

SISTEM MONITORING RUANGAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32 SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN KEBAKARAN

Maikel Douglas Purba¹, Budi Sugandi²

Program Studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam,
Indonesia

e-mail: ¹maikelpurba27@gmail.com, ²budi_sugandi@polibatam.ac.id

Abstrak

Kebakaran merupakan ancaman serius yang dapat menyebabkan kerugian besar, baik secara materiil maupun non-materiil. Salah satu penyebab utama kebakaran adalah keterlambatan dalam mendeteksi adanya potensi bahaya, seperti peningkatan suhu atau keberadaan gas berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring ruangan berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu mendeteksi potensi kebakaran secara *realtime* serta memberikan peringatan dini. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor api (KY-026), sensor asap (MQ-2), dan sensor suhu (DHT22) yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 dan platform *IoT* berbasis *cloud*. Berdasarkan hasil pengujian, sensor KY-026 mampu mendeteksi api secara efektif pada jarak 10–70 cm dengan tingkat keberhasilan 100%. Sensor MQ-2 mulai memberikan respons terhadap asap pada ambang sekitar ≥ 200 ppm, yang ditandai dengan aktivasi buzzer dan perubahan status pada sistem. Sementara itu, sensor DHT22 mampu mendeteksi kondisi suhu tinggi dan mengaktifkan sistem peringatan pada suhu $\geq 45^{\circ}\text{C}$. Sistem juga berhasil mengirimkan data sensor ke database secara *realtime* dan menampilkannya melalui antarmuka berbasis web dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring ruangan berbasis *IoT* yang dikembangkan mampu bekerja secara efektif dalam mendeteksi potensi kebakaran dan memberikan peringatan dini secara cepat dan akurat, sehingga dapat digunakan sebagai solusi untuk mengurangi risiko dan dampak kebakaran.

Kata Kunci— Internet Of Things (Iot), Monitoring Ruangan, ESP32, Sensor DHT22, Sensor MQ-2.

Abstract

Fire is a serious threat that can cause major losses, both material and non-material. One of the main causes of fires is a delay in detecting potential dangers, such as an increase in temperature or the presence of dangerous gases. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT) based room monitoring system that is capable of detecting potential fires in real-time and providing early warning. The system developed uses a fire sensor (KY-026), smoke sensor (MQ-2), and temperature sensor (DHT22) integrated with an ESP32 microcontroller and a cloud-based IoT platform. Based on test results, the KY-026 sensor is able to detect fire effectively at a distance of 10–70 cm with a success rate of 100%. The MQ-2 sensor begins to respond to smoke at a threshold of around ≥ 200 ppm, which is indicated by buzzer activation and a change in system status. Meanwhile, the DHT22 sensor is able to detect high temperature conditions and activate the warning system at temperatures $\geq 45^{\circ}\text{C}$. The system also succeeded in sending sensor data to the database in real time and displaying it via a web-based interface properly. The research results show that the IoT-based room monitoring system developed is able to work effectively in detecting potential fires and providing early warnings quickly and accurately, so that it can be used as a solution to reduce the risk and impact of fire.

Keywords— Internet of Things (IoT), room monitoring, ESP32, DHT22 sensor, MQ-2 sensor.

I. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang dapat menyebabkan kerugian besar, baik dari segi materiil maupun korban jiwa. Banyak kebakaran terjadi akibat keterlambatan dalam mendeteksi sumber bahaya, seperti kenaikan suhu yang tidak normal, kebocoran gas, atau adanya asap yang mengindikasikan kebakaran awal. Di lingkungan industri, perkantoran, dan bahkan rumah tangga, pencegahan kebakaran menjadi aspek yang sangat penting untuk menjaga keselamatan dan mengurangi risiko yang ditimbulkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan monitoring kondisi ruangan secara *realtime* dan memberikan peringatan dini agar tindakan pencegahan dapat segera dilakukan [1].

Seiring dengan perkembangan teknologi, solusi berbasis *Internet of Things (IoT)* semakin banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk sistem pemantauan kebakaran. Teknologi *IoT* memungkinkan perangkat-perangkat sensor untuk saling terhubung dan mengirimkan data ke platform digital, sehingga pemantauan dapat dilakukan secara otomatis dan lebih efisien [2]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring kebakaran berbasis *IoT* yang memanfaatkan sensor suhu, sensor gas, dan sensor asap untuk mendeteksi potensi bahaya. Data yang dikumpulkan kemudian dikirimkan ke *cloud* dan dapat diakses melalui aplikasi berbasis web atau *mobile* [3]. Selain itu, sistem peringatan dini berbasis notifikasi atau alarm telah banyak diterapkan untuk memberikan respons cepat terhadap ancaman kebakaran.

Meskipun telah banyak dikembangkan sistem monitoring kebakaran berbasis *IoT*, masih terdapat beberapa kendala yang perlu diperbaiki. Beberapa sistem memiliki keterbatasan dalam akurasi

sensor, respons waktu deteksi, serta integrasi dengan perangkat lain seperti sistem pemadaman otomatis. Selain itu, faktor-faktor seperti harga perangkat, kemudahan instalasi, serta kompatibilitas dengan jaringan komunikasi yang berbeda masih menjadi tantangan dalam implementasi di berbagai lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring ruangan berbasis *IoT* yang lebih akurat, responsif, dan terjangkau, sehingga dapat digunakan secara luas untuk meningkatkan pencegahan kebakaran di berbagai lingkungan [4].

