



Perancangan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis IoT Untuk Mendeteksi Kebakaran Secara Real-Time

M. Amirul Akbar P¹, Suwadi Nanra², Jumadri JN³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Batam, Batam, Indonesia

*Korespondensipenulis: akbarmuhamad@gmail.com

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:
Diterima, 10 November 2024
Direvisi, 14 November 2024
Disetujui, 30 November 2024

Kata Kunci:
Kebakaran, Deteksi Kebakaran,
Internet of Things (IOT), Notifikasi
Otomatis
Keywords:
Fire, Fire Detection, Internet of
Things(IOT), Automatic Notification

ABSTRACT

Fires are a common disaster in this country, especially in areas where buildings are closely situated, often leading to significant material loss and casualties. The importance of a fast and accurate fire detection system is crucial to minimize the impact of fires. However, many existing fire detection systems still have weaknesses in terms of speed and accuracy. Therefore, this research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based fire detection system capable of detecting fires in real-time and providing rapid response. This system will utilize smoke, flame, and temperature sensors integrated with an IoT platform to wirelessly transmit data and automatically notify authorities. It is expected that this system will improve fire response effectiveness and reduce the risk of further losses, both in terms of property and human lives. Test result show that the fire sensors are capable of detecting fire within a distance of 10 cm, while the MQ-2 smoke sensor is capable of detecting smoke concentrations up to 1080 ppm, with notifications sent if the concentration exceeds 700 ppm. The DHT11 temperature and humidity sensor is also effective in monitoring environmental conditions consistently. Warning messages are sent via . Solar energy

from solar cell available for advance research development.

ABSTRAK

Kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi di negara ini, terutama di wilayah dengan bangunan yang berdekatan, dan sering kali menyebabkan kerugian besar, baik material maupun korban jiwa. Pentingnya sistem deteksi kebakaran yang cepat dan akurat menjadi kunci dalam meminimalkan dampak kebakaran. Namun, banyak sistem deteksi kebakaran saat ini masih memiliki kelemahan dalam hal kecepatan dan akurasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi kebakaran secara real-time dan memberikan respons cepat. Sistem ini akan memanfaatkan sensor asap, sensor api, dan sensor suhu yang terintegrasi dengan platform IoT untuk mengirimkan data secara nirkabel dan memberikan notifikasi otomatis kepada pihak berwenang. Diharapkan, sistem ini dapat meningkatkan efektivitas penanggulangan kebakaran dan mengurangi risiko kerugian lebih lanjut, baik dalam hal harta benda maupun nyawa manusia. Pengujian menunjukkan bahwa sensor api mampu mendeteksi api dalam jarak 10 cm, sementara sensor asap MQ-2 mampu mendeteksi konsentrasi asap hingga 1080 ppm, dengan notifikasi yang dikirimkan jika konsentrasi melebihi 700 ppm. Sensor suhu dan kelembaban DHT11 juga efektif dalam memantau kondisi lingkungan secara konsisten. Pesan peringatan dikirimkan lewat whatsapp. Pemanfaatan tenaga Surya dengan solar cell dapat dijadikan alternatif pengembangan lebih lanjut.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



PENDAHULUAN

Kebakaran adalah salah satu bencana yang paling merusak dan sering terjadi, terutama di daerah dengan bangunan yang berdekatan. Di Indonesia, kebakaran sering kali menyebabkan kerugian besar, baik secara material maupun korban jiwa, dan menjadi ancaman yang terus berkembang seiring dengan meningkatnya jumlah bangunan di kawasan padat penduduk. Kebakaran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kelalaian manusia, konsleting atau hubung singkat listrik, atau faktor alam lainnya. Dampak dari kebakaran tidak hanya terbatas pada kerugian harta benda, tetapi juga trauma psikologis, kerusakan lingkungan, dan hilangnya nyawa. Oleh karena itu, pendeteksian dini terjadinya kebakaran menjadi sangat penting untuk mengurangi risiko dan dampak kebakaran (Nurhaq, 2021).

Dalam penelitian sebelumnya menyatakan sistem deteksi kebakaran yang ada saat ini masih memiliki beberapa kelemahan, terutama dalam hal kecepatan dan akurasi (Ismamudi & Pramusinto, 2023). Banyak sistem yang gagal mendeteksi kebakaran pada tahap awal, sehingga kebakaran berkembang menjadi bencana besar sebelum tindakan pencegahan dapat diambil. Dalam beberapa kasus, keterbatasan teknologi dan biaya tinggi

menjadi kendala utama dalam pengembangan system deteksi kebakaran yang lebih canggih (Novaldiyanto K. Nento et al., 2021).

