

Sistem Monitoring Kebakaran Dini Berbasis ESP8266 Menggunakan Sensor Api dan Firebase Realtime Database

Muhamad Bahrul A'lam

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Sujono

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Alamat: Jl. Garuda No. 09, Tambakberas, Jombang, Jawa Timur 61419

Korespondensi penulis: m.bahrul2911@gmail.com

Abstrak. *Fire is a frequent disaster and can cause significant losses, both in terms of material and human safety. Delays in detecting fires are a major factor in their impact. Therefore, an early fire monitoring system capable of providing information quickly and in real time is needed. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based early fire monitoring system using the ESP8266 module as the main controller, a fire sensor as a flame detector, and the Firebase Realtime Database as a medium for online data storage and monitoring. This system works by detecting the presence of fire through the fire sensor, then the ESP8266 sends the detected data to Firebase in real time. This information can be monitored through an application or web monitoring. Test results show that the system is able to detect fire effectively and transmit data to Firebase quickly and stably, making it suitable for use as an early fire warning system.*

Keywords: *ESP8266; Firebase; Fire Monitoring; Fire Sensor; Internet of Things*

Abstrak. Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi dan dapat menimbulkan kerugian besar baik dari segi materi maupun keselamatan jiwa. Keterlambatan dalam mendeteksi munculnya api menjadi faktor utama besarnya dampak kebakaran. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem monitoring kebakaran dini yang mampu memberikan informasi secara cepat dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kebakaran dini berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan modul ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor api sebagai pendeteksi nyala api, serta Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan monitoring data secara daring. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi keberadaan api melalui sensor api, kemudian data hasil deteksi dikirimkan oleh ESP8266 ke Firebase secara real-time. Informasi tersebut dapat dipantau melalui aplikasi atau web monitoring. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi api dengan baik dan mengirimkan data ke Firebase secara cepat dan stabil, sehingga dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini kebakaran.

Kata Kunci: *ESP8266; Firebase; Internet of Things; Monitoring Kebakaran; Sensor Api*

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan peristiwa yang dapat terjadi kapan saja dan di mana saja, baik di lingkungan rumah tangga, perkantoran, maupun industri. Penyebab kebakaran sangat beragam, mulai dari korsleting listrik, kelalaian manusia, hingga faktor lingkungan. Kurangnya sistem pemantauan yang efektif menyebabkan kebakaran sering kali terlambat diketahui, sehingga api telah membesar dan sulit dikendalikan.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem monitoring kebakaran dini yang mampu memberikan informasi secara cepat dan akurat. Salah satu modul yang banyak digunakan dalam pengembangan IoT adalah ESP8266

karena memiliki kemampuan komunikasi WiFi yang terintegrasi serta harga yang relatif terjangkau.

Penelitian ini membahas perancangan sistem monitoring kebakaran dini menggunakan ESP8266 dan sensor api. Data hasil pendeteksian dikirimkan ke Firebase Realtime Database sehingga dapat dipantau secara real-time melalui perangkat pengguna. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meminimalkan risiko dan dampak kebakaran.

KAJIAN TEORITIS

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai objek fisik atau perangkat elektronik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Setiap perangkat dalam sistem IoT umumnya dilengkapi dengan sensor dan modul komunikasi yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar dan mengirimkannya ke sistem lain secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung.

Penerapan IoT telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti *smart home*, *smart city*, industri, dan sistem keamanan. Dalam bidang keamanan, IoT dimanfaatkan untuk membangun sistem monitoring dan peringatan dini, termasuk sistem deteksi kebakaran, yang mampu menyajikan informasi kondisi lingkungan secara real-time kepada pengguna. Dengan dukungan teknologi *cloud computing*, data hasil pemantauan dapat diakses dari mana saja melalui perangkat yang terhubung ke internet, sehingga meningkatkan efektivitas sistem pengawasan dan pengambilan Keputusan.

ESP8266

ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan fitur WiFi, sehingga memungkinkan perangkat untuk terhubung langsung ke jaringan internet. Modul ini banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT karena kemudahan penggunaan dan konsumsi daya yang rendah.

