

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

Oleh:

Romdhoni¹

Muhammad Afrizal²

Yoka Mustupa³

Fahmi Yunistyawan⁴

Amirudin⁵

Abdul Latif⁶

Dadang Murtado Rifa'i⁷

Yobel Mandela⁸

Sulistiyo Saputra⁹

Rahmawati¹⁰

Universitas Bina Bangsa

Jl. Raya Serang-Jakarta KM. 03 No. 1B Pakupatan, Kota Serang, Banten

Korespondensi Penulis : romdhonibinabangsa@gmail.com, afrizalmuhammad@gmail.com,
yokato27@gmail.com, yunistyawan@gmail.com, udina7436@gmail.com,
abdul.latif.binabangsa@gmail.com, murtadorifai07@gmail.com, yobelmandela3@gmail.com,
sulistiyoelektrouniba@gmail.com, rahmawatielektrouniba@gmail.com

Abstract Fire incidents, gas leaks, and abnormal room temperature conditions remain significant threats in residential and industrial environments, potentially causing material damage and endangering human safety. To address these issues, this study proposes the development of an Arduino-based multi-hazard detection system capable of monitoring fire, gas concentration, and room temperature in real time. The system employs an Arduino microcontroller as the main controller, a flame sensor for fire detection, an MQ-2 sensor for gas leakage detection, and a DHT22 sensor for

Received Agustust 20, 2026; Revised Agustust 20, 2026; September 02, 2026

*Corresponding author: romdhonibinabangsa@gmail.com

monitoring temperature and humidity. Monitoring results are displayed on an LCD and supported by LED indicators, a buzzer alarm, and a DC pump controlled through a relay module. When a flame is detected, the system automatically activates the buzzer and DC pump while displaying a warning message on the LCD. If gas concentration exceeds the predefined safety threshold, the LED indicator is triggered and a gas leakage alert is generated. Additionally, the system provides continuous temperature readings with visual indicators when the measured value falls outside the specified range. The system operates using an external 9 V battery supply and is designed with cost efficiency and ease of implementation in mind. Experimental results demonstrate that all system components respond appropriately to simulated hazard conditions, indicating that the proposed system has strong potential as an early warning device to enhance safety in enclosed spaces.

Keywords: *Arduino, flame sensor, MQ-2 sensor, DHT22 sensor, fire detection, gas leakage detection, safety system.*

Abstrak. Kejadian kebakaran, kebocoran gas, dan kondisi suhu ruangan yang tidak normal masih menjadi ancaman signifikan di lingkungan perumahan maupun industri karena berpotensi menyebabkan kerusakan material dan membahayakan keselamatan manusia. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem multi-deteksi bahaya berbasis Arduino yang mampu memantau kondisi api, konsentrasi gas, dan suhu ruangan secara real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengendali utama, sensor flame untuk mendeteksi api, sensor MQ-2 untuk mendeteksi kebocoran gas, serta sensor DHT22 untuk memonitor suhu dan kelembapan lingkungan. Hasil pemantauan ditampilkan melalui LCD dan didukung oleh LED indikator, buzzer sebagai alarm, serta pompa DC yang dikendalikan menggunakan modul relay. Ketika api terdeteksi, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer dan pompa DC serta menampilkan pesan peringatan pada LCD. Apabila konsentrasi gas melebihi ambang batas keamanan yang telah ditentukan, LED indikator aktif dan sistem menghasilkan peringatan kebocoran gas. Selain itu, sistem menyediakan pembacaan suhu secara kontinu dengan indikator visual ketika nilai yang terukur berada di luar rentang yang ditetapkan. Sistem ini menggunakan catu daya baterai eksternal 9 V dan dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi biaya

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

serta kemudahan implementasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem mampu merespons kondisi bahaya sesuai dengan skenario simulasi, sehingga sistem yang diusulkan memiliki potensi yang kuat sebagai perangkat peringatan dini untuk meningkatkan keselamatan pada ruang tertutup.

Kata kunci: Arduino, flame sensor, MQ-2, DHT22, deteksi kebakaran, kebocoran gas, sistem keselamatan.