Berbagai penelitian mengenai sistem deteksi dan pencegahan kebakaran berbasis *Internet of Things* telah banyak dilakukan. Haryanto dkk. [1] mengembangkan sistem monitoring kebakaran rumah berbasis *IoT* yang mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara daring. Arifin dkk. [2] merancang sistem otomatis dan monitoring ruangan dapur berbasis *IoT* untuk mendeteksi potensi kebakaran pada area berisiko tinggi. Dupat dan Efendi [3] mengembangkan prototipe alat monitoring pencegahan kebakaran pada ruang laboratorium menggunakan teknologi *IoT* dan *database cloud* sebagai media penyimpanan data.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Saputra [4] mengembangkan sistem monitoring pencegah kebakaran berbasis *IoT* untuk area dapur. Siregar dkk. [5] dan Sudarta dkk. [6] memanfaatkan mikrokontroler dan sensor lingkungan untuk mendeteksi potensi kebakaran melalui jaringan internet. Selain itu, Putra dkk. [7] menerapkan sistem monitoring suhu ruangan berbasis *IoT* menggunakan protokol MQTT untuk meningkatkan efektivitas pemantauan jarak jauh.

Hadriansa dkk. [8] mengembangkan perangkat rumah cerdas pencegahan kebakaran berbasis *IoT*, sedangkan Suhartini

dkk. [9] merancang sistem deteksi kebakaran ruangan menggunakan kombinasi beberapa sensor. Nurhaq [10] menerapkan sistem alarm kebakaran berbasis *IoT* pada laboratorium pendidikan teknik elektronika, sementara Nento dkk. [11] mengembangkan alat peringatan dini dan informasi lokasi kebakaran berbasis Arduino Uno.

Meskipun penelitian - penelitian tersebut telah berhasil menerapkan teknologi *IoT* dalam sistem deteksi kebakaran, masih terdapat beberapa keterbatasan seperti belum terintegrasinya beberapa parameter deteksi dalam satu sistem, keterbatasan pemantauan data secara *realtime* melalui platform berbasis *cloud*, serta kurangnya integrasi antara sistem deteksi dan monitoring berbasis web. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring ruangan berbasis *IoT* yang mengintegrasikan sensor api KY-026, sensor asap MQ-2, dan sensor suhu DHT22 menggunakan ESP32 dengan *Firestore Realtime Database* sebagai media penyimpanan dan dashboard web sebagai media pemantauan. Integrasi beberapa parameter deteksi dalam satu sistem diharapkan mampu meningkatkan kecepatan dan keakuratan deteksi dini terhadap potensi kebakaran.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Tahun	Penulis	Judul	Metode	Kelemahan
1.	2023	H. Haryanto, P. Paryanta, A. Aji, dan M. Sulistyani	Sistem Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis Internet of Things	Menggunakan teknologi <i>IoT</i> untuk memantau kondisi kebakaran rumah melalui sensor dan sistem monitoring jarak jauh	Penelitian lebih berfokus pada monitoring kebakaran tanpa mengintegrasikan beberapa parameter lingkungan secara bersamaan untuk meningkatkan akurasi deteksi dini
2.	2025	S. Arifin, S. Wilyanti, dan A. Olivia	Rancang Bangun Sistem Otomatis dan Monitoring Ruangan Dapur dari Kebakaran Berbasis Internet of Things	Mengembangkan sistem otomatis dan monitoring kebakaran pada ruangan dapur berbasis <i>IoT</i>	Implementasi hanya difokuskan pada area dapur sehingga belum menunjukkan efektivitas sistem pada berbagai jenis ruangan lainnya