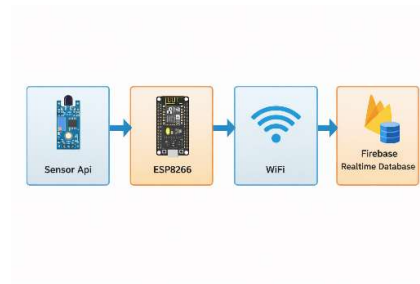
Sensor Api

Sensor api (flame sensor) digunakan untuk mendeteksi adanya nyala api berdasarkan panjang gelombang cahaya tertentu. Sensor ini mampu mendeteksi api dalam jarak tertentu dan sering digunakan pada sistem keamanan dan deteksi kebakaran.

Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database merupakan layanan basis data berbasis cloud yang memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data secara real-time. Firebase sangat cocok digunakan dalam aplikasi IoT karena mampu menampilkan perubahan data secara langsung.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Blok

Metode penelitian pada penelitian ini disusun untuk mendukung perancangan dan pengembangan sistem monitoring kebakaran dini berbasis Internet of Things (IoT). Spesifikasi penelitian meliputi penggunaan sensor api (flame sensor) sebagai perangkat input untuk mendeteksi keberadaan nyala api, modul ESP8266 sebagai pengendali utama sistem, jaringan WiFi sebagai media komunikasi data, serta Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan monitoring data secara real-time yang dapat diakses melalui aplikasi atau web.

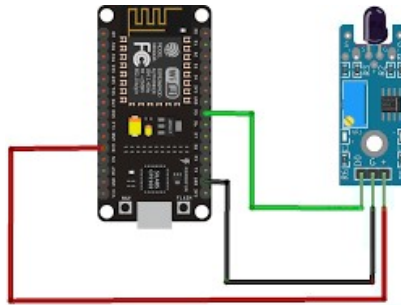
Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara merancang, membangun, dan mengimplementasikan sistem monitoring kebakaran dini, kemudian melakukan pengujian secara langsung terhadap kinerja sistem tersebut. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi nyala api dan mengirimkan data hasil deteksi ke Firebase secara tepat dan berkelanjutan.

Metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Data yang dihasilkan berupa nilai analog hasil pembacaan sensor api yang diperoleh melalui pin analog ESP8266. Nilai-nilai tersebut kemudian diolah berdasarkan ambang batas (threshold) yang telah ditentukan untuk mengklasifikasikan kondisi lingkungan menjadi dua kategori, yaitu kondisi aman dan kondisi terdeteksi api.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap hasil pembacaan sensor api dan pencatatan data yang tersimpan pada Firebase Realtime Database selama proses pengujian sistem berlangsung. Metode analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai sensor terhadap nilai ambang batas untuk menentukan status kondisi lingkungan, serta mengevaluasi keandalan dan respons sistem dalam mendeteksi nyala api dan menampilkan informasi secara real-time melalui aplikasi atau web monitoring.

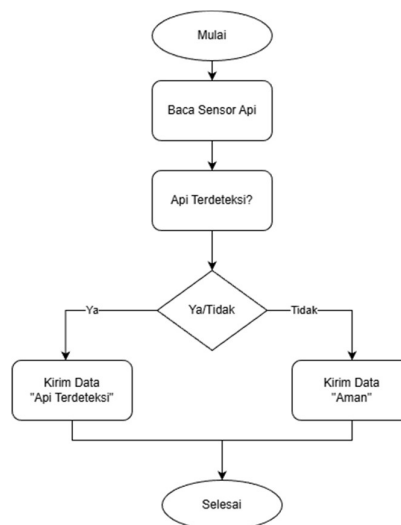
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Kinerja Sistem Monitoring Kebakaran Dini



Gambar 2. Skematik Rangkaian Sistem Monitoring Kebakaran Dini

Hubungan antar komponen perangkat keras pada sistem monitoring kebakaran dini ditunjukkan pada skematik rangkaian sistem. Skematik tersebut menggambarkan integrasi antara sensor api, modul ESP8266, jaringan WiFi, dan Firebase Realtime Database sebagai satu kesatuan sistem. Sensor api dihubungkan ke modul ESP8266 melalui pin VCC sebagai sumber tegangan 3,3 V, pin GND sebagai ground, dan pin A0 sebagai jalur data analog. Modul ESP8266 berperan sebagai pengendali utama yang membaca nilai analog dari sensor api, melakukan pemrosesan data berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan, serta menentukan kondisi lingkungan. Hasil pemrosesan data kemudian dikirimkan ke Firebase Realtime Database melalui koneksi WiFi secara real-time, sehingga data nilai sensor dan status kondisi dapat dipantau secara langsung melalui aplikasi atau web monitoring.



