

Sensor Cerdas Peringatan Dini Kebakaran Berbasis IoT

Muhammad Fauzi Firdaus¹, Hayadi Hamuda², Salma Nofri Yanti³

^{1,2,3}Sistem Komputer, Universitas Pamulang

E-mail: ¹dosen03039@unpam.ac.id, ²dosen02886@unpam.ac.id, ³dosen03341@unpam.ac.id

Abstrak

Kebakaran merupakan salah satu jenis bencana yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan berpotensi menimbulkan kerugian besar. Di lingkungan sekolah, seperti di MAN 1 Kabupaten Serang, potensi kebakaran dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk instalasi listrik yang tidak memadai, penggunaan peralatan elektronik tanpa pengawasan, serta kelalaihan manusia. Kondisi ini menyebabkan lambatnya proses evakuasi dan penanganan awal ketika kebakaran terjadi, terutama di luar jam operasional sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan kombinasi sensor suhu, sensor asap, dan sensor gas (seperti MQ-2), yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sekaligus modul Wi-Fi. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi secara real-time kepada petugas keamanan atau pihak manajemen sekolah melalui aplikasi Telegram, email, maupun dashboard berbasis web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi potensi kebakaran secara akurat dengan waktu respon kurang dari 5 detik sejak sensor mendeteksi anomali. Penerapan sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan lingkungan sekolah secara signifikan, tetapi juga menjadi sarana edukasi praktis mengenai penerapan teknologi IoT dalam upaya mitigasi bencana, khususnya kebakaran.

Kata kunci: Internet of Things, Sistem Peringatan Dini, Sensor Suhu, Sensor Asap, Sensor Gas MQ-2

Abstract

Fire is a type of disaster that can occur suddenly and has the potential to cause significant losses, both materially and to human safety. In school environments, such as MAN 1 Serang Regency, the potential for fire can originate from various sources, including inadequate electrical installations. This condition causes slow evacuation processes and initial handling when a fire occurs, especially outside of school operating hours. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based fire early warning system using a combination of temperature sensors, smoke sensors, and gas sensors (such as the MQ-2), controlled by an ESP32 microcontroller as a control center and Wi-Fi module. This system is designed to provide real-time notifications to security officers or school management via the Telegram application, email, or a web-based dashboard. Test results show that the system is able to accurately detect potential fires with a response time of less than 5 seconds from the time the sensor detects an anomaly. The implementation of this system not only significantly improves school safety but also serves as a practical educational tool for the application of IoT technology in disaster mitigation, particularly fires. This allows schools to take swift and appropriate action in emergency situations..

Keywords: Internet of Things, Early Warning System, Temperature Sensor, Smoke Sensor, MQ-2 Gas Sensor

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan digitalisasi, pemanfaatan teknologi informasi dalam bidang pendidikan menjadi kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Salah satu bentuk penerapan teknologi yang memiliki peranan penting adalah penggunaan sistem otomatisasi dan terintegrasi. Saat ini, baik sektor industri maupun lembaga pendidikan semakin bergantung pada teknologi untuk menunjang berbagai aktivitas kerja agar dapat dilakukan secara lebih efektif, efisien, dan cepat.

Kemajuan teknologi modern membuka peluang besar bagi kegiatan penelitian dan pengembangan inovasi perangkat teknologi. Salah satu penerapan yang relevan adalah pengembangan sistem keamanan di lingkungan sekolah. Sekolah sebagai tempat berlangsungnya kegiatan belajar mengajar harus memiliki sistem perlindungan yang memadai terhadap berbagai potensi bahaya, salah satunya adalah kebakaran. Risiko kebakaran di lingkungan sekolah dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti instalasi listrik yang tidak memenuhi standar keselamatan, penggunaan perangkat elektronik yang kurang tepat, serta belum adanya sistem pemantauan yang mampu memberikan respons secara cepat.