Untuk mengatasi tantangan ini, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang lebih cerdas dan efisien (Erwin et al., 2023). Dengan IoT, sensor asap, sensor api, dan sensor suhu dapat diintegrasikan ke dalam jaringan yang memungkinkan pemantauan dan analisis data secara real-time. Sistem ini tidak hanya mampu mendeteksi kebakaran dengan cepat, tetapi juga dapat memberikan notifikasi otomatis kepada pihak berwenang, seperti layanan pemadam kebakaran, sehingga respons dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran (Fatoni Achmad, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT yang mampu memberikan deteksi dini dan respons cepat terhadap kebakaran. Dengan memanfaatkan sensor-sensor cerdas yang terhubung melalui jaringan IoT, diharapkan sistem ini dapat memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan sistem deteksi kebakaran konvensional. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mengurangi risiko dan dampak kebakaran serta meningkatkan keamanan dan perlindungan bagi masyarakat

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode perancangan sistem. Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data dan informasi melalui studi literatur yang bertujuan mengkaji teori-teori relevan sebagai dasar perancangan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT. Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan untuk merancang skema sistem yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga proses perancangan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan sistem dapat diimplementasikan secara efektif. Tahap perancangan mencakup perakitan perangkat keras, seperti sensor suhu, asap, dan gas yang terhubung dengan Arduino, serta pemrograman untuk mengendalikan kinerja sistem. Setelah itu, pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, sehingga potensi kekurangan atau kegagalan dapat segera diidentifikasi dan diperbaiki. Tahap akhir adalah implementasi sistem, di mana sistem deteksi kebakaran diuji kembali untuk memastikan dapat bekerja dengan optimal dan memberikan notifikasi real-time kepada pengguna jika terdeteksi tanda-tanda kebakaran.

A. Prinsip Kerja

Sistem alarm kebakaran berbasis IoT mendeteksi kebakaran secara real-time dengan menggunakan sensor suhu, asap, dan gas yang ditempatkan di lokasi strategis untuk mengumpulkan data lingkungan. Data ini dianalisis oleh mikrokontroler dan dikirim ke server melalui modul komunikasi (WiFi atau GSM) untuk memastikan deteksi kebakaran yang akurat. Sistem menyediakan pemantauan real-time, menyimpan data historis, dan mengirim notifikasi ke perangkat pengguna jika kebakaran terdeteksi, sehingga membantu mengurangi risiko dan kerugian.

B. Tahap Pengerjaan Perancangan

Untuk membuat system deteksi kebakaran berbasis internet of things dengan perangkat Arduino diperlukan beberapa tahapan yang dapat dilihat pada blok diagram Gambar 1.



Gambar 1. Bagian Perancangan.

Tahapan perancangan sistem deteksi kebakaran dimulai dengan pengumpulan data dan informasi melalui studi literatur untuk memahami teori-teori yang mendukung perencanaan sistem. Dilanjutkan dengan analisis kebutuhan dan perancangan skema rangkaian untuk memudahkan proses pengembangan. Setelah itu, perakitan perangkat keras dilakukan dengan menyambungkan sensor-sensor, diikuti oleh pengkodean program untuk mengintegrasikan software dan hardware. Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai spesifikasi, sehingga setiap kekurangan atau kegagalan dapat segera diperbaiki. Pada tahap implementasi akhir, sistem dievaluasi untuk memastikan kinerja yang optimal dan bebas kendala, sehingga siap digunakan secara efektif.

C. Gambaran Sistem

Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT dengan Arduino dirancang untuk mengurangi kebakaran dan kerugian yang ditimbulkannya. Sistem ini menggunakan sensor suhu DHT11, sensor gas MQ-2, sensor api, NodeMcu, dan buzzer untuk mendeteksi api, mengirim data ke Arduino, menyalakan buzzer, dan mengirim notifikasi melalui panggilan telepon. Data juga dapat dilihat secara real-time melalui website yang terhubung ke internet memungkinkan pemilik untuk mengambil keputusan cepat. Selain api, sistem juga mendeteksi asap dan suhu ruangan untuk membantu memperkirakan tingkat bahaya kebakaran.