LATAR BELAKANG

Kebakaran, kebocoran gas, dan ketidakstabilan suhu ruangan merupakan sumber risiko utama yang sering menimbulkan kecelakaan di lingkungan rumah tangga maupun sektor industri. Insiden kebakaran dan ledakan akibat kebocoran LPG tidak hanya menyebabkan kerugian material dalam skala besar, tetapi juga berpotensi mengancam keselamatan manusia. Kondisi tersebut menjadikan penerapan sistem deteksi dini dan peringatan otomatis sebagai langkah strategis dalam upaya pencegahan serta mitigasi risiko. Tingginya tingkat pemanfaatan LPG sebagai sumber energi utama di Indonesia semakin menegaskan urgensi pengembangan sistem pengamanan yang mampu mendeteksi potensi bahaya api, gas, dan suhu secara andal.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pendeteksian kebakaran dan kebocoran gas berbasis mikrokontroler, seperti Arduino dan NodeMCU, dengan memanfaatkan sensor flame, sensor gas seri MQ, serta sensor suhu dan asap. Sistem tersebut umumnya diintegrasikan dengan perangkat keluaran berupa buzzer, LED, LCD, maupun platform Internet of Things (IoT) sebagai media notifikasi. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam memberikan peringatan dini secara otomatis ketika terdeteksi adanya peningkatan suhu, konsentrasi gas mudah terbakar, atau nyala api, sehingga berkontribusi dalam menekan risiko meluasnya kebakaran. Selain fungsi peringatan, beberapa studi juga mulai mengembangkan mekanisme respons awal melalui pengaktifan kipas ventilasi, pengendalian katup LPG, atau aktuator lain yang bekerja secara otomatis.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih membatasi ruang lingkup pendeteksian pada satu atau dua parameter bahaya dan cenderung berfokus pada fungsi alarm tanpa dukungan aktuator penanggulangan langsung, seperti sistem pemadaman awal berskala kecil. Padahal, penerapan sistem multi-sensor yang mengombinasikan

deteksi api, gas, dan suhu, serta didukung oleh indikator visual, audio, dan aktuator pemadam, berpotensi meningkatkan keandalan sistem dalam menghadapi berbagai kondisi bahaya secara simultan serta mempercepat respons penanganan awal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan sistem multi-deteksi bahaya berbasis Arduino yang mampu mendeteksi api, kebocoran gas, dan kondisi suhu ruangan yang tidak aman. Sistem ini dilengkapi dengan tampilan LCD dan aktuator otomatis berupa pompa DC sebagai sarana pemadaman awal. Perancangan sistem memanfaatkan sensor flame, sensor gas MQ-2, dan sensor DHT22 yang dikombinasikan dengan LED indikator, buzzer, modul relay, serta catu daya eksternal. Diharapkan, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi deteksi dini yang sederhana, ekonomis, dan mudah diimplementasikan untuk mendukung upaya pencegahan serta penanganan awal potensi kebakaran pada ruangan tertutup.

KAJIAN TEORITIS

Pengembangan sistem keselamatan berbasis mikrokontroler untuk mendeteksi kebakaran dan kebocoran gas telah menjadi fokus banyak penelitian dalam beberapa tahun terakhir. Arduino merupakan platform yang paling banyak digunakan sebagai unit pengendali utama karena memiliki biaya yang relatif rendah, kemudahan dalam proses pemrograman, serta ketersediaan pustaka yang luas untuk integrasi berbagai sensor dan aktuator. Keunggulan tersebut menjadikan Arduino sebagai solusi yang praktis dan ekonomis dalam perancangan sistem keselamatan otomatis.

Berbagai penelitian telah mengimplementasikan sistem pendeteksian api dan gas dengan mengombinasikan Arduino, sensor flame, serta sensor gas seri MQ, yang dilengkapi dengan perangkat keluaran seperti buzzer, LED, dan LCD sebagai media peringatan dan penyampaian informasi. Sistem ini mampu memberikan peringatan dini melalui alarm suara, indikator visual, serta tampilan pesan pada LCD ketika terdeteksi adanya nyala api atau peningkatan konsentrasi gas mudah terbakar. Sensor MQ-2 banyak dimanfaatkan karena kemampuannya mendeteksi LPG, metana, dan asap, sementara sensor flame digunakan untuk mengenali keberadaan api secara langsung. Pada kondisi bahaya, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer dan LED serta menampilkan status peringatan pada layar LCD berukuran 16×2. Untuk meningkatkan jangkauan notifikasi, beberapa penelitian menambahkan modul komunikasi GSM,

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

seperti SIM800L, sehingga peringatan kebocoran gas dapat dikirimkan kepada pengguna melalui pesan singkat meskipun tidak berada di lokasi pemantauan. Pendekatan ini dinilai aplikatif dan efisien untuk lingkungan rumah tangga maupun industri skala kecil. Selain itu, penggunaan lebih dari satu jenis sensor gas, seperti MQ-2, MQ-5, dan MQ-6, juga diterapkan guna meningkatkan akurasi pendeteksian LPG serta mengurangi potensi alarm palsu.