Permasalahan tersebut mendorong penulis untuk merancang solusi yang lebih modern dan efektif guna meningkatkan tingkat keamanan di lingkungan sekolah. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), dapat dibangun sebuah sistem peringatan dini kebakaran yang menggunakan sensor cerdas dan mampu mengirimkan informasi secara real-time kepada pihak terkait. Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan sebuah prototipe sistem deteksi kebakaran yang diterapkan di MAN 1 Kabupaten Serang. Sistem tersebut memanfaatkan sensor suhu, sensor asap, serta sensor gas MQ-2 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat pengendali sekaligus media komunikasi nirkabel untuk mengirimkan data ke berbagai platform, seperti aplikasi Telegram, email, dan dashboard berbasis web.

Tingginya penggunaan smartphone, khususnya perangkat berbasis Android, turut mendukung kemudahan dalam proses pemantauan sistem secara jarak jauh. Melalui integrasi antara sensor-sensor dengan aplikasi Android, sistem yang dikembangkan mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran dalam waktu kurang dari lima detik setelah sensor mendeteksi adanya indikasi bahaya. Implementasi sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan bagi seluruh warga sekolah, tetapi juga berperan sebagai media pembelajaran yang aplikatif mengenai penerapan teknologi modern dalam upaya mitigasi bencana.

Selain berfungsi sebagai sistem keamanan, teknologi ini juga dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari proses pembelajaran, terutama pada mata pelajaran atau mata kuliah yang berkaitan dengan teknologi dan elektronika. Dengan demikian, peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif dalam menyelesaikan permasalahan nyata di lingkungan sekitar. Oleh sebab itu, penerapan teknologi IoT dalam sistem keamanan sekolah sekaligus pembelajaran dinilai sangat relevan dalam mendukung kemajuan pendidikan di era industri 4.0.

2. METODE

Perancangan serta implementasi sistem peringatan dini kebakaran berbasis sensor cerdas dan teknologi Internet of Things (IoT) telah banyak menjadi topik penelitian, baik di tingkat perguruan tinggi maupun sekolah menengah. Hal ini didasari oleh kebutuhan mendesak akan sistem yang mampu mendeteksi indikasi kebakaran sejak tahap awal serta menyampaikan peringatan secara otomatis kepada pengguna. Handayani dan Yusuf (2019) mengembangkan sebuah sistem deteksi kebakaran dengan memanfaatkan sensor asap MQ-2 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP8266 serta aplikasi Blynk. Sistem tersebut mampu mengirimkan notifikasi secara langsung ke perangkat smartphone pengguna ketika terdeteksi adanya asap.

Penelitian lain yang sejalan dilakukan oleh Prasetyo (2020), yang merancang sistem pemantauan suhu dan asap pada bangunan sekolah. Sistem ini dirancang agar sensor dapat mendeteksi perubahan suhu dan keberadaan asap dalam waktu singkat, kemudian mengirimkan data tersebut ke sebuah dashboard berbasis IoT. Selanjutnya, Lestari dkk. (2021) mengembangkan sistem peringatan kebakaran hutan dengan memanfaatkan sensor suhu, kelembaban, serta flame sensor. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan

melalui jaringan GSM ke server pusat, dengan penekanan pada pentingnya kestabilan jaringan komunikasi dan proses kalibrasi sensor guna memperoleh data yang akurat.

Kontribusi lain disampaikan oleh Rahmat dan Nugroho (2022) melalui pengembangan sistem notifikasi darurat berbasis SMS Gateway yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor gas MQ-135. Sistem ini dinilai memiliki keunggulan dari sisi efisiensi biaya serta kecepatan dalam menyampaikan peringatan saat kondisi darurat. Selanjutnya, Sari dan Firmansyah (2023) mengusulkan sistem deteksi kebakaran yang lebih kompleks dengan menambahkan kamera mini yang akan aktif ketika sensor mendeteksi potensi bahaya. Informasi visual yang dihasilkan kemudian dikirimkan kepada pengguna melalui Telegram bot, sehingga meningkatkan tingkat kewaspadaan dan keakuratan informasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arah pengembangan sistem IoT semakin mengarah pada sistem yang adaptif, cerdas, dan responsif.