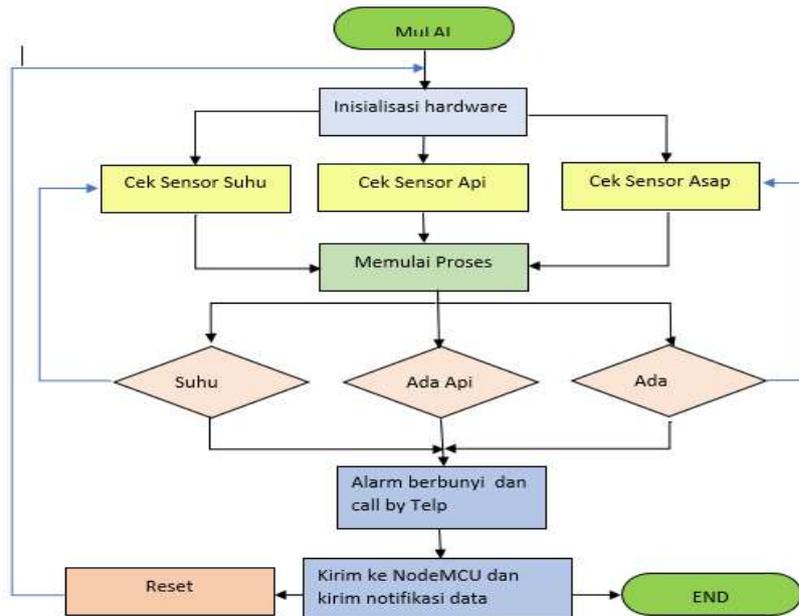
Gambar 2. Gambaran Rancangan sistem

D. Perancangan Sistem

Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT dengan Arduino membaca data dari sensor-sensor di ruangan, lalu menampilkan hasilnya secara real-time di website yang dapat diakses melalui browser. Sistem ini memanfaatkan IoT untuk pertukaran data sensor secara langsung.

- Perancangan Alur Kerja Sistem

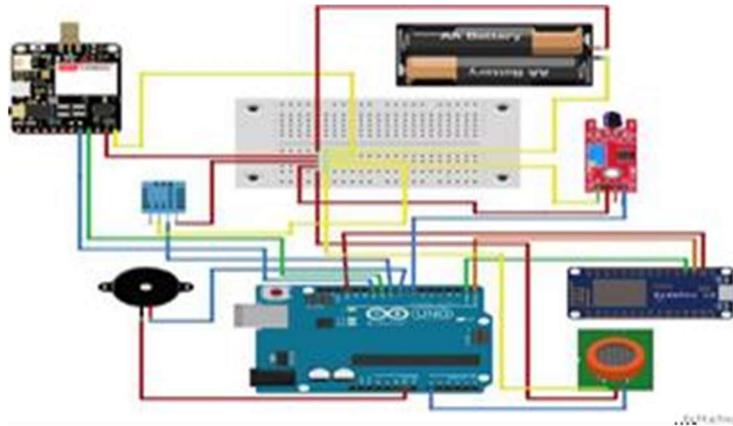
Flowchart sistem menunjukkan bahwa Arduino membaca data dari sensor suhu, gas, dan api. Jika terdeteksi api, suhu di atas 45°C, atau asap, buzzer/alarm berbunyi dan melakukan panggilan telepon. Data kemudian dikirim ke NodeMcu dan firebase server untuk ditampilkan di website secara real-time.