Dalam aspek pemantauan suhu dan kelembapan, sensor DHT22 banyak digunakan karena memiliki tingkat akurasi dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan DHT11. Sensor ini umum diaplikasikan pada sistem monitoring lingkungan, pertanian, dan ruangan tertutup dengan kemampuan penyajian data secara real-time. Beberapa penelitian mengintegrasikan DHT22 dengan buzzer atau indikator visual sebagai sistem peringatan ketika nilai suhu atau kelembapan melampaui ambang batas yang telah ditentukan. Selain digunakan pada platform Arduino, sensor ini juga diimplementasikan pada sistem berbasis ESP32 dan jaringan IoT seperti LoRaWAN, meskipun prinsip pemantauan dan mekanisme peringatan yang diterapkan pada dasarnya serupa.

Penelitian lain mengembangkan sistem keselamatan yang tidak hanya berfungsi sebagai alat deteksi, tetapi juga dilengkapi dengan aktuator untuk penanganan awal. Pada sistem robot pemadam kebakaran, data dari sensor api, panas, atau asap diproses oleh Arduino untuk mengendalikan pompa air secara otomatis. Beberapa sistem deteksi api dan gas juga dirancang untuk mengaktifkan pompa air melalui modul relay ketika api terdeteksi, disertai dengan pengiriman notifikasi kepada pengguna serta pemutusan aliran listrik guna meminimalkan risiko kerusakan lanjutan.

Berdasarkan kajian pustaka tersebut, dapat disimpulkan bahwa kombinasi Arduino dengan sensor flame, sensor gas seri MQ, dan sensor DHT22, serta perangkat keluaran seperti LCD, LED, buzzer, relay, dan pompa air merupakan pendekatan yang umum dan terbukti efektif dalam pengembangan sistem keselamatan otomatis. Hasil-hasil penelitian terdahulu tersebut menjadi landasan yang kuat bagi penelitian ini dalam merancang sistem multi-deteksi bahaya yang mampu memantau api, gas, dan suhu secara terintegrasi dengan biaya yang relatif rendah serta implementasi yang sederhana.

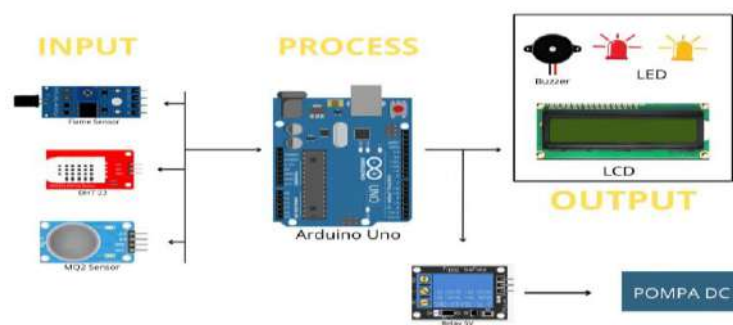
METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimen dengan pendekatan rancang bangun (research and development sederhana). Penelitian difokuskan pada perancangan, pembuatan, serta pengujian kinerja sistem multi-deteksi bahaya yang mampu mendeteksi api, kebocoran gas, dan kondisi suhu ruangan berbasis mikrokontroler Arduino.

1. Observasi

Suatu kegiatan sains empiris berdasarkan fakta lapangan dan literatur yang melibatkan lima pengalaman indrawi tanpa manipulasi apapun.

Gambar 1. Diagramblok sistem Rancang Bangun Sistem Multi-Deteksi Bahaya (Api, Gas, dan Suhu) Berbasis Arduino



Sistem ini adalah suatu rangkaian elektronika yang berbasis Arduino Uno dan dapat mendeteksi 3 jenis bahaya sekaligus: Api, Gas Bocor dan Suhu yang tidak normal, prinsip kerjanya memonitoring secara real-time pemrosesan suatu data oleh Arduino, dan aktivasi aktuator sebagai respons otomatis, sistem membaca input dan sensor lalu membandingkannya dan mengeluarkan output seperti LED, buzzer, LCD dan pompa DC, jika bahaya terdeteksi sistem akan memberikan peringatan visual/suara lalu mengaktifkan pompa apabila terdeteksi api untuk pemadaman, sistem aman bila tidak ada bahaya, dengan tampilan suhu di LCD.