Berbagai penelitian tersebut menjadi landasan konseptual dan teknis dalam pengembangan sistem peringatan dini kebakaran yang diterapkan di MAN 1 Kabupaten Serang. Sistem yang dirancang tidak hanya difokuskan pada peningkatan keselamatan lingkungan sekolah dari ancaman kebakaran, tetapi juga dimanfaatkan sebagai media pembelajaran bagi siswa untuk mengenal dan memahami teknologi IoT secara langsung. Melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek, peserta didik didorong untuk berperan aktif tidak hanya sebagai pengguna teknologi, tetapi juga sebagai perancang solusi yang memiliki nilai guna dalam kehidupan sehari-hari.

Metode pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan melalui beberapa pendekatan utama, yaitu penyuluhan untuk meningkatkan pemahaman peserta serta simulasi sistem yang disertai dengan pelatihan penggunaan perangkat. Berdasarkan metode tersebut, tim pelaksana melaksanakan kegiatan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

a. Observasi

Penentuan lokasi Pengabdian Kepada Masyarakat dilakukan secara langsung dengan mempertimbangkan relevansi kontribusi yang dapat diberikan kepada mitra. MAN 1 Kabupaten Serang dipilih sebagai mitra kegiatan karena merupakan salah satu institusi pendidikan yang aktif dalam pengembangan program berbasis teknologi dan kepedulian terhadap lingkungan. Tahap observasi dilakukan dengan mengunjungi sekolah secara langsung untuk menilai kesiapan pelaksanaan kegiatan sekaligus menjalin komunikasi dan silaturahmi dengan pihak sekolah, khususnya dengan Kepala MAN 1 Kabupaten Serang, Bapak Dr. Momon Andriwinata, S.Pd., M.Pd. Selain itu, observasi ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi potensi permasalahan yang ada di lingkungan sekolah, salah satunya adalah belum tersedianya sistem peringatan dini kebakaran yang memadai.

b. Pelaksanaan

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dilaksanakan melalui penyampaian materi mengenai sistem sensor cerdas peringatan dini kebakaran berbasis Internet of Things (IoT). Materi yang disampaikan mencakup pengenalan berbagai komponen utama, seperti sensor gas MQ-2, sensor suhu dan kelembaban DHT11, buzzer, serta modul ESP8266 atau ESP32, beserta fungsi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, khususnya di lingkungan sekolah. Setelah pemaparan materi, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi alat berupa prototipe sistem deteksi dini kebakaran yang telah dirancang. Prototipe tersebut mampu mendeteksi adanya asap dan peningkatan suhu, kemudian secara otomatis mengaktifkan alarm serta mengirimkan notifikasi berbasis IoT. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terhubung dengan sensor MQ-2, sensor DHT11, buzzer, LED indikator, serta jaringan Wi-Fi untuk pengiriman data secara real-time.

c. Tanya Jawab

Setelah sesi pemaparan materi dan demonstrasi alat, kegiatan dilanjutkan dengan sesi diskusi dan tanya jawab antara pemateri dan peserta yang terdiri dari siswa-siswi MAN 1 Kabupaten Serang. Pada sesi ini, peserta diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan serta berdiskusi mengenai prinsip kerja sistem sensor, mekanisme perangkat, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Untuk meningkatkan partisipasi, peserta yang aktif dalam diskusi maupun menjawab pertanyaan diberikan apresiasi berupa cendera mata atau hadiah edukatif dari tim Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Pamulang. Kegiatan ini bertujuan untuk menumbuhkan minat siswa terhadap bidang teknologi serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya sistem peringatan dini dalam menjaga keamanan lingkungan sekolah.