Gambar 3. Diagram Alur perancangan / Flow chart

- Perancangan Alur Kerja Sistem

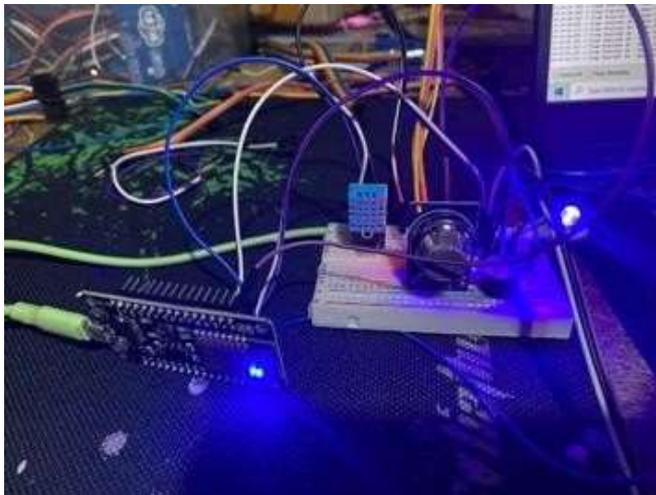
Perancangan komponen hardware untuk sistem deteksi kebakaran berbasis IoT melibatkan Arduino Uno, NodeMcu, sensor api, sensor suhu DHT11, sensor gas MQ-2, buzzer, dan Module SIM800L V2. Semua sensor terhubung ke Arduino, yang juga terhubung ke NodeMcu untuk pertukaran data, dan sistem dilengkapi dengan sumber daya untuk mengoperasikan perangkat.



Gambar 4. Perancangan *hardware*/ komponen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan perangkat keras mencakup ESP8266, sensor api, sensor asap MQ-2, sensor suhu dan kelembaban DHT11, buzzer, LED, dan modul WiFi. Pengujian keseluruhan alat ditampilkan pada gambar 5



Gambar 5. Hasil Perancangan Perangkat Keras / *Hardware*

Gambar 5 menunjukkan perancangan perangkat keras yang terdiri dari ESP8266 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan WiFi, sensor api, sensor asap MQ-2, dan sensor suhu serta kelembaban DHT11, serta LED merah dan buzzer sebagai indikator alarm. ESP8266 mengolah data dari sensor dan mengirimkannya ke platform ThingSpeak untuk pemantauan real-time, serta mengirim notifikasi melalui WhatsApp menggunakan CallmeBot API. Sensor-sensor terhubung ke pin yang sesuai pada ESP8266, dan sistem mengaktifkan alarm jika mendeteksi api atau konsentrasi asap tinggi.

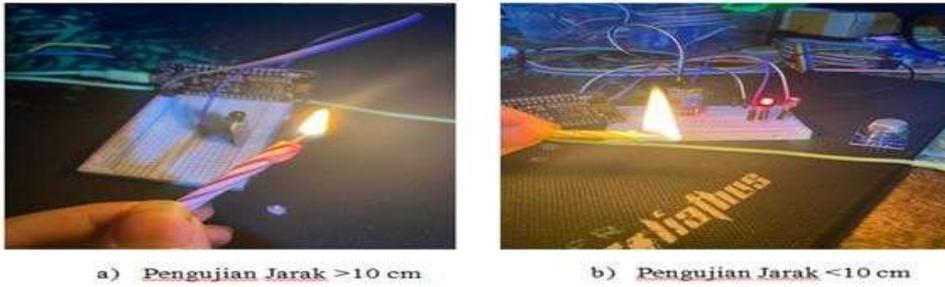
1. Pengujian Komponen

- **Pengujian Output Sensor API (Flame Sensor)**

Pengujian sensor api (Flame Sensor) bertujuan untuk mengevaluasi output dan kemampuannya dalam mendeteksi api, seperti yang ditunjukkan dalam konfigurasi pengujian pada gambar 6. Gambar 6

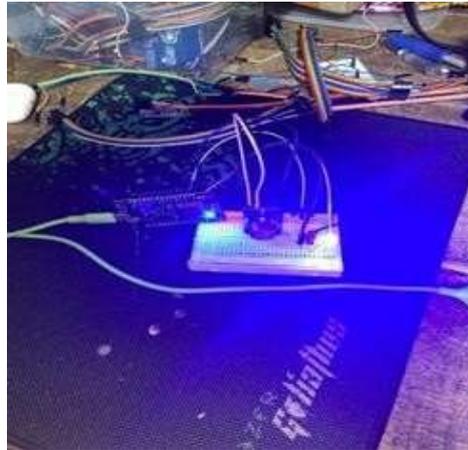
menunjukkan pengujian sensor api (Flame Sensor) yang terhubung dengan ESP8266 untuk mendeteksi api dalam jarak kurang dari 10 cm.