3.	2025	B. M. Dupat dan R. Efendi	Prototype Alat Monitoring Pencegahan Kebakaran pada Ruang Lab SMK Saraswati Salatiga	Menggunakan prototipe sistem monitoring untuk pencegahan kebakaran pada ruang laboratorium	Penelitian masih berada pada tahap prototipe sehingga pengujian pada kondisi operasional nyata dan jangka panjang belum dilakukan secara menyeluruh
4.	2021	H. Saputra	Rancang Bangun Sistem Monitoring Pencegahan Kebakaran Pada Dapur Berbasis Internet of Things (IoT)	Menggunakan sensor pendeteksi kebakaran yang terhubung dengan platform <i>IoT</i> untuk monitoring dapur	Sistem hanya berfokus pada pencegahan kebakaran di dapur dan belum mengakomodasi kebutuhan monitoring pada lingkungan yang lebih luas
5.	2021	T. H. Siregar, S. P. Sutisna, dan M. M. Ibrahim	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis <i>IoT</i> Menggunakan Arduino	Memanfaatkan Arduino sebagai pengendali utama sistem deteksi kebakaran berbasis <i>IoT</i>	Penggunaan Arduino memiliki keterbatasan dalam kapasitas pemrosesan dan konektivitas dibandingkan mikrokontroler <i>IoT</i> yang lebih modern seperti ESP32
6.	2022	A. Sudarta, F. Ferdiansyah, R. R. Siahaan, dan M. Maruloh	Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran dan Monitoring Berbasis <i>IoT</i> Dengan Microcontroller NodeMCU	Menggunakan NodeMCU untuk mendeteksi dan memonitor kondisi kebakaran secara <i>realtime</i>	Sistem sangat bergantung pada ketersediaan jaringan internet sehingga performa monitoring dapat menurun ketika koneksi tidak stabil
7.	2023	P. O. Putra, H. Setiawan, dan Z. R. Mair	Implementasi Alat Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Metode MQTT dan HTML Pada Ruangan Server Universitas Indo Global Mandiri Palembang	Menggunakan protokol MQTT dan antarmuka berbasis HTML untuk monitoring suhu ruangan server	Penelitian hanya memantau parameter suhu sehingga belum mampu mendeteksi indikator kebakaran lain seperti asap dan api
8.	2024	H. Hadriansa, P. Nurahmiyati, dan H. Zuhilmi	Rancang Bangun Perangkat Rumah Cerdas Pencegahan Kebakaran Berbasis <i>IoT</i>	Mengembangkan perangkat rumah cerdas berbasis <i>IoT</i> untuk pencegahan kebakaran	Penelitian belum menjelaskan secara rinci tingkat akurasi sistem dalam membedakan kondisi normal dan kondisi berpotensi kebakaran
9.	2023	S. Suhartini, M. Peslinof, dan M. F. Afrianto	Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT)	Menggunakan sensor deteksi kebakaran yang terintegrasi dengan sistem <i>IoT</i> untuk pemantauan ruangan	Sistem lebih berorientasi pada deteksi kebakaran dan belum dilengkapi mekanisme peringatan berlapis maupun tindakan pencegahan otomatis
10.	2021	M. G. Nurhaq	Penerapan Sistem Alarm Kebakaran	Mengimplementasikan sistem alarm kebakaran berbasis	Pengujian hanya dilakukan pada lingkungan

		Berbasis Internet of Things (IoT) di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika	IoT pada lingkungan laboratorium	laboratorium sehingga cakupan penerapan sistem masih terbatas
--	--	---	----------------------------------	---

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, sebagian besar sistem deteksi dan monitoring kebakaran masih berfokus pada penggunaan satu atau dua parameter pengukuran, seperti suhu, asap, atau alarm kebakaran. Selain itu, beberapa penelitian hanya diterapkan pada lingkungan tertentu, seperti dapur, laboratorium, atau rumah, sehingga belum menunjukkan fleksibilitas penggunaan pada berbagai jenis ruangan. Penelitian terdahulu juga masih memiliki keterbatasan dalam integrasi multi-sensor, penyimpanan data secara real-time, serta pemanfaatan mikrokontroler yang memiliki kemampuan konektivitas tinggi.

Oleh karena itu, penelitian "Sistem Monitoring Ruangan Berbasis IoT Menggunakan ESP32 sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran" dikembangkan dengan mengintegrasikan tiga parameter utama, yaitu deteksi api (KY-026), asap/gas (MQ-2), dan suhu serta kelembapan (DHT22). Sistem menggunakan ESP32 yang memiliki konektivitas *Wi-Fi* terintegrasi sehingga mampu melakukan monitoring secara *realtime* melalui Firebase. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan sistem dapat meningkatkan akurasi deteksi dini kebakaran dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya mengandalkan satu parameter pengukuran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep teknologi di mana berbagai perangkat fisik yang dilengkapi sensor, perangkat lunak, dan koneksi internet dapat saling berkomunikasi dan bertukar data tanpa campur tangan manusia secara langsung. *IoT* memungkinkan otomatisasi, efisiensi, dan analisis data dalam berbagai aspek kehidupan [5][6].

IoT menciptakan ekosistem yang menghubungkan berbagai perangkat seperti sensor, alat rumah tangga pintar, kendaraan,

mesin industri, hingga perangkat medis. Data yang dikumpulkan oleh perangkat ini dapat diproses untuk meningkatkan efisiensi dan memberikan wawasan yang berguna bagi pengguna atau sistem yang lebih besar [7].

2.2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan komponen yang memiliki prinsip kerja yaitu sebagai sebuah komponen yang mengatur jalannya sistem dan sebagai tempat keluar masuknya pengiriman data, selain itu ESP32 sebagai mikrokontroler yang dikenal sekaligus dikembangkan oleh espressif sistem karena memiliki fitur yang *compatible* dengan Arduino IDE selain itu sudah tersedia modul *WiFi* dan tambahan *BLE (Bluetooth Low Energy)* di dalam chipnya untuk pembuatan sistem *Internet of Things (IoT)* [6][7]. Berdasarkan prinsip kerja dari komponen ESP32 diatas, maka pada penelitian "Sistem Monitoring Ruangan Berbasis IoT Menggunakan ESP32 sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran" menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama tempat pengaturan dari sistem untuk pengiriman dan penerimaan data jarak jauh menggunakan modul *WiFi* [8].