Pendekatan metode dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini mengacu pada metode penelitian kuantitatif, yang umum digunakan dalam pengenalan dan pemanfaatan teknologi otomatisasi serta robotika. Metode kuantitatif dipilih karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan prinsip-prinsip ilmiah, yaitu bersifat objektif, terukur, rasional, sistematis, dan berbasis data konkret. Metode ini menitikberatkan pada pengumpulan data numerik yang kemudian dianalisis menggunakan pendekatan statistik untuk memperoleh hasil yang bermakna. Melalui penerapan metode kuantitatif, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dapat mengkaji kondisi populasi atau sampel tertentu yang dipilih secara acak, dengan tujuan akhir untuk membuktikan atau menolak hipotesis yang telah dirumuskan berdasarkan hasil analisis data kuantitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini diikuti oleh sebanyak 43 peserta yang terdiri atas 32 siswa dan siswi, guru, serta jajaran pimpinan MAN 1 Kabupaten Serang. Selain itu, kegiatan ini juga melibatkan dosen dan mahasiswa dari Universitas Pamulang yang berlokasi di Kota Serang. Rangkaian acara diawali dengan pembukaan serta sambutan dari pihak sekolah yang disampaikan oleh Kepala MAN 1 Kabupaten Serang, Bapak Dr. Momon Andriwinata, S.Pd., M.Pd. Dalam sambutannya, beliau menegaskan pentingnya pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam kehidupan sehari-hari, khususnya sebagai upaya preventif dalam mengantisipasi potensi kebakaran di lingkungan sekolah.

Setelah sambutan dari pihak sekolah, acara dilanjutkan dengan penyampaian sambutan dari dosen pembimbing kegiatan PkM, yaitu Bapak Muhammad Fauzi Firdaus, S.T., M.Kom. Beliau menyampaikan apresiasi terhadap antusiasme para peserta serta menekankan pentingnya sinergi antara perguruan tinggi dan sekolah dalam pengembangan dan penerapan teknologi terbaru. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan sesi pengenalan dan promosi Universitas Pamulang Serang yang disampaikan oleh Bapak Hayadi Hamuda, S.Kom., M.T., dan Ibu Salma Nofri Yanti, S.Pd., M.Kom., dengan didampingi oleh mahasiswa sebagai pemateri.

Pada sesi inti kegiatan, mahasiswa Universitas Pamulang memaparkan materi terkait sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor gas MQ-2, sensor suhu dan kelembaban DHT11, buzzer, serta modul ESP32. Para peserta tidak hanya memperoleh pemahaman secara teoritis, tetapi juga menyaksikan secara langsung simulasi dan demonstrasi cara kerja sistem peringatan dini kebakaran yang telah dikembangkan. Selama kegiatan berlangsung, suasana terbangun secara interaktif dan kondusif, terlihat dari keaktifan peserta, baik siswa maupun guru, dalam mengajukan pertanyaan dan berdiskusi.

Pada sesi pemaparan teori mengenai sistem robotika, tim PkM menjelaskan materi secara rinci, mulai dari konsep dasar, pengenalan komponen yang digunakan, penerapan sistem, hingga cara memberikan instruksi atau pemrograman pada perangkat deteksi dini kebakaran. Selanjutnya, pada tahap praktikum dan uji coba alat, peserta diperkenalkan dengan bentuk prototipe sistem serta diberikan penjelasan secara bertahap mengenai setiap komponen yang digunakan dalam proses perakitan alat sensor deteksi kebakaran berbasis IoT. Penjelasan tersebut disampaikan secara jelas dan sistematis kepada seluruh siswa yang mengikuti kegiatan, sehingga memudahkan mereka dalam memahami cara kerja sistem secara menyeluruh.



Gambar 1 Penyampaian Materi Alat IoT Kepada Siswa MAN 1 Kab. Serang

2. Pemaparan Kegiatan PkM

Pada tahap utama kegiatan, yaitu sesi penyampaian materi mengenai sistem peringatan dini kebakaran berbasis Internet of Things (IoT), tim Pengabdian kepada Masyarakat memaparkan materi secara komprehensif. Materi yang disampaikan meliputi pengenalan konsep dasar IoT, fungsi serta mekanisme kerja sensor utama seperti sensor gas MQ-2 dan sensor suhu DHT11, pemanfaatan modul ESP32 sebagai media koneksi ke jaringan internet, hingga contoh penerapan sistem dalam mendeteksi potensi kebakaran di lingkungan sekolah. Selain itu, peserta juga diberikan penjelasan mengenai proses konfigurasi dan pemrograman perangkat agar sistem mampu menghasilkan peringatan secara otomatis berupa bunyi alarm melalui buzzer maupun pengiriman notifikasi.