- **Pengujian Output Sensor Asap MQ-2**



Gambar 6 Pengujian sensor api (Flame Sensor) yang terhubung dengan ESP8266

Pengujian sensor asap MQ-2, yang terhubung ke pin analog (A0) pada ESP8266, bertujuan untuk mengukur konsentrasi asap di udara. Pengujian dilakukan dengan pembakaran kertas pada jarak berbeda, menghasilkan nilai tegangan analog yang berkisar antara 105-1080 ppm tergantung kualitas udara. Jika konsentrasi asap melebihi 700 ppm, ESP8266 akan mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp BOT dan mengaktifkan buzzer serta LED indikator.



Gambar 7. Pengujian Sensor Asap MQ-2

Pengujian Output Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11, yang terhubung ke pin digital D2 pada ESP8266, bertujuan untuk mengevaluasi kemampuannya dalam mendeteksi suhu dan kelembaban udara yang ada disekitar peralatan dipasang. Sensor diuji dalam berbagai kondisi lingkungan, dan nilai suhu serta kelembaban yang terdeteksi dicatat di serial monitor dan diunggah ke website ThingSpeak. Proses pengujian ditampilkan pada gambar 8



Gambar 8. Pengujian Sensor Suhu dan Keembaban DHT-11

2. Pengujian Perangkat Lunak

- Pengujian Software Thingspeak

Thingspeak adalah platform IoT untuk mengumpulkan, memvisualisasikan, dan menganalisis data sensor secara real-time . Dalam pengujian ini, Thingspeak digunakan untuk menampilkan grafik suhu, kelembaban, status sensor API (low atau high), dan nilai sensor asap. Data suhu dan kelembaban menunjukkan pola harian yang sesuai dengan perubahan suhu dan kelembaban umum, sedangkan grafik status sensor API memberikan peringatan real-time untuk kondisi berbahaya. Grafik nilai sensor asap menunjukkan konsentrasi asap yang berubah tergantung pada keberadaan sumber asap, membantu dalam pemantauan kualitas udara dan deteksi kebakaran. Tampilan dan analisis data ditunjukkan dalam gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Website Thingspeak

Pengujian Notifikasi Whatsapp

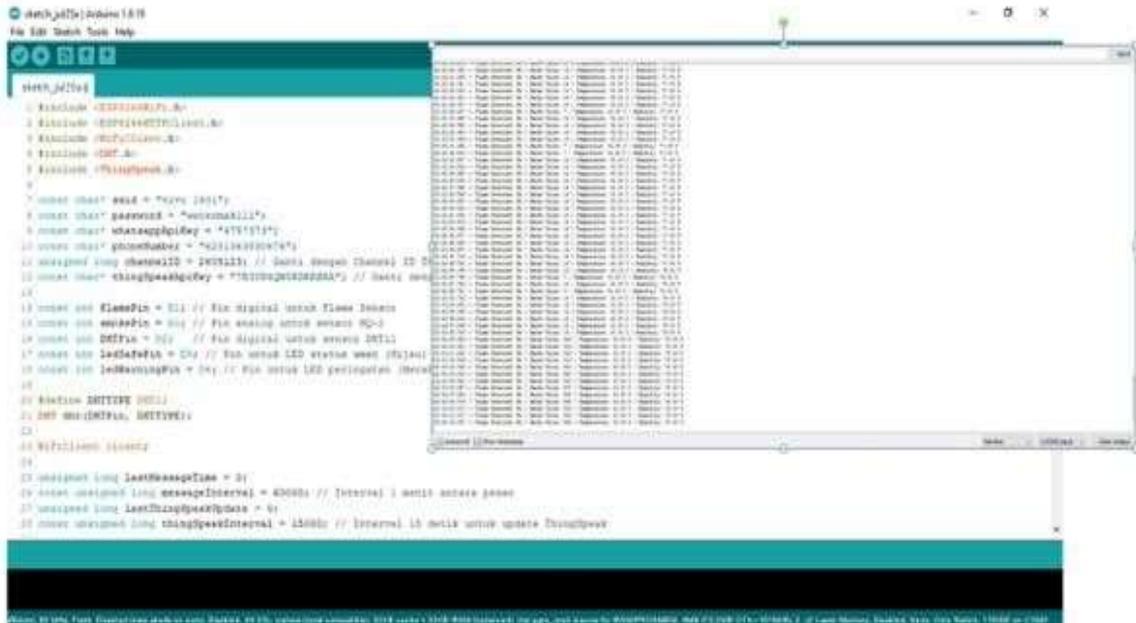
Pengujian notifikasi WhatsApp bertujuan memastikan sistem peringatan berfungsi dengan baik saat terdeteksi api atau asap dengan konsentrasi di atas 500 PPM. Bot WhatsApp "Call Me Bot" digunakan untuk mengirim notifikasi otomatis, dan hasil tampilan notifikasi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Notifikasi peringatan bahaya melalui media Whatsapp