Gambar 3. Flowchart Sistem Monitoring Kebakaran Dini

Alur kerja pengolahan data pada sistem tersebut dijelaskan lebih lanjut melalui flowchart sistem monitoring kebakaran dini. Proses diawali dengan inisialisasi sistem dan pembacaan data sensor api oleh ESP8266, kemudian nilai sensor yang diperoleh dievaluasi untuk menentukan keberadaan nyala api. Apabila api terdeteksi, sistem mengirimkan data dengan status “Api Terdeteksi” ke Firebase Realtime Database, sedangkan apabila tidak terdeteksi api, sistem mengirimkan data dengan status “Aman”. Setelah proses pengiriman data selesai,

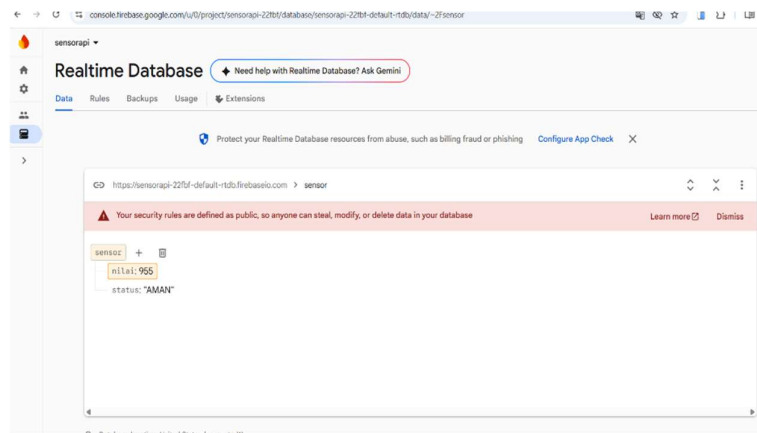
sistem kembali melakukan pembacaan sensor secara berulang, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi kebakaran secara real-time dan berkelanjutan.

2. Analisis Deteksi Sensor Api

Tabel 1. Tabel Pengujian Sensor Api dan Pengiriman Data

No	Nilai Sensor	Status Sistem	Data Terkirim ke Firebase	Keterangan
1	<100	API Terdeteksi	Berhasil	Api terdeteksi sangat cepat
2	<100	API Terdeteksi	Berhasil	Data terkirim real-time
3	<100	API Terdeteksi	Berhasil	Respon sistem stabil
4	100-500	API Terdeteksi	Berhasil	Deteksi mulai melemah
5	>500	Aman	Berhasil	Tidak terdeteksi api

Analisis hasil pembacaan sensor api dilakukan berdasarkan nilai intensitas cahaya api yang diterima sensor. Sistem menggunakan nilai ambang batas sebesar 500 untuk menentukan kondisi lingkungan, di mana nilai sensor di bawah ambang batas diklasifikasikan sebagai kondisi terdeteksi api, sedangkan nilai di atas ambang batas menunjukkan kondisi aman. Berdasarkan hasil pengujian, sensor api menunjukkan respon yang cepat dan stabil pada intensitas api yang tinggi, dengan nilai sensor berada pada rentang di bawah 100. Pada kondisi tersebut, sistem mampu mendeteksi api secara akurat dan mengirimkan informasi ke Firebase tanpa mengalami keterlambatan yang signifikan.



Gambar 4. Tampilan Hasil Monitoring Sensor Api pada Firebase Realtime Database

Pada intensitas api yang lebih rendah, nilai sensor berada pada rentang 100 hingga 500 dan menunjukkan fluktuasi pembacaan. Kondisi ini disebabkan oleh penurunan intensitas cahaya api yang diterima sensor, sehingga memengaruhi kestabilan nilai analog. Meskipun demikian, sistem tetap mampu mengklasifikasikan kondisi sebagai terdeteksi api dan mengirimkan data ke Firebase secara real-time. Hal ini menunjukkan bahwa sistem masih dapat berfungsi dengan baik, namun memerlukan penyesuaian nilai ambang batas agar kesalahan deteksi dapat diminimalkan pada kondisi lingkungan tertentu.

3. Keandalan Pengiriman Data dan Tampilan Antarmuka

Keandalan sistem juga dianalisis berdasarkan kemampuan ESP8266 dalam mengirimkan data ke Firebase Realtime Database dan menampilkannya pada antarmuka monitoring. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data nilai sensor dan status kondisi lingkungan berhasil dikirimkan dan diperbarui secara real-time pada Firebase. Perubahan data dapat langsung ditampilkan pada antarmuka monitoring tanpa memerlukan pemuatan ulang halaman, sehingga mendukung proses pemantauan kondisi kebakaran secara cepat dan responsif.

Berdasarkan keseluruhan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kebakaran dini yang dikembangkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan deteksi kebakaran secara dini dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things. Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan nyala api, mengirimkan informasi secara real-time, serta menyajikan data yang mudah diakses oleh pengguna, sehingga berpotensi untuk diterapkan sebagai sistem peringatan dini kebakaran pada lingkungan skala kecil hingga menengah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kebakaran dini berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan modul ESP8266, sensor api, dan Firebase Realtime Database berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu mendeteksi keberadaan nyala api melalui pembacaan nilai sensor api dan mengklasifikasikan kondisi lingkungan berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki respon yang cepat dan stabil pada intensitas api yang tinggi, serta tetap mampu mengirimkan data secara real-time ke Firebase meskipun terjadi fluktuasi pembacaan pada intensitas api yang lebih rendah. Selain itu, data hasil deteksi dapat ditampilkan secara real-time melalui antarmuka monitoring berbasis aplikasi atau web, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi kebakaran dari jarak jauh. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk digunakan sebagai solusi peringatan dini kebakaran yang sederhana, efektif, dan dapat diterapkan pada lingkungan skala kecil hingga menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Putra, R. D., & Siregar, H. (2021). Design of IoT-based fire detection system using ESP8266 and flame sensor. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012045>.
- Agarwal, S., & Singh, A. (2020). Internet of Things based fire detection and monitoring system. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(6), 227–231.
- Alam, M. M., Reaz, M. B. I., & Ali, M. A. M. (2020). A review of smart homes—Past, present, and future. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 50(8), 2495–2509. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2018.2859319>
<https://doi.org/10.1177/0013916509356884>.
- Ardiansyah, R., Prasetyo, E., & Nugroho, A. (2022). Monitoring system for fire detection using IoT and Firebase Realtime Database. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(3), 512–519. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i3.3912>.
- Chen, L., Ho, Y. H., & Wang, C. C. (2021). Real-time IoT fire monitoring system using cloud

- database. *Sensors*, 21(18), 6235. <https://doi.org/10.3390/s21186235>.
- Firebase. (2023). *Firebase Realtime Database documentation*. <https://firebase.google.com/docs/database>.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2020). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 81, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.010>.
- Hidayat, T., & Suryani, D. (2021). Sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things menggunakan ESP8266. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 95–102.
- Islam, M. M., Rahman, M. A., & Ahmed, M. (2022). IoT-based smart fire monitoring and alerting system. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(5), 144–150. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130518>.
- Kumar, A., & Reddy, P. S. (2020). Fire detection and monitoring system using IoT. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(4), 3021–3025.
- Mahmoud, M., & Mohamad, A. (2021). A study of IoT cloud platforms for real-time monitoring applications. *Procedia Computer Science*, 170, 939–944. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.131>.
- Nugroho, A., Santoso, I., & Wibowo, T. (2023). Implementasi Firebase Realtime Database pada sistem monitoring berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 10(1), 85–92.
- Putra, D. A., & Kurniawan, A. (2020). Rancang bangun sistem peringatan dini kebakaran berbasis ESP8266. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(2), 67–74.
- Rashid, B., & Rehmani, M. H. (2021). Applications of wireless sensor networks for urban areas: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 60, 192–219. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2015.09.008>.
- Samsugi, S., & Ardiansyah, R. (2021). Sistem monitoring kebakaran berbasis IoT menggunakan sensor api. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(1), 45–52.
- Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2020). Internet of Things: Architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2020, 1–25. <https://doi.org/10.1155/2020/9324035>.
- Singh, R., Kumar, S., & Verma, P. (2022). Smart fire detection system using IoT and cloud computing. *Materials Today: Proceedings*, 56(2), 987–992. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.265>.
- Wijaya, A., & Pramono, S. (2022). Analisis kinerja ESP8266 pada sistem monitoring real-time berbasis IoT. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 11(3), 211–218.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2020). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(1), 22–32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2947043>.
- Suryani, D., Hidayat, T., & Prakoso, R. (2023). Development of IoT-based fire detection and monitoring system using ESP8266 and cloud database. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 13(2), 1845–1853. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i2.29876>.