Pada sesi praktikum dan pengujian sistem, kegiatan diawali dengan pengenalan bentuk prototipe serta seluruh komponen penyusun alat deteksi kebakaran. Setiap komponen, mulai dari sensor asap atau gas, sensor suhu, buzzer, breadboard, hingga mikrokontroler ESP32, dijelaskan secara bertahap kepada siswa kelas XII MAN 1 Kabupaten Serang. Proses perakitan dan pengujian perangkat dilakukan secara langsung di dalam kelas dengan melibatkan siswa secara aktif. Pendekatan ini bertujuan agar peserta tidak hanya memahami teori yang disampaikan, tetapi juga dapat menyaksikan dan memahami cara kerja sistem secara nyata. Metode pembelajaran yang digunakan bersifat edukatif dan partisipatif, sehingga kegiatan berlangsung dengan suasana yang interaktif, menarik, serta mudah dipahami oleh seluruh peserta.

3. Pemaparan Kegiatan PkM

Proses pengumpulan data sekaligus pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang berfokus pada pengenalan sensor cerdas dalam sistem peringatan dini kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) di MAN 1 Kabupaten Serang dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama sebagai berikut.

Tahap Persiapan. Pada tahap awal, tim PkM menyiapkan dan menyusun materi pelatihan yang meliputi konsep dasar Internet of Things (IoT), penggunaan sensor gas atau asap MQ-2, sensor suhu dan kelembapan DHT11, serta pemanfaatan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama sistem. Selain penyusunan materi, tim juga melakukan pemeriksaan dan penyiapan seluruh perangkat pendukung, seperti breadboard, kabel jumper, buzzer, serta modul koneksi Wi-Fi, guna memastikan kegiatan dapat berlangsung dengan baik tanpa mengalami kendala teknis.

Tahap Sosialisasi. Sebelum kegiatan pelatihan dimulai, tim PkM melaksanakan sosialisasi kepada pihak sekolah mengenai tujuan, manfaat, serta pentingnya penerapan sistem peringatan dini kebakaran di lingkungan pendidikan. Kegiatan sosialisasi ini juga dimanfaatkan untuk menyepakati jadwal pelaksanaan

serta memberikan gambaran umum mengenai rangkaian kegiatan kepada siswa, guru, dan pihak terkait yang akan berpartisipasi.

Tahap Pelatihan Teoretis. Pada tahap ini, peserta memperoleh pembekalan materi secara teoritis mengenai prinsip kerja sistem deteksi kebakaran berbasis IoT. Materi yang disampaikan mencakup pengenalan komponen penyusun sistem, fungsi masing-masing sensor, alur pengolahan dan pengiriman data ke sistem peringatan, serta mekanisme pengiriman notifikasi melalui jaringan internet.

Tahap Pelatihan Praktik. Setelah memahami konsep teori, peserta diberikan kesempatan untuk melakukan perakitan sistem peringatan dini kebakaran secara langsung. Dalam sesi ini, sistem diuji menggunakan sumber api kecil dengan pengawasan yang ketat untuk memastikan keamanan selama praktik. Pengujian dilakukan untuk melihat respons sensor MQ-2 dalam mendeteksi asap, memicu alarm buzzer, serta mengirimkan notifikasi ke perangkat yang terhubung. Selain itu, aplikasi pendukung berbasis smartphone dimanfaatkan untuk memantau kinerja sistem secara real-time.