- Pengujian Software serial Monitor Arduino IDE

Berdasarkan kurva koordinasi rele pr Pengujian program menggunakan Serial Monitor di Arduino IDE bertujuan untuk memastikan bahwa data dari sensor dibaca dan ditampilkan dengan benar. Serial Monitor digunakan untuk debugging dan memantau data sensor secara real-time, dan keberhasilan compile program ditunjukkan pada Gambar 11



Gambar 11. Pengujian Program dengan fasilitas Serial Monitoring Arduino IDE

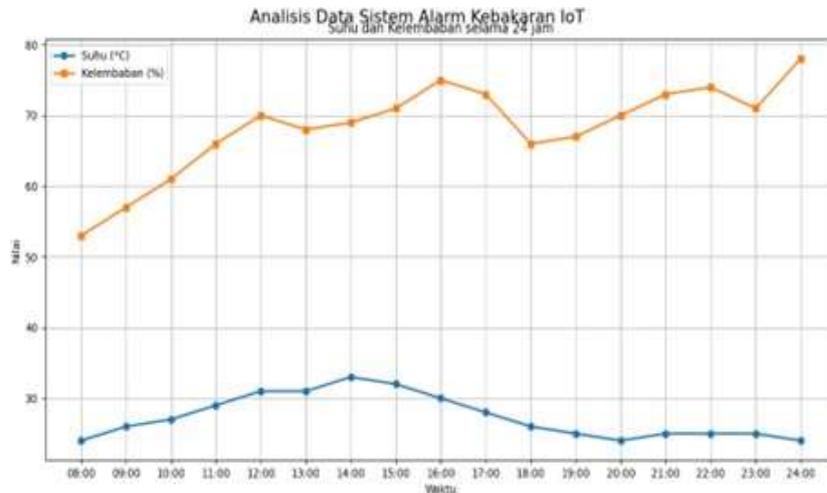
3. Analisa Data

Analisis data dilakukan pada saat Pengujian sistem alarm kebakaran IoT secara keseluruhan yaitu dengan menguji sensor suhu (DHT11), sensor api (Flame Sensor), dan sensor asap (MQ-2) selama 24 jam. Data diambil secara real time dari system dan selanjutnya data dikumpulkan dan dianalisis menggunakan software Jupyter untuk menghasilkan grafik real-time. Hasil plot data yang terkumpul dari ketiga sensor selanjutnya ditampilkan kedalam Tabel 1.

Tabell. Data Hasil Pengukuran pada sensor

No.	Waktu	Suhu(°)	Kelembaban(%)	Output Sensor		Status Notifikasi	
				FlameSensor	Sensor Asap		
1	Pagi	08.00	24	53	HIGH	357	Mati
		09.00	26	57	HIGH	679	Aktif
		10.00	27	61	LOW	779	Aktif
		11.00	29	66	LOW	904	Aktif
2	Siang	12.00	31	70	LOW	981	Aktif
		13.00	31	68	HIGH	263	Mati
		14.00	33	69	HIGH	109	Mati
		15.00	32	71	HIGH	115	Mati
		16.00	30	75	HIGH	126	Mati
3	Sore	17.00	28	73	HIGH	123	Mati
		18.00	26	66	LOW	497	Aktif
4	Malam	19.00	25	67	HIGH	1011	Aktif
		20.00	24	70	HIGH	655	Aktif
		21.00	25	73	LOW	288	Mati
		22.00	25	74	LOW	270	Mati
		23.00	25	71	LOW	211	Mati
		24.00	24	78	HIGH	209	Mati