2.3. Sensor KY026

Sensor KY026 adalah sensor yang berguna untuk mendeteksi kehadiran api ataupun kebakaran dengan ketelitian tinggi hingga nyala api sekecil api korek gas dengan berbagai arah dan posisi, sensor api sendiri bisa digunakan diberbagai mikrokontroler [9]. Sensor api memiliki berbagai jenis metode dalam mendeteksi nyala api diantaranya dengan detektor ultraviolet, detektor dekat IR, detektor inframerah (IR), kamera termal inframerah, detektor UV/IR dan lain sebagainya [10]. Sistem kerja dari sensor ini saat ada nyala api maka akan memancarkan sejumlah lampu inframerah kecil, lampu ini akan diterima

oleh *Photodiode* (penerima IR) pada 9 modul sensor. Kemudian menggunakan *Op-Amp* untuk memeriksa perubahan tegangan pada *IR Receiver*, sehingga jika terjadi gejala kebakaran maka pin keluaran (DO) akan memberikan 0V (*LOW*) dan jika tidak ada api maka pin keluaran akan menjadi 5V (*HIGH*) [11].

2.4. Sensor MQ2

Sensor MQ2 yang digunakan untuk mendeteksi LPG, butana, propana, metana, alkohol, hidrogen, dan asap dengan sensitifitas yang tinggi dan respon yang cepat. Sensor MQ2 dapat mendeteksi gas pada kadar konsentrasi di udara antara 200 sampai 10000 ppm [9]. Pada penelitian “Sistem Monitoring Ruangan Berbasis IoT Menggunakan ESP32 sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran”, sensor MQ2 digunakan sebagai pendeteksi adanya asap sehingga dapat dilakukan tindakan penanggulangan terhadap munculnya api agar tidak menyebabkan kebakaran [8].

2.5. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor pendeteksi suhu dan kelembaban. Suhu yang baik untuk tubuh berkisar antara rentang 24,9 derajat celcius hingga 28,50 derajat celcius, sedangkan kelembaban $50 \pm 60\%$ pada musim panas. Ini membuktikan kondisi ini memenuhi persyaratan kenyamanan termal ruangan SK SNI T-14-1993-03 [7]. Berdasarkan prinsip kerja dari sensor DHT22 di atas, maka pada penelitian “Sistem Monitoring Ruangan Berbasis IoT Menggunakan ESP32 sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran”, sensor ini digunakan sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban rumah yang dapat dimonitoring dari jarak jauh dengan sistem *IoT* [5].

2.6. Buzzer

Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi

buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam ataupun sebaliknya, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, dimana setiap gerakan kumparan pada diafragma akan membuat udara menjadi bergetar dan menghasilkan suara [6]. Sehingga pada penelitian ini Buzzer digunakan sebagai indikator alarm atau peringatan dini bahwa terjadinya peningkatan gas, suhu dan kelembapan secara signifikan atau diluar batas ambang yang ditentukan [8].

2.7. Firebase

Firebase merupakan *software* yang memiliki prinsip kerja yaitu penyedia *API* (*Application Programming Interface*) sehingga pengguna dapat membuat *API* untuk penyimpanan pada basis data *cloudnya*, selain itu untuk mengoleksi data yang bervariasi serta *reporting* baik perangkat android maupun ios, sehingga memudahkan pengguna untuk menganalisis data yang diterima. Berdasarkan prinsip kerja dari *software* firebase di atas, maka pada penelitian “Sistem Monitoring Ruangan Berbasis IoT Menggunakan ESP32 sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran” menggunakan firebase sebagai tempat penyimpanan data yang telah diterima [3].

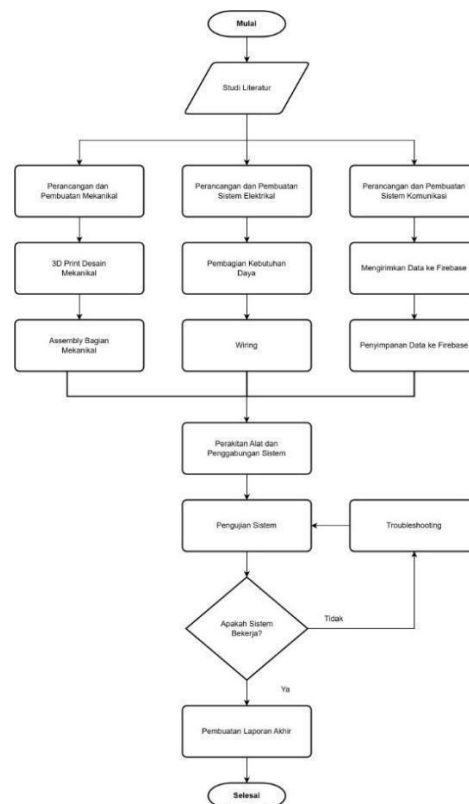
2.8. Arduino IDE

Arduino *IDE* (*Integrated Development Environment*) merupakan sebuah aplikasi atau *software* yang digunakan untuk menulis program, meng-compile program menjadi bentuk biner dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler [7]. Arduino IDE beroperasi dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ yang telah disederhanakan. *Software* ini sering digunakan untuk melakukan pemrograman pada perangkat Arduino. Pada

awalnya Arduino IDE digunakan sebagai *software processing* sebelum kemudian dikembangkan menjadi Arduino IDE khusus untuk Arduino [6]. Namun selain Arduino, Arduino IDE juga dapat digunakan untuk melakukan pemrograman pada perangkat mikrokontroler lainnya seperti ESP32. Pada proyek ini Arduino IDE digunakan untuk melakukan pemrograman pada ESP32 untuk menerima data sensor, memproses data sensor, dan fungsi lainnya sesuai rancangan [8].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Alur pelaksanaan dari proyek Sistem Monitoring Ruangan Berbasis IoT Menggunakan ESP32 sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran dimulai dari studi literatur terlebih dahulu mengenai sistem yang akan digunakan pada proyek, kemudian proses dilanjutkan dengan proses perancangan yang terdiri atas tiga poin, yang pertama adalah perancangan dan pembuatan mekanikal yang membahas tata letak untuk penempatan seluruh komponen pada sebuah kotak sebagai simulasi, *wiring* setiap komponen, letak komponen, mekanisme. Yang kedua yaitu, perancangan dan pembuatan sistem elektrikal yang membahas bagaimana cara merakit sistem elektrikal serta pembagian daya yang digunakan. Proses perancangan yang ketiga yaitu yang membahas bagaimana perancangan dan pembuatan sistem komunikasi, mengirimkan data ke Firebase hingga menyimpan data hasil pengujian ke Firebase.



Gambar 1. Tahap Pelaksanaan Program

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Alat

Tahap ini menunjukkan hasil perakitan fisik sistem yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dengan sensor api (KY-026), asap (MQ-2), dan suhu (DHT22).



Gambar 2. Implementasi Alat

Pengujian sistem dilakukan di dalam ruangan dengan kondisi lingkungan terkendali. Prototipe alat ditempatkan pada posisi tertentu dan diarahkan menghadap

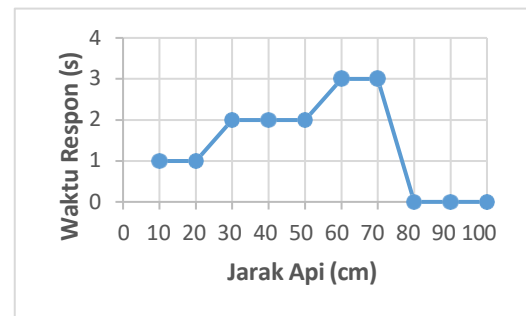
sumber api berupa lilin sebagai media simulasi kebakaran skala kecil. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan api serta respons sistem terhadap kondisi tersebut. Selama pengujian berlangsung, sistem diamati untuk melihat perubahan status output, seperti aktivasi indikator atau alarm sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan dalam rentang waktu yang sudah ditentukan hingga sistem menunjukkan respons yang stabil dan sesuai dengan yang diharapkan.

4.2. Pengujian Sensor KY026

Berdasarkan hasil pengujian, sensor KY-026 mampu mendeteksi keberadaan api secara efektif pada rentang jarak 10–70 cm dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Meskipun pada *datasheet* disebutkan jarak maksimum bisa mencapai 80-100 cm, kondisi lingkungan pengujian memengaruhi hasil ini [10].

Tabel 2. Pengujian Sensor KY026

No.	Jarak Api (cm)	Deteksi Api	Buzzer Aktif	Status Website	Waktu (s)
1.	10	Ya	Ya	Terdeteksi Api	1
2.	20	Ya	Ya	Terdeteksi Api	1
3.	30	Ya	Ya	Terdeteksi Api	2
4.	40	Ya	Ya	Terdeteksi Api	2
5.	50	Ya	Ya	Terdeteksi Api	2
6.	60	Ya	Ya	Terdeteksi Api	3
7.	70	Ya	Ya	Terdeteksi Api	3
8.	80	Tidak	Tidak	Aman	-
9.	90	Tidak	Tidak	Aman	-
10.	100	Tidak	Tidak	Aman	-



Gambar 3. Chart Analisa Keberhasilan Deteksi dan Waktu Respon

Berdasarkan hasil pengujian dan perbandingan dengan *datasheet*, sensor api KY-026 pada penelitian ini mampu mendeteksi api secara efektif hingga jarak 70 cm, sedangkan pada *datasheet* disebutkan jarak deteksi maksimum dapat mencapai sekitar 80–100 cm pada kondisi ideal. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor kondisi lingkungan pengujian, ukuran sumber api, serta pengaturan sensitivitas modul. Selain itu, waktu respon yang diperoleh pada pengujian yaitu 1–3 detik bukan merupakan waktu respon elektronik sensor, melainkan estimasi waktu yang dibutuhkan oleh keseluruhan sistem dalam mendeteksi dan memproses sinyal dari sensor.

4.3. Pengujian Sensor MQ2

Sistem menunjukkan respons terhadap keberadaan asap ketika konsentrasi mencapai ambang batas (*threshold*) ≥ 200 ppm. Pada nilai ini, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer dan memperbarui status pada *dashboard* monitoring.