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

2. Komponen Hardware

Tabel 1. Spesifikasi Tejnis Komponen Sistem

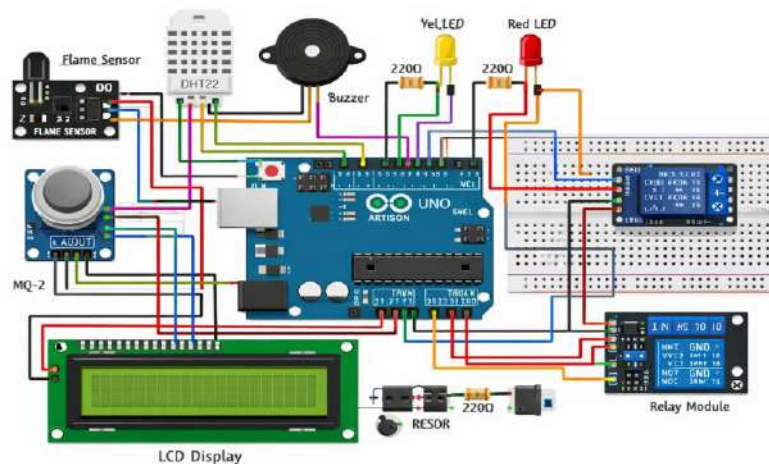
Komponen	Spesifikasi Teknis	Fungsi dalam Sistem
Arduino Uno	Mikrokontroler ATmega328P, Tegangan Operasi 5V, 14 Digital I/O, 6 Analog Input.	Otak utama yang memproses data dari semua sensor dan mengontrol output (LED, Buzzer, Pompa)
Flame Sensor	Deteksi panjang gelombang inframerah 760nm - 1100nm, Jarak deteksi 20cm - 100cm.	Mendeteksi keberadaan nyala api di sekitar area pemantauan
Sensor DHT22	Mendeteksi adanya kebocoran gas atau asap hasil pembakaran yang berpotensi bahaya.	Mengukur suhu ruangan secara presisi untuk memicu peringatan jika suhu terlalu tinggi.
Sensor MQ2	Deteksi Gas LPG, Butana, Propana, Metana, Alkohol, dan Asap. Output Analog & Digital.	Mendeteksi adanya kebocoran gas atau asap hasil pembakaran yang berpotensi bahaya.
Buzzer	Tipe Aktif(Active Buzzer),Tegangan 3,3V – 5V	Mengeluarkan suara peringatan (Alarm) saat sensor mendeteksi Api atau Gas
LED Indikator	ED 5mm (Merah & Kuning), Tegangan 2V - 3V (perlu resistor 220 ohm)	dikator visual; Merah untuk bahaya api, Kuning untuk kebocoran gas atau suhu panas.
LCD+L2C	Karakter 16x2 dengan modul I2C (hanya butuh 4 kabel: VCC, GND, SDA, SCL)	Menampilkan data suhu, status keamanan, dan pesan peringatan bahaya secara teks.
Resistor	Nilai 220 (Ohm), Toleransi 5%	Membatasi arus listrik yang masuk ke LED agar tidak terbakar/rusak.
Relay 5V	Tegangan pemicu 5V DC, Kapasitas beban hingga 250V AC/10A.	Sebagai saklar elektronik untuk memutus/menyambung arus ke pompa DC.

Power Supply	Adaptor 9V-12V DC atau Baterai (rekomendasi min. 2A)	Memberikan daya listrik yang stabil ke Arduino dan seluruh komponen pendukung.
Beardboard & Jumper Wires	Tipe 830 points, Kabel Male-to-Male / Male-to-Female	Sebagai media penghubung antar komponen tanpa perlu penyolderan (prototyping).

3. Diagram Rangkaian

Skema rangkaian sistem proteksi ,yang menunjukkan koneksi detail antara Arduino Uno dengan keseluruhan komponen input dan output

Gambar 2. Skema rangkaian lengkap sistem menghubungkan Arduino Uno dengan komponen.



4. Algoritma Diagram Aliