

IoT-Based Fire Potential Detection System in the SMK Kesehatan Samarinda Canteen

Muhammad Nur Raihan Sudirman¹✉, Ita Arfyanti²✉, dan Kusno Harianto³✉

¹²Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

¹2243054@wicida.ac.id; ²ita@wicida.ac.id; ³ kusno@wicida.ac.id

ABSTRACT

Fire risk in school canteen kitchens arises from daily cooking activities involving gas, heat sources, oil, and open flames. Delayed recognition of gas leaks, abnormal temperature increases, or small flames can allow a hazardous condition to develop. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based fire potential detection system for the canteen kitchen of SMK Kesehatan Samarinda. The system was developed using a prototyping approach consisting of requirement identification, prototype construction and refinement, and user evaluation. An ESP32 acts as the controller and integrates an MQ-2 sensor for gas or smoke, a DHT11 sensor for ambient temperature, and an infrared flame sensor for flame detection. A buzzer and I2C LCD provide local alerts, while Telegram is used for remote notifications through Wi-Fi. The decision logic classifies conditions as normal, alert, or danger using predefined thresholds: gas below 800 and temperature below 35°C are normal; gas from 800 to 1499 or temperature from 35°C to 39.9°C are alert; a flame detection, gas of 1500 or more, or temperature of 40°C or more are danger. Black-box testing on nine functional scenarios produced valid results for connectivity, detection, alerts, notification, and recovery. White-box testing obtained cyclomatic complexity of four, indicating four independent execution paths. The developed prototype can provide early warning to canteen personnel and school staff, although it is intended for controlled detection and does not replace firefighting equipment.

Keywords: ESP32, fire detection, Internet of Things, MQ-2, Telegram

Sistem Deteksi Potensi Kebakaran Berbasis Internet of Things di Kantin SMK Kesehatan Samarinda

ABSTRAK

Risiko kebakaran pada dapur kantin sekolah muncul dari aktivitas memasak yang melibatkan gas, sumber panas, minyak, dan nyala api. Keterlambatan mengenali kebocoran gas, kenaikan suhu tidak normal, atau api kecil dapat menyebabkan kondisi berbahaya berkembang. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi potensi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) pada dapur Kantin SMK Kesehatan Samarinda. Sistem dikembangkan menggunakan metode prototype yang meliputi identifikasi kebutuhan, pembangunan dan perbaikan prototype, serta evaluasi pengguna. ESP32 digunakan sebagai pengendali yang mengintegrasikan sensor MQ-2 untuk gas atau asap, DHT11 untuk suhu lingkungan, dan IR flame sensor untuk mendeteksi api. Buzzer dan LCD I2C menjadi peringatan lokal, sedangkan Telegram digunakan untuk notifikasi jarak jauh melalui Wi-Fi. Logika keputusan membagi kondisi menjadi normal, waspada, dan bahaya berdasarkan ambang batas: gas di bawah 800 dan suhu di bawah 35°C dinyatakan normal; gas 800–1499 atau suhu 35–39,9°C dinyatakan waspada; sedangkan api terdeteksi, gas minimal 1500, atau suhu minimal 40°C dinyatakan bahaya. Pengujian black-box pada sembilan skenario fungsional menghasilkan seluruh status valid, mencakup koneksi, pendeteksian, alarm, notifikasi, dan pemulihan kondisi. Pengujian white-box menghasilkan kompleksitas siklomatik sebesar empat sehingga terdapat empat jalur independen. Prototype yang dikembangkan dapat memberikan peringatan dini kepada pengelola kantin dan sekolah, namun hanya ditujukan untuk deteksi terkontrol serta bukan pengganti peralatan pemadam kebakaran.

Kata Kunci: deteksi kebakaran, ESP32, Internet of Things, MQ-2, Telegram

1. PENDAHULUAN

Kebakaran dapat terjadi secara tiba-tiba dan menimbulkan kerusakan fasilitas maupun risiko keselamatan. Area dapur kantin memiliki potensi risiko karena terdapat aktivitas memasak dengan kompor, gas elpiji, minyak, dan peralatan pemanas. Studi identifikasi risiko pada kantin juga menunjukkan bahwa sumber panas dan aktivitas pengolahan makanan perlu dikendalikan sebagai bagian dari pencegahan kebakaran (Ermal et al., 2023). Oleh sebab itu, pengawasan manual saja belum cukup untuk mengenali gejala awal secara konsisten.

Berbagai penelitian telah menerapkan sensor gas, suhu, dan api untuk peringatan dini. Adi dan Widjaja (2022) menggunakan flame sensor dan DHT11; Fasya et al.

(2024) menerapkan peringatan dini berbasis IoT; sedangkan Gultom dan Putro (2025) mengintegrasikan ESP32 untuk sistem deteksi kebakaran. Kontribusi penelitian ini adalah penerapan tiga indikator pada konteks dapur kantin sekolah, dengan keluaran lokal dan notifikasi Telegram serta logika status bertingkat agar pengelola memperoleh informasi kondisi secara langsung.

2. RUANG LINGKUP

Penelitian difokuskan pada dapur Kantin SMK Kesehatan Samarinda. Sistem hanya melakukan deteksi dan peringatan dini, tanpa pemadaman otomatis maupun pemutusan aliran gas atau listrik. Pengujian dilakukan pada kondisi terbatas dan terkontrol menggunakan paparan gas/asap, perubahan suhu, dan api kecil. Jangkauan efektif

flame sensor dipertimbangkan sekitar 30–50 cm dan MQ-2 diuji pada paparan dekat. Sistem tidak ditujukan untuk mendeteksi kebakaran tertutup yang tidak menghasilkan asap, peningkatan suhu, atau nyala api terbuka.

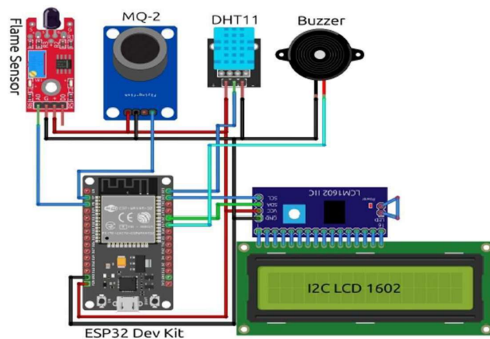
3. BAHAN DAN METODE

3.1 Bahan dan Arsitektur Sistem

Bahan utama terdiri atas ESP32, sensor MQ-2, DHT11, IR flame sensor, buzzer, LCD I2C, catu daya USB, koneksi Wi-Fi, Arduino IDE, dan bot Telegram. ESP32 membaca setiap sensor secara berulang, memproses nilai berdasarkan ambang batas, kemudian mengaktifkan keluaran lokal dan/atau mengirim notifikasi. Pemanfaatan ESP32 mendukung konektivitas IoT untuk perangkat pemantauan (Harpad et al., 2022).

Input	Proses	Output
MQ-2 DHT11 IR Flame Sensor	ESP32 Pembacaan sensor Klasifikasi kondisi	LCD I2C Buzzer Telegram

Gambar 1. Arsitektur sistem deteksi potensi kebakaran
Figure 1. Fire potential detection system architecture



Gambar 2. Rancangan rangkaian perangkat keras
Figure 2. Hardware circuit design

3.2 Metode Pengembangan

Metode prototype dipilih karena pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak membutuhkan iterasi berdasarkan hasil uji. Tahap pertama adalah communication, yaitu observasi kondisi dapur dan identifikasi kebutuhan sensor serta keluaran. Tahap kedua adalah construction, yaitu perancangan rangkaian, penentuan pin, penulisan program, dan penetapan batas nilai. Tahap terakhir adalah customer evaluation, yaitu pengujian respons sistem dan perbaikan apabila keluaran belum sesuai. Pendekatan prototype relevan untuk membangun sistem IoT secara bertahap (Kurnia et al., 2024).

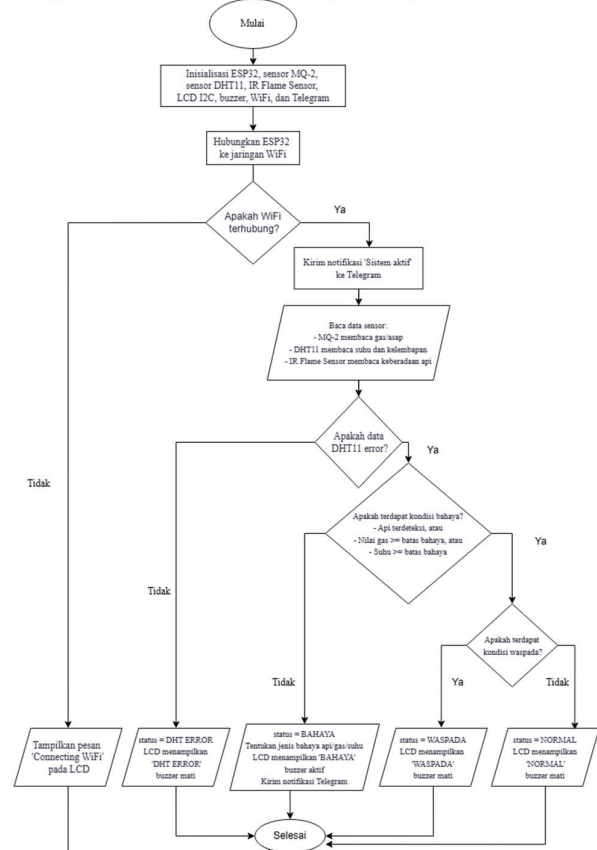
3.3 Logika Deteksi dan Pengujian

Nilai MQ-2 dibaca melalui pin analog, suhu dibaca dari DHT11, dan status api dibaca secara digital. Sensor api aktif-low; nilai LOW berarti api terdeteksi. Kondisi bahaya ditentukan apabila sedikitnya satu indikator bahaya aktif. Kondisi waspada digunakan apabila gas atau suhu telah meningkat tetapi belum mencapai batas bahaya. Peringatan bahaya mengaktifkan buzzer, memperbarui LCD, dan mengirimkan pesan Telegram. Pola buzzer dibedakan agar pengguna dapat mengenali jenis peringatan.

Tabel 1. Ambang batas keputusan sistem
Table 1. System decision thresholds

Parameter	Normal	Waspada	Bahaya
Gas MQ-2	< 800	800–1499	≥ 1500
Suhu DHT11	< 35°C	35–39,9°C	≥ 40°C
IR flame sensor	HIGH	HIGH	LOW (api)

Pengujian black-box mengevaluasi kesesuaian input dan output tanpa memeriksa struktur program. Pengujian white-box dilakukan pada percabangan penentuan status. Kompleksitas siklotomatik dihitung dengan Persamaan (1), yaitu $V(G)=E-N+2$. Dengan 11 edge dan 9 node, diperoleh $V(G)=4$. Nilai tersebut menunjukkan empat jalur independen: error DHT11, bahaya, waspada, dan normal.



Gambar 3. Flowchart proses deteksi

Figure 3. Detection process flowchart

4. PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Prototype

Prototype berhasil dirakit dengan ESP32 sebagai pusat kendali. Jalur ground seluruh sensor dan output disatukan agar memiliki acuan tegangan yang sama. MQ-2 digunakan untuk membaca perubahan gas/asap, DHT11 digunakan untuk suhu, dan IR flame sensor mendeteksi keberadaan nyala. LCD I2C menampilkan pembacaan dan status; buzzer menyampaikan alarm suara; Telegram menyampaikan peringatan kepada pengguna di luar area dapur. Penggunaan beberapa indikator memungkinkan sistem tidak hanya bergantung pada satu gejala kebakaran.

Saat alat dinyalakan, ESP32 menginisialisasi sensor, LCD, buzzer, Wi-Fi, dan bot Telegram. Selanjutnya alat masuk ke mode pemantauan. Bila seluruh nilai aman, LCD menampilkan NORMAL dan buzzer mati. Bila gas atau suhu berada pada rentang waspada, layar menampilkan WASPADA tanpa alarm darurat. Bila api terdeteksi atau nilai melewati batas bahaya, layar menampilkan BAHAYA, buzzer berbunyi sesuai pola, dan Telegram mengirim pesan informasi kondisi. Apabila beberapa indikator bahaya aktif secara bersamaan, status ditandai sebagai kondisi akut.



Gambar 4. Hasil perakitan prototype
Figure 4. Assembled prototype

4.1.1 Integrasi Sensor dan Keluaran

Integrasi perangkat dilakukan dengan menempatkan ESP32 sebagai pusat pemrosesan seluruh data. MQ-2 terhubung ke pin analog agar perubahan konsentrasi gas atau asap dapat direpresentasikan dalam nilai pembacaan, sedangkan DHT11 mengirimkan nilai suhu digital. IR flame sensor menghasilkan logika LOW ketika menerima pancaran inframerah dari nyala api. Seluruh jalur ground disatukan untuk menjaga acuan tegangan, sementara catu daya disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing modul. Sebelum pengujian skenario, setiap komponen diperiksa secara terpisah untuk memastikan pembacaan sensor, tampilan LCD, buzzer, dan koneksi Wi-Fi telah bekerja.

Keluaran sistem dirancang berlapis. LCD memberikan informasi langsung kepada orang yang berada di dapur, buzzer menjadi alarm suara yang dapat segera dikenali, dan Telegram memperluas jangkauan peringatan kepada pengelola yang sedang tidak berada di lokasi. Pengiriman pesan hanya dilakukan pada perubahan kondisi penting agar pengguna tidak menerima pesan yang sama secara terus-menerus. Ketika nilai sensor kembali ke batas normal, status pemicu direset sehingga sistem dapat mengirimkan peringatan baru apabila bahaya kembali terdeteksi.

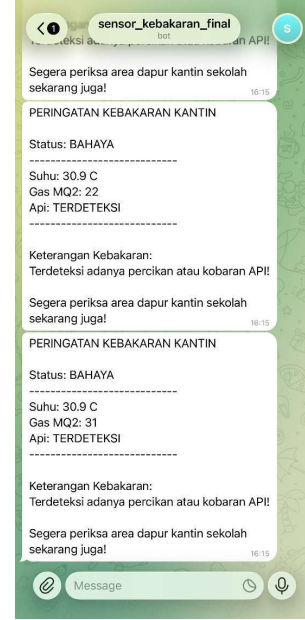
4.2 Hasil Pengujian Black-Box

Tabel 2 merangkum pengujian fungsi utama. Seluruh skenario memberikan keluaran yang sesuai dengan rancangan. Pada kondisi bahaya api, buzzer berbunyi cepat; pada bahaya gas, buzzer menggunakan pola sedang; pada suhu tinggi, pola lebih lambat. Untuk kombinasi bahaya, buzzer menyala terus agar kondisi dapat segera dibedakan oleh pengguna.

Tabel 2. Ringkasan hasil pengujian black-box
Table 2. Black-box testing result summary

No.	Skenario	Keluaran yang diamati	Hasil
1	Koneksi awal	LCD koneksi Wi-Fi; pesan aktif dikirim	Valid
2	Normal	LCD NORMAL; buzzer mati	Valid

3	Waspada suhu	LCD WASPADA; buzzer mati	Valid
4	Waspada gas	LCD WASPADA; buzzer mati	Valid
5	Bahaya api	LCD BAHAYA; buzzer cepat; Telegram	Valid
6	Bahaya gas	LCD BAHAYA; buzzer sedang; Telegram	Valid
7	Bahaya suhu	LCD BAHAYA; buzzer lambat; Telegram	Valid
8	Bahaya kombinasi	Status akut; buzzer kontinu; Telegram	Valid
9	Pemulihan	Kembali NORMAL; buzzer mati; trigger reset	Valid



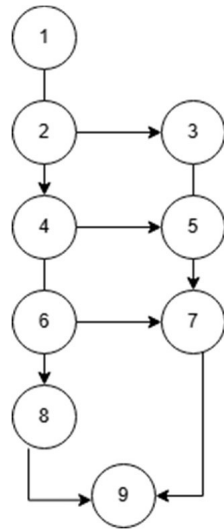
Gambar 5. Notifikasi bahaya melalui Telegram
Figure 5. Danger notification through Telegram

4.3 Hasil Pengujian White-Box

Pengujian white-box menelusuri jalur program mulai dari pembacaan sensor sampai keluaran. Jalur pertama menguji kegagalan pembacaan DHT11 dan menghasilkan status DHT ERROR. Jalur kedua menguji kondisi jumlah indikator bahaya lebih dari nol dan menghasilkan status BAHAYA. Jalur ketiga menguji gas atau suhu pada rentang waspada dan menghasilkan status WASPADA. Jalur keempat menguji kondisi default sehingga menghasilkan status NORMAL. Keempat jalur berhasil dieksekusi sesuai logika yang dirancang.

Tabel 3. Jalur independen pengujian white-box
Table 3. Independent paths of white-box testing

Path	Urutan node	Status yang diuji
1	1-2-3-9	DHT ERROR
2	1-2-4-5-9	BAHAYA
3	1-2-4-6-7-9	WASPADA
4	1-2-4-6-8-9	NORMAL



Gambar 6. Flow graph pengujian basis path

Figure 6. Basis-path testing flow graph

4.4 Keterbatasan Sistem

Hasil pengujian menunjukkan kesesuaian fungsi pada skenario yang dirancang, tetapi nilai ambang belum dapat diperlakukan sebagai ukuran konsentrasi gas dalam satuan fisik karena MQ-2 digunakan dalam bentuk nilai analog mentah. Nilai sensor juga dapat dipengaruhi ventilasi, jarak sumber, arah aliran udara, kelembapan, dan lamanya pemanasan sensor. Oleh karena itu, kalibrasi perlu dilakukan kembali apabila posisi alat atau kondisi dapur berubah. Pengujian api dan gas dalam penelitian ini menggunakan sumber kecil dan terkontrol sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan untuk seluruh jenis serta skala kebakaran.

Ketergantungan notifikasi jarak jauh pada Wi-Fi juga menjadi batas operasional. Buzzer dan LCD tetap dapat memberikan peringatan lokal saat jaringan terputus, tetapi Telegram tidak dapat mengirim pesan sampai koneksi tersedia. Prototype belum memiliki baterai cadangan, sistem pemadaman, atau pemutus aliran gas otomatis. Dengan demikian, alat berfungsi sebagai pendukung deteksi dini dan tetap memerlukan pemeriksaan manusia serta prosedur keselamatan kebakaran yang berlaku di sekolah.

5. KESIMPULAN

Sistem deteksi potensi kebakaran berbasis IoT di Kantin SMK Kesehatan Samarinda telah berhasil dikembangkan menggunakan ESP32, MQ-2, DHT11, dan IR flame sensor. Sistem dapat mengklasifikasikan kondisi normal, waspada, bahaya, dan kombinasi bahaya berdasarkan nilai sensor yang ditetapkan. Pada kondisi bahaya, sistem memberikan peringatan melalui LCD, buzzer, dan Telegram. Seluruh sembilan skenario black-box dinyatakan valid, sementara pengujian white-box menghasilkan empat jalur independen yang dapat dieksekusi. Prototype ini mendukung peringatan dini, tetapi tetap memerlukan tindakan manusia dan tidak menggantikan sistem pemadam kebakaran.

6. SARAN

Pengembangan berikutnya dapat menggunakan sensor dengan pengukuran lebih presisi, menambahkan cadangan daya, mengintegrasikan pemutus gas atau sistem pemadam otomatis, serta menguji alat lebih lama pada variasi ventilasi dan kondisi dapur yang lebih luas. Penempatan sensor juga perlu dievaluasi secara berkala untuk mengurangi alarm palsu akibat aktivitas memasak normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada STMIK Widya Cipta Dharma, SMK Kesehatan Samarinda, pengelola kantin, serta dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan dan arahan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Adi, H., & Widjaja, A. (2022). Prototype pendeteksi kebakaran menggunakan sensor flame, sensor DHT11 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berbasis website. Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI).
- Aminata, D., Nugroho, H. D., Abdillah, F. M., & Susanto, R. (2025). Rancang bangun sistem deteksi dini kebakaran rumah adat Kilapan Sumatra Selatan berbasis sensor DHT11 dan MQ-2 dengan ESP32.
- Arifia, R. (2025). Pengembangan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT menggunakan ESP32 dengan notifikasi kebakaran via bot Telegram. Prosiding Seminar Nasional SI & Teknik Informatika.
- Cahyadi, H. D., Mirza, Y., & Laila, E. (2022). Rancang bangun alat pendeteksi kebakaran menggunakan flame sensor dan sensor asap berbasis Arduino.
- Deden, R., Rahayu, N., & Rajendra, R. A. (2026). Sistem observasi lingkungan otomatis sebagai pencegahan kebakaran dengan integrasi sensor gas MQ-2 dan ESP8266. ICIT Journal.
- Ermal, D. A. S., Legawati, L., Maarasyid, C., Fithry, D. A., Rawadi, M. R., Putri, M. G., Aderiani, S., & Dela, G. A. (2023). Identifikasi kemungkinan terjadinya kebakaran di kantin instansi X dengan metode failure mode analysis (FMEA) dan fault tree analysis (FTA). Jurnal Surya Teknik, 10(1), 610–615. <https://doi.org/10.37859/jst.v10i1.4917>
- Fasya, M. R., Zaenudin, Efendi, M. M., & Samsumar, L. D. (2024). Implementasi sistem peringatan dini kebakaran rumah berbasis Internet of Things (IoT). Journal of Computer Science and Information Technology, 1(4), 369–378. <https://doi.org/10.70248/jcsit.v1i4.1286>
- Gultom, M. V., & Putro, I. S. (2025). Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6236>
- Harpad, B., Salmon, S., & Saputra, R. M. (2022). Sistem monitoring kualitas udara di kawasan industri dengan NodeMCU ESP32 berbasis IoT. Jurnal Informatika Wicida, 12(2), 39–47. <https://doi.org/10.46984/inf-wcd.1955>
- Kurnia, E., Pandia, M., Sembiring, B. S. B., & Margareta, D. (2024). Pemanfaatan Internet of Things pada smarthome dengan model simulasi prototype: IoT. Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi (JIKOMSI), 7(1), 112–115. <https://doi.org/10.55338/jikoms.v7i1.2728>
- Nur Alfian, A., & Ramadhan, V. (2022). Prototype detektor gas dan monitoring suhu berbasis Arduino Uno. PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, 9(2), 61–69. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i2.5380>