Tahap Evaluasi dan Tindak Lanjut. Pada akhir rangkaian kegiatan, dilakukan evaluasi guna mengukur tingkat pemahaman peserta terhadap materi dan praktik yang telah diberikan. Selanjutnya, tim PkM juga memberikan arahan terkait pengembangan sistem ke tahap yang lebih lanjut, seperti penambahan fitur, integrasi dengan layanan cloud, maupun penerapan sistem ke dalam konsep smart classroom. Diharapkan, sistem yang diperkenalkan dapat menjadi bagian dari program sekolah yang berkelanjutan dalam bidang kebersihan, keamanan, dan pemanfaatan teknologi.

4. Pembahasan Kegiatan PkM

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di MAN 1 Kabupaten Serang terbukti mampu meningkatkan pemahaman serta keterampilan peserta didik dalam bidang teknologi Internet of Things (IoT), khususnya terkait penerapan sistem peringatan dini kebakaran berbasis sensor cerdas. Sebelum kegiatan dilaksanakan, sebagian besar siswa belum memahami secara mendalam mekanisme kerja sistem deteksi kebakaran yang memanfaatkan sensor asap MQ-2, sensor suhu dan kelembapan DHT11, maupun proses pengolahan dan pengiriman data secara real-time menggunakan mikrokontroler seperti ESP32.

Setelah mengikuti rangkaian kegiatan yang terdiri dari penyampaian materi teori dan praktik langsung, siswa menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap konsep dasar IoT, fungsi masing-masing sensor, serta cara mengimplementasikannya dalam sebuah sistem peringatan dini kebakaran. Pemilihan tema kegiatan “Penerapan Sensor Cerdas Sistem Peringatan Dini Kebakaran Berbasis IoT” bertujuan untuk memberikan wawasan yang aplikatif sekaligus komprehensif mengenai pentingnya pemanfaatan teknologi dalam menciptakan lingkungan yang aman dan tanggap terhadap potensi bencana.

Kegiatan diawali dengan sesi pemparapan teori yang membahas komponen utama sistem peringatan kebakaran berbasis IoT, alur kerja sensor, proses pengolahan data, hingga mekanisme pengiriman notifikasi melalui jaringan nirkabel. Peserta diperkenalkan dengan sensor MQ-2 dan DHT11, penggunaan buzzer sebagai media peringatan suara, serta pengaturan konektivitas jaringan menggunakan modul Wi-Fi pada ESP32. Dalam sesi ini, ditekankan bahwa sistem tersebut merupakan salah satu solusi praktis yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko kebakaran, baik di lingkungan sekolah maupun rumah.

Pada tahap praktikum, siswa dilibatkan secara langsung dalam proses perakitan sistem peringatan dini kebakaran sederhana, mulai dari penyusunan rangkaian, penghubungan sensor ke mikrokontroler, hingga pengujian sistem melalui simulasi asap atau peningkatan suhu. Kegiatan praktik ini memberikan pengalaman nyata kepada siswa dalam membangun perangkat IoT serta membiasakan mereka menggunakan perangkat lunak pendukung seperti Arduino IDE dan platform monitoring. Selain itu, siswa juga mempelajari cara menentukan ambang batas deteksi dan mengaktifkan buzzer sebagai alarm otomatis ketika kondisi berbahaya terdeteksi.

Tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis, kegiatan ini juga menumbuhkan pola pikir kritis serta kesadaran siswa akan pentingnya sistem deteksi dini kebakaran dalam menjaga keselamatan lingkungan. Peserta didorong untuk mengembangkan ide-ide inovatif, seperti integrasi sistem dengan aplikasi smartphone atau penambahan fitur notifikasi berbasis SMS melalui platform IoT.

Hasil evaluasi kegiatan menunjukkan bahwa siswa MAN 1 Kabupaten Serang mampu mengikuti seluruh rangkaian kegiatan dengan baik. Antusiasme peserta terlihat baik pada sesi teori maupun praktik. Umpam balik yang diberikan menyatakan bahwa kegiatan ini memberikan manfaat yang signifikan serta membuka wawasan baru mengenai penerapan teknologi digital dan IoT dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam meningkatkan aspek keselamatan dan efisiensi.

Secara umum, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini telah berhasil mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam bidang teknologi sensor cerdas dan sistem IoT. Melalui pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan teori, praktik, serta pemahaman terhadap permasalahan nyata seperti kebakaran, siswa diharapkan tidak hanya memiliki kompetensi teknis, tetapi juga kesadaran sosial dan tanggung jawab dalam memanfaatkan teknologi secara bijak dan bermanfaat. Oleh karena itu, kegiatan serupa sangat direkomendasikan untuk terus dikembangkan dan diterapkan di sekolah lain sebagai bagian dari upaya peningkatan literasi digital dan penguatan kompetensi abad ke-21.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan seluruh rangkaian kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang telah dilaksanakan oleh dosen dan mahasiswa Program Studi Sistem Komputer Universitas Pamulang Kampus Kota Serang di MAN 1 Kabupaten Serang, dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan literasi teknologi peserta didik. Kegiatan PkM ini secara khusus berkontribusi dalam memperkenalkan dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) sebagai solusi sistem peringatan dini kebakaran yang aplikatif dan relevan dengan kebutuhan lingkungan sekolah. Melalui pendekatan edukatif yang terstruktur, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual, tetapi juga pengalaman praktik yang mendukung penguasaan teknologi secara langsung.

Sistem peringatan dini kebakaran yang diperkenalkan dalam kegiatan ini dirancang dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, seperti sensor asap dan gas MQ-2, sensor suhu dan kelembaban DHT11, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Proses pengembangan sistem dilakukan secara bertahap dan sistematis, dimulai dari perancangan skema rangkaian, penyusunan komponen pada breadboard, penulisan dan pengunggahan program menggunakan Arduino IDE, hingga pengujian sistem yang terhubung dengan jaringan internet untuk mendukung komunikasi data secara real-time. Melalui kegiatan PkM ini, siswa MAN 1 Kabupaten Serang diperkenalkan pada seluruh tahapan tersebut dengan pendekatan pembelajaran berbasis praktik, sehingga mereka tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mencoba membangun sistem deteksi kebakaran sederhana secara mandiri.

Sensor MQ-2 berfungsi sebagai pendeksi keberadaan asap atau gas mudah terbakar, sedangkan sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan sekitar. Data yang dihasilkan oleh kedua sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pengolah data sekaligus pengirim informasi. Ketika nilai pembacaan sensor melewati ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis akan mengaktifkan peringatan berupa bunyi buzzer atau indikator visual, serta mengirimkan notifikasi melalui jaringan internet ke aplikasi atau dashboard berbasis IoT, seperti Telegram atau platform monitoring lainnya. Mekanisme ini memungkinkan sistem memberikan peringatan secara cepat dan real-time, sehingga potensi bahaya kebakaran dapat direspon lebih dini.

Proses pengenalan teknologi dalam kegiatan ini dilakukan melalui kombinasi metode teoritis dan praktis. Kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar IoT, fungsi dan karakteristik masing-masing sensor, serta contoh penerapan teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, siswa dilibatkan secara aktif dalam proses perakitan, pemrograman, dan pengujian sistem sensor dengan pendampingan langsung dari tim dosen dan mahasiswa Universitas Pamulang. Penggunaan bahasa yang komunikatif, simulasi alat secara langsung, serta keterlibatan aktif siswa dalam diskusi dan praktik terbukti menjadi faktor utama keberhasilan kegiatan ini. Hasilnya, siswa menunjukkan pemahaman yang baik terhadap manfaat sistem peringatan dini berbasis IoT dan ketertarikan untuk mengembangkan proyek teknologi serupa di masa mendatang.

Berdasarkan hasil perancangan, pelaksanaan, serta kesimpulan yang diperoleh dari kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan kegiatan serupa di masa depan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan dampak positif kegiatan adalah dengan memperluas bentuk kolaborasi, tidak hanya dengan pihak sekolah, tetapi juga dengan industri, komunitas teknologi, atau lembaga profesional yang memiliki kompetensi di bidang teknologi digital dan sistem informasi. Kolaborasi tersebut diharapkan dapat memberikan wawasan tambahan bagi siswa melalui pengalaman langsung dari para praktisi, sekaligus memperluas jejaring dan peluang pengembangan kompetensi di bidang teknologi. Selain itu, penyelenggaraan pelatihan lanjutan atau workshop berkala bagi guru dan tenaga pendidik juga dapat

menjadi langkah strategis agar transfer pengetahuan dan keberlanjutan pemanfaatan teknologi di sekolah dapat terjaga dengan baik.

