfaat Notifikasi Real-Time dan Cloud Monitoring	55%	92%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini berhasil menyelesaikan seluruh permasalahan yang dirumuskan melalui perancangan dan implementasi sistem peringatan dini kebakaran berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi potensi kebakaran secara otomatis melalui integrasi sensor suhu, kelembaban, gas/asap, dan api, serta menampilkan hasil pemantauan secara real-time pada dashboard berbasis web. Notifikasi peringatan melalui aplikasi Telegram memungkinkan respon cepat terhadap kondisi darurat.

Secara keseluruhan, sistem ini terbukti meningkatkan kesiapsiagaan dan keamanan di lingkungan sekolah. Kelebihan sistem terletak pada kemudahan penggunaan dan efektivitas notifikasi, sementara kekurangannya adalah kebutuhan pemeliharaan berkala agar kinerja tetap optimal. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan untuk diterapkan pada lingkungan publik lainnya.

4.2. Saran

Untuk menjaga keandalan sistem peringatan dini kebakaran berbasis IoT, diperlukan pemeliharaan rutin terhadap perangkat dan sensor agar kinerjanya tetap optimal. Pelatihan bagi guru, staf, serta pengelola sekolah juga penting dilakukan guna meningkatkan pemahaman dalam membaca data, menanggapi notifikasi, dan mengambil langkah mitigasi yang tepat. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor tambahan seperti sensor karbon monoksida atau alarm fisik untuk memperluas jangkauan peringatan. Selain itu, penerapan sistem serupa di fasilitas umum lain disarankan agar manfaatnya dapat dirasakan secara lebih luas oleh masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH (JIKA ADA)

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh anggota tim pelaksana PKM atas kerja sama dan dedikasi yang telah diberikan selama kegiatan berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan dalam setiap tahap pelaksanaan kegiatan. Selain itu, apresiasi yang sebesar-besarnya ditujukan kepada pihak MAN 1 Kabupaten Serang atas kerja sama dan kesempatan yang telah diberikan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. Larasati, G. O. Safitri, K. Walantaka, U. Pamulang, J. R. Puspitek, dan T. Selatan, "IMPLENTASI FIRE DETECTOR UNTUK DETEKSI DINI KEBAKARAN MENGGUNAKAN MULTISENSOR DAN ARDUINO BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," vol. XVIII, no. 02, hal. 50–59, 2023.
- [2] M. Iqbal, "Aplikasi Simulasi IoT Untuk Smart Sistem Monitoring dan Data Logging Real Time Sistem Peringatan Kebakaran," *Reputasi J. Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 6, no. 1, hal. 52–57, 2025, doi: 10.31294/reputasi.v6i1.8952.
- [3] M. Ravly, M. W. Kasrani, dan D. P. Setianingsih, "Perancangan Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things dan Terintegrasi Notifikasi Whatsapp," vol. 10, no.

- 1, hal. 648–656, 2025.
- [4] Candra Supriadi dan Priyadi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Ruang Server Berbasis Iot,” *J. Ilm. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 3, hal. 35–45, 2025, doi: 10.51903/432zjf74.
- [5] M. R. Fasya, Zaenudin, Muhamad Masjun Efendi, dan Lalu Delsi Samsumar, “Implementasi Sistem Peringatan Dini Kebakaran Rumah Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 4, hal. 369–378, 2024, doi: 10.70248/jcsit.v1i4.1286.
- [6] Zaenuar Erfandi, D. Hartanti, dan J. Maulindar, “Implementasi Internet of Things (IoT) Untuk Sistem Pemantauan Kebakaran Dini Dengan Notifikasi Telegram dan Alarm,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, hal. 86–93, 2025, doi: 10.29408/jit.v8i1.28248.
- [7] A. Riyadi, E. Nursanti, dan J. H. Galuh, “Perancangan Sistem Monitoring Deteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Menurunkan Risiko Kebakaran,” *J. Valtech*, vol. 7, no. 1, hal. 123–128, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/9272%0Ahttps://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/download/9272/5076>
- [8] Kevin Diantoro, “Implementasi Sensor Mq 4 Dan Sensor Dht 22 Pada Sistem Kompos Pintar Berbasis Iot (Sikompi),” *Electrician*, vol. 14, no. 3, hal. 84–94, 2020, doi: 10.23960/elc.v14n3.2157.
- [9] D. Oktaviani dan D. I. Putri, “Sistem Pendeteksi Kebocoran LPG dan Api Melalui Notifikasi Telegram,” *INFORMATICS Educ. Prof. J. Informatics*, vol. 6, no. 2, hal. 186, 2022, doi: 10.51211/itbi.v6i2.1883.
- [10] B. Rahman, F. Pernando, dan N. Indriawan, “Sistem Monitoring Kebocoran Gas Dan Api Menggunakan Sensor MQ-2 Dan Flame Sensor Berbasis Android,” *J. Sensi*, vol. 8, no. 2, hal. 209–222, 2022, doi: 10.33050/sensi.v8i2.2429.
- [11] M. N. Nizam, Haris Yuana, dan Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, hal. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [12] A. S. Sumaedi, F. R. R. Ramdhani Rosman, dan F. F. Fiqri, “Perancangan Sistem Keamanan Pendeteksi Gas dalam Ruangan menggunakan Sensor Gas Mq-2 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3,” *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 7, no. 3, hal. 198–207, 2024, doi: 10.47970/siskom-kb.v7i3.675.