Tabel 3. Pengujian Sensor MQ2

No.	Kadar (ppm)	Buzzer Aktif	Status Website
1.	30	Tidak	Aman
2.	60	Tidak	Aman
3.	90	Tidak	Aman
4.	120	Tidak	Aman
5.	150	Tidak	Aman
6.	180	Tidak	Aman
7.	200	Ya	Terdeteksi Asap
8.	220	Ya	Terdeteksi Asap
9.	240	Ya	Terdeteksi Asap

10.	260	Ya	Terdeteksi Asap
-----	-----	----	-----------------

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, sensor MQ2 tidak mendeteksi asap pada konsentrasi 30–190 ppm, sedangkan deteksi mulai terjadi pada kisaran 200 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki nilai ambang deteksi pada sekitar 200 ppm. Oleh karena itu, nilai ambang 200 ppm digunakan sebagai parameter sistem untuk mengaktifkan buzzer dan notifikasi pada *website* monitoring. Pengujian sensor MQ2 dilakukan untuk mengetahui respons sensor terhadap kadar gas atau asap dalam satuan ppm (*parts per million*), serta memastikan sistem notifikasi (buzzer dan status *website*) bekerja dengan baik sesuai nilai ambang batas yang telah ditentukan.



Gambar 4. Pengujian Sensor MQ2

4.4. Pengujian Sensor Suhu (DHT22)

Sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu ruangan dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Pengujian Sensor DHT22

No.	Sensor DHT22 (°C)	Sensor HTC-2 (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1.	30,9	31,1	0,2	0,64%
2.	31,0	31,1	0,1	0,32%
3.	32,1	32,3	0,2	0,62%
4.	32,1	32,2	0,1	0,31%
5.	32,0	32,2	0,2	0,62%

6.	31,8	31,9	0,1	0,31%
7.	31,6	31,7	0,1	0,32%
8.	31,9	32,1	0,2	0,62%
9.	31,8	31,9	0,1	0,31%
10.	32,5	32,8	0,3	0,91%
Rata-rata error				0,49%

Akurasi: Dibandingkan dengan alat ukur acuan HTC-2, terdapat selisih pembacaan suhu yang kecil, berkisar antara 0,1°C hingga 0,3°C.

Persentase Error: Rata-rata kesalahan pembacaan sensor adalah sebesar 0,49%. Peringatan Dini: Sistem peringatan akan aktif secara otomatis ketika suhu terdeteksi mencapai $\geq 45^{\circ}\text{C}$.



Gambar 5. Pengujian Sensor DHT22

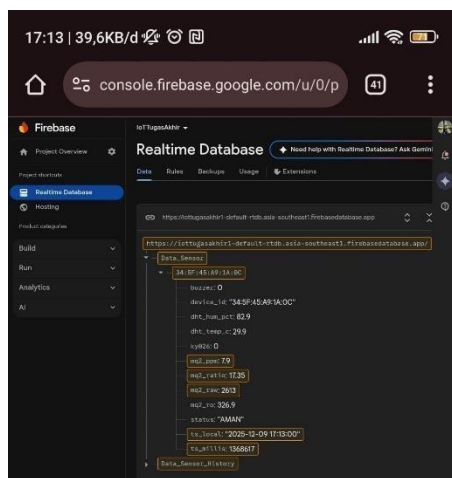
Pengujian sistem dilakukan di dalam ruangan. Prototipe alat ditempatkan pada posisi tertentu dan diarahkan menghadap sumber panas yang berasal dari solder dalam kondisi hidup. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi suhu serta respons sistem terhadap kondisi tersebut. Selama pengujian berlangsung, sistem diamati untuk melihat perubahan status output, seperti aktivasi indikator atau alarm sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan dalam rentang waktu yang sudah ditentukan hingga

sistem menunjukkan respons yang stabil dan sesuai dengan yang diharapkan.

4.5. Monitoring IoT dan Database

Data yang dibaca oleh sensor berhasil dikirimkan secara *realtime* ke *Firebase Realtime Database* dan ditampilkan pada antarmuka web.

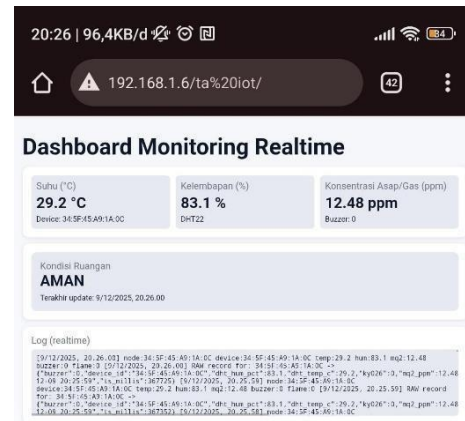
Monitoring Konsentrasi Asap: Berdasarkan pengujian 24 jam, data konsentrasi asap stabil pada rentang 10–11 ppm saat kondisi normal, dengan lonjakan tertinggi terdeteksi sebesar 30,22 ppm pada pukul 17:00.



Gambar 6. Tampilan Realtime Database

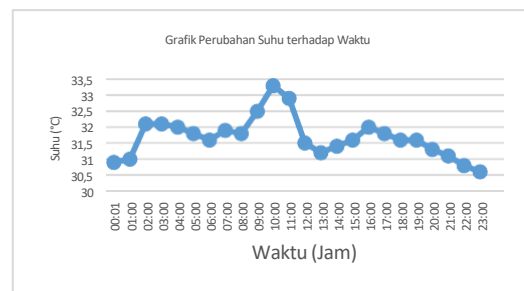
Gambar menunjukkan tampilan *Firebase Realtime Database*, tempat seluruh data hasil pembacaan sensor disimpan secara otomatis dan *realtime*. Setiap entri data tersusun dalam format *JSON* yang berisi nilai sensor beserta *timestamp* pengiriman. Penyimpanan ini memungkinkan pemantauan kondisi ruangan secara jarak jauh, analisis perubahan parameter lingkungan, serta menjadi dasar bagi sistem peringatan dini pada proyek monitoring dan pencegahan kebakaran. Penggunaan *database* berbasis *cloud* memungkinkan sistem bekerja secara *realtime* dan mendukung pemantauan jarak jauh,

sebagaimana diterapkan pada berbagai sistem *IoT* sebelumnya [3].



Gambar 7. Dashboard Web Realtime

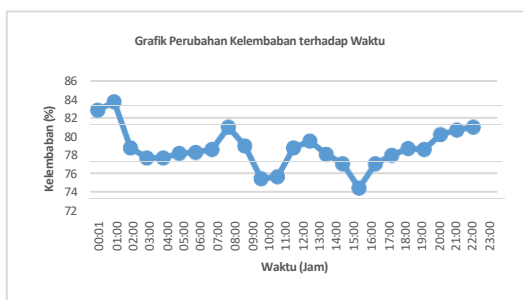
Serial Monitor Arduino IDE, pada gambar ini ditampilkan keluaran serial dari mikrokontroler (ESP32/Arduino) yang memuat baris-baris log hasil pembacaan sensor. Setiap baris merepresentasikan nilai-nilai sensor terkini (misalnya temperatur, kelembapan, nilai MQ-2/asap, status deteksi api) beserta informasi waktu atau penanda lain yang berguna untuk *debugging*. Tampilan serial digunakan sebagai alat verifikasi awal untuk memastikan pembacaan sensor, pemrosesan data, dan format pengiriman telah berjalan sesuai rancangan sebelum data dipublikasikan ke layanan *cloud*.



Gambar 8. Grafik Perubahan Suhu terhadap Waktu

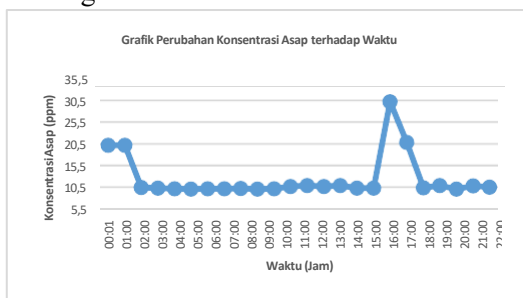
Data suhu menunjukkan bahwa nilai suhu ruangan berada pada kisaran 30,6°C sampai 33,3°C. Nilai suhu rata-rata selama

pengamatan adalah sekitar $31,68^{\circ}\text{C}$. Suhu tertinggi terjadi pada pukul 11:00 dengan nilai $33,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu terendah terjadi pada pukul 23:00 dengan nilai $30,6^{\circ}\text{C}$. Secara umum, suhu mengalami kenaikan pada pagi hingga menjelang siang, kemudian cenderung menurun pada sore hingga malam hari. Pola ini menunjukkan bahwa suhu ruangan dipengaruhi oleh aktivitas harian dan kondisi lingkungan sekitar.



Gambar 9. Grafik Perubahan Kelembaban terhadap Waktu

Parameter kelembaban pada data berikut ini berada pada rentang $74,5\%$ sampai $83,7\%$ dengan nilai rata-rata sekitar $78,72\%$. Kelembaban tertinggi tercatat pada pukul 01:00 sebesar $83,7\%$, sedangkan nilai terendah terjadi pada pukul 17:00 sebesar $74,5\%$. Dari hasil pengamatan, kelembaban cenderung lebih tinggi pada malam hingga dini hari, kemudian menurun pada siang hari. Setelah itu, kelembaban kembali naik secara perlahan pada sore dan malam hari. Pola ini wajar karena kelembaban udara biasanya menurun saat suhu meningkat dan meningkat kembali saat suhu turun.



Gambar 10. Grafik Perubahan Konsentrasi Asap terhadap Waktu

Data ini menunjukkan bahwa sistem monitoring dapat mendeteksi perubahan kelembaban ruangan secara konsisten. Informasi kelembaban sangat penting karena tingkat kelembaban yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memengaruhi kenyamanan ruangan maupun kestabilan lingkungan di sekitar alat.

4.6. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan deteksi api, asap, dan suhu dalam satu platform monitoring berbasis *IoT*. Sensor KY-026 berhasil mendeteksi api pada jarak 10–70 cm dengan tingkat keberhasilan 100%, sensor MQ-2 mampu mendeteksi asap pada ambang batas 200 ppm, dan sensor DHT22 menunjukkan rata-rata error sebesar $0,49\%$ dibandingkan alat ukur HTC-2.

Jika dibandingkan dengan penelitian Haryanto dkk. [1], Arifin dkk. [2], dan Dupat dan Efendi [3], sistem yang dikembangkan pada penelitian ini memiliki keunggulan pada integrasi tiga parameter deteksi sekaligus dalam satu perangkat monitoring. Selain itu, data hasil pembacaan sensor dapat disimpan dan dipantau secara *realtime* melalui *Firestore Realtime Database* dan dashboard web.

Dibandingkan penelitian Nento dkk. [11] yang berfokus pada sistem peringatan dini berbasis Arduino Uno, penelitian ini menawarkan kemampuan monitoring jarak jauh berbasis cloud dengan penggunaan ESP32 yang telah terintegrasi modul *Wi-Fi*. Selain itu, penelitian ini juga memiliki biaya implementasi yang relatif rendah dibandingkan beberapa penelitian yang menggunakan infrastruktur cloud yang lebih kompleks.

Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi sensor api, asap, dan suhu dalam satu sistem berbasis ESP32 yang mampu melakukan

monitoring *realtime*, penyimpanan data berbasis *cloud*, dan pemberian peringatan dini secara otomatis untuk mendukung upaya pencegahan kebakaran.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem monitoring ruangan berbasis *IoT* menggunakan ESP32, sensor DHT22, MQ2, dan KY026 telah berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu memantau suhu, kelembaban, dan asap secara *realtime*, serta memberikan peringatan melalui buzzer saat terdeteksi kondisi berbahaya. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi yang baik dengan *error* kecil dibandingkan alat pembanding, sehingga sistem layak digunakan sebagai alat monitoring dan peringatan dini kebakaran. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini terdapat beberapa kekurangan yang masih perlu diperhatikan, sehingga pada penelitian selanjutnya kekurangan tersebut dapat dikembangkan. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat dilengkapi dengan notifikasi jarak jauh melalui aplikasi atau internet agar informasi bahaya lebih cepat diterima pengguna. Selain itu, diperlukan kalibrasi sensor secara berkala dan penempatan sensor yang lebih optimal agar hasil deteksi lebih akurat. Pengembangan berikutnya juga dapat menambahkan sistem pemadam otomatis dan sumber daya cadangan agar sistem lebih andal saat digunakan di kondisi nyata.

VI. SARAN

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat dilengkapi dengan notifikasi jarak jauh melalui aplikasi atau internet agar informasi bahaya lebih cepat diterima pengguna. Selain itu, diperlukan kalibrasi sensor secara berkala dan penempatan sensor yang lebih optimal agar hasil deteksi lebih akurat. Pengembangan berikutnya juga dapat menambahkan sistem pemadam

otomatis dan sumber daya cadangan agar sistem lebih andal saat digunakan di kondisi nyata.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Haryanto, P. Paryanta, A. Aji, and M. Sulistyani, "Sistem Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis Internet of Things," *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, vol. 29, no. 2, pp. 147–158, 2023.
- [2] S. Arifin, S. Wilyanti, and A. Olivia, "Rancang Bangun Sistem Otomatis dan Monitoring Ruangan Dapur dari Kebakaran Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 25, no. 1, pp. 1020–1032, Feb. 2025.
- [3] B. M. Dupat and R. Efendi, "PROTOTYPE ALAT MONITORING PENCEGAHAN KEBAKARAN PADA RUANG LAB SMK SARASWATI SALATIGA," *Media Bina Ilmiah*, vol. 19, no. 8, pp. 5475–5486, 2025.
- [4] H. Saputra, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pencegah Kebakaran Pada Dapur Berbasis Internet of Things (IoT)," 2021.
- [5] T. H. Siregar, S. P. Sutisna, and M. M. Ibrahim, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT Menggunakan Arduino," *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 59–66, 2021.
- [6] A. Sudarta, F. Ferdiansyah, R. R. Siahaan, and M. Maruloh, "Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran Dan Monitoring Berbasis Iot Dengan Microcontroller NodeMCU," *Bina Insani ICT Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 22–32, 2022.
- [7] P. O. Putra, H. Setiawan, and Z. R. Mair, "Implementasi Alat Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Metode MQTT dan HTML Pada Ruangan Server Universitas Indo Global Mandiri Palembang," *Jurnal Software*

- Engineering and Computational Intelligence*, vol. 1, no. 1, pp. 40–50, 2023.
- [8] H. Hadriansa, P. Nurahmiyati, and H. Zulhilmi, “Rancang Bangun Perangkat Rumah Cerdas Pencegahan Kebakaran Berbasis IoT,” *Journal of Innovation And Future Technology (IFTECH)*, vol. 6, no. 1, pp. 15–21, 2024.
- [9] S. Suhartini, M. Peslinof, and M. F. Afrianto, “Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Berbasis Internet of Things (IoT),” *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 7, no. 3, pp. 329–338, 2023.
- [10] M. G. Nurhaq, “Penerapan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT) di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika,” *Skripsi*, Universitas Negeri Makassar, 2021.
- [11] N. K. Nento, B. P. Asmara, and I. Z. Nasibu, “Rancang Bangun Alat Peringatan Dini dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2021.ku, Edisi Terb. Kota Tempat Terbit: Publisher, 2019.