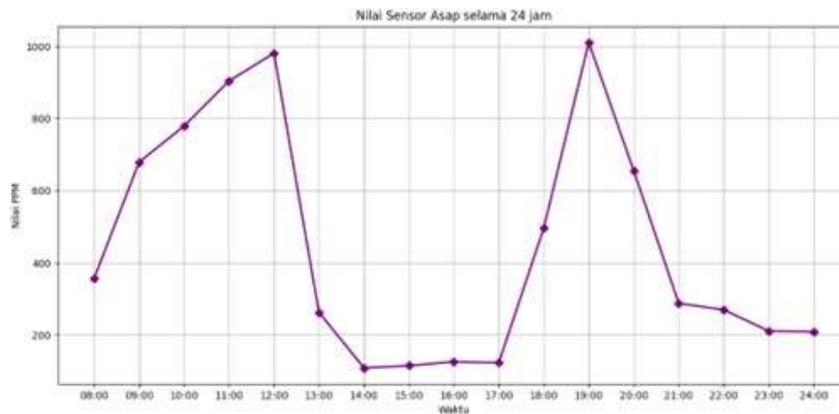
- **Analisa data Suhu dan Kelembaban selama 24 jam**



Gambar 12. Grafik plot Suhu dan Kelembaban dari system

Gambar Analisis data dari sistem alarm kebakaran IoT menunjukkan suhu ruangan bervariasi antara 24°C hingga 33°C, dengan puncaknya pada pukul 14:00, sesuai siklus harian normal. Kelembaban udara berkisar antara 53% hingga 78%, mencapai nilai tertinggi di tengah malam, mencerminkan hubungan terbalik dengan suhu.

- **Analisa data Nilai sensor Asap.**



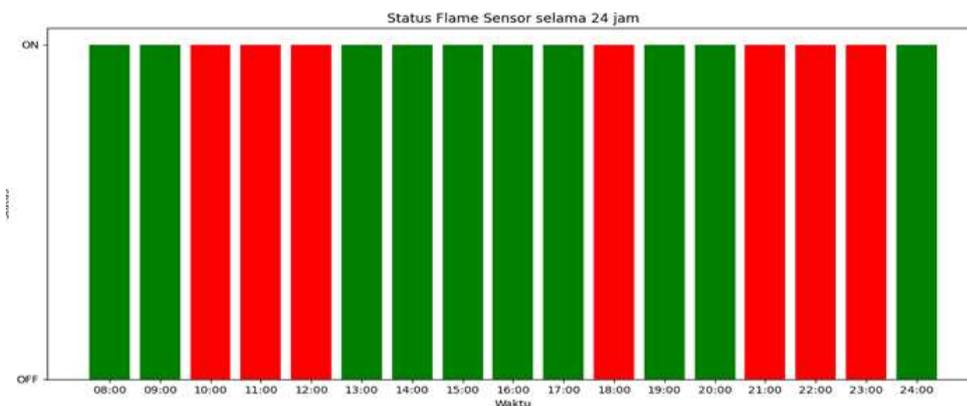
Gambar 13. Grafik Sensor Asap

Sensor asap (MQ-2) menunjukkan fluktuasi signifikan sepanjang hari, dengan puncak tertinggi 1011 PPM pada pukul 19:00, kemungkinan karena aktivitas memasak atau peralatan asap. Nilai terendah 109 PPM tercatat pada pukul 14:00, menunjukkan udara relatif bersih pada siang hari.

- **Analisa Data Nilai Status Flame Sensor**

Flame sensor mendeteksi potensi api terutama pada pagi hari dan beberapa waktu di sore dan malam, Pada Pengujian dilakukan beberapa kali pemberian signal api pada range waktu antara jam 10:00 sampai dengan jam 13:00 dan 18:00 dan pada range jam 21:00 sampai dengan jam 23:00, Hasil menunjukkan monitoring dengan status HIGH pada sebagian besar waktu yang menunjukkan tidak ada api langsung. Meskipun sensor asap menunjukkan nilai tinggi pada beberapa waktu, flame sensor tetap HIGH, menunjukkan bahwa hubungan antara nilai asap dan deteksi api tidak selalu langsung.

Sistem alarm IoT berhasil mengumpulkan data tentang suhu, kelembaban, asap, dan potensi api selama 24 jam, namun memerlukan analisis lebih lanjut dan kalibrasi untuk meningkatkan sensitivitas dan mengurangi false alarm.



Gambar 14. Grafik Status flame sensor.

KESIMPULAN

pengembangan perangkat keras yang mengintegrasikan ESP8266 sebagai mikrokontroler utama dengan berbagai sensor, termasuk sensor api, asap, suhu, dan kelembaban. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kebakaran secara real-time, memanfaatkan Thingspeak sebagai platform pemantauan data, serta memberikan notifikasi darurat melalui WhatsApp menggunakan CallMeBot API. Pengujian menunjukkan bahwa sensor api mampu

mendeteksi api dalam jarak 10 cm, sementara sensor asap MQ-2 mampu mendeteksi konsentrasi asap hingga 1080 ppm, dengan notifikasi yang dikirimkan jika konsentrasi melebihi 700 ppm. Sensor suhu dan kelembaban DHT11 juga efektif dalam memantau kondisi lingkungan secara konsisten. Selain itu, visualisasi data melalui platform Thingspeak memudahkan analisis potensi kebakaran secara lebih mendalam, memastikan bahwa sistem mampu memberikan peringatan cepat melalui alarm lokal dan notifikasi WhatsApp saat mendeteksi kondisi berbahaya.

Untuk peningkatan lebih lanjut, disarankan penggunaan sensor dengan sensitivitas dan akurasi yang lebih tinggi, seperti sensor inframerah atau sensor gas spesifik untuk mendeteksi berbagai jenis asap dan gas beracun. Selain itu, integrasi dengan platform IoT yang lebih canggih seperti AWS IoT atau Google Cloud dapat meningkatkan skalabilitas dan fleksibilitas sistem, sementara pengembangan metode notifikasi yang lebih beragam, seperti SMS atau panggilan suara otomatis, akan memperkuat kemampuan sistem dalam memberikan peringatan dalam berbagai kondisi. Di sisi lain, penggunaan sumber daya alternatif seperti tenaga surya dapat meningkatkan kemandirian sistem, terutama di wilayah yang rawan pemadaman listrik.

Arah pengembangan masa depan juga mencakup otomatisasi tindakan pencegahan, seperti aktivasi sistem pemadam kebakaran otomatis atau penutupan ventilasi saat terdeteksi asap atau api, untuk mengurangi risiko penyebaran kebakaran. Evaluasi jangka panjang dan pemeliharaan sistem juga perlu diperhatikan untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi secara optimal selama penggunaan yang berkelanjutan, terutama dalam situasi yang membutuhkan keandalan tinggi dalam pencegahan dan penanggulangan kebakaran

REFERENSI

- [1] Erwin, Aulia Lefan Datya, Nurohim, Sepriano, Waryono, Iwan Adhicandra, Eko Budihartono, & Ni Wayan Purnawati. (2023). PENGANTAR & PENERAPAN INTERNET OF THINGS : Konsep Dasar & Penerapan IoT di Berbagai Sektor (Efitra, Ed.). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- [2] Fatoni Achmad. (2020, July 9). Mengenal Platform IOT. Dinar Tech Share. <https://www.excellentcom.id/mengenal-platform-iot-nodemcu-board/>
- [3] Ismamudi, A., & Pramusinto, W. (2023). Penerapan NodeMCU dan Sensor Suhu MLX90614 untuk Hand sanitizer Otomatis Berbasis IOT .,SKANIKA 6(1). <https://doi.org/10.36080/skanika.v6i1.2995>
- [4] Novaldiyanto K. Nento, Bambang Panji Asmara, & Iskandar Z. Nasibu. (2021). Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno. 3.

- [7] Nurhaq, M. G. (2021). Penerapan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Internet of Things (IOT) di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika. Universitas Negeri Makasar.
- [8] Hadiyanto, G. (2021). Pemanfaatan Arduino Uno sebagai Alat Ukur Offset Voltage pada Infra Red Detector type TO39 dengan pembanding alat ukur DMM. *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 14(1), 121–129. <https://doi.org/10.51903/elkom.v14i1.331>
- [9] Hadiyanto, G. T., Gurran, H. S., Apriyanto, B., & Saptarika, R. (2022). Pengaruh Waktu Respon Pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis IOT dengan ESP32-Cam dan PIR Menggunakan SmartPhone Android. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(6), 1698. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i6.4957>
- [10] Ramayani, T. 2018. Penerapan IoT (Internet Of Things) Untuk Pencegahan Dini Terhadap Kejahatan Begal. *Jurnal RESTI*.
- [11] Hutapea, H. dan Setiawan, Y. R. 2021. Rancang Bangun Sistem Alarm Kebakaran Terintegrasi Berbasis Arduino. *JKTE Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 6(1): 37–59.