Di sisi lain, untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat secara lebih luas, disarankan agar kegiatan serupa dikemas dalam bentuk acara publik, seperti seminar terbuka, lokakarya, atau pameran teknologi. Kegiatan tersebut dapat menjadi sarana edukasi bagi masyarakat mengenai manfaat teknologi otomatisasi, robotika, dan sistem IoT dalam mendukung keamanan, efisiensi, serta kesejahteraan bersama. Dengan meningkatnya pemahaman masyarakat terhadap pentingnya teknologi peringatan dini dan sistem cerdas, diharapkan akan terbentuk dukungan yang lebih kuat terhadap inisiatif-inisiatif teknologi yang berorientasi pada keselamatan dan pembangunan berkelanjutan di lingkungan pendidikan maupun masyarakat umum..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] R. S. Kharisma and A. Setiyansah, “Fire early warning system using fire sensors, microcontroller and SMS gateway,” *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 3, pp. 165–169, May 2021, doi: 10.18196/jrc.2372.
- [2] A. Rehman, M. A. Qureshi, T. Ali, M. Irfan, S. Abdullah, S. Yasin, U. Draz, A. Glowacz, G. Nowakowski, A. Alghamdi, et al., “Smart fire detection and deterrent system for human savior by using Internet of Things (IoT),” *Energies*, vol. 14, no. 17, p. 5500, 2021, doi: 10.3390/en14175500.
- [3] F. Khan, Z. Xu, J. Sun, F. M. Khan, A. Ahmed, and Y. Zhao, “Recent advances in sensors for fire detection,” *Sensors*, vol. 22, no. 9, p. 3310, 2022, doi: 10.3390/s22093310.
- [4] S. J. Malebary, “Early fire detection using long short-term memory-based instance segmentation and Internet of Things for disaster management,” *Sensors*, vol. 23, no. 22, p. 9043, 2023, doi: 10.3390/s23229043.
- [5] S. Adam, A. S. Kurniawan, and N. Fadillah, “Fire early warning system via CCTV camera using convolutional neural network,” *Jurnal INSTEK (Informatika, Sains dan Teknologi)*, vol. 9, no. 2, 2024, doi: 10.24252/instek.v9i2.48770.
- [6] Z. Erfandi, D. Hartanti, and J. Maulindar, “Implementasi Internet of Things (IoT) untuk sistem pemantauan kebakaran dini dengan notifikasi Telegram dan alarm,” *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.29408/jit.v8i1.28248.
- [7] M. M. Susilo and L. Rakhmawati, “Implementation Internet of Things (IoT) in fire and LPG leakage detection system based on ESP32 with multi-user notification,” *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE)*, vol. 8, no. 2, pp. 59–68, 2023, doi: 10.26740/inajeee.v8n2.p59-68.
- [8] E. Rahayu, Y. H. P. Isnomo, and M. A. Anshori, “Automatic early warning system design with firefighter synchronization based on Internet of Things (IoT),” *Jartel (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)*, vol. 13, no. 1, pp. 103–108, 2023, doi: 10.33795/jartel.v13i1.416.
- [9] W. Kuncoro, J. Maulindar, and R. P. Indah, “Monitoring peringatan dini kebakaran pada sistem smart home menggunakan NodeMCU berbasis IoT,” *Generation Journal*, vol. 7, no. 2, pp. 105–115, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i2.20015.
- [10] M. A. I. Mashuri, B. Kholidah, and F. A. El Hakim, “Designing an Internet of Things-based fire and gas leak detection system,” *Journal of Applied Informatics Research*, vol. 1, no. 1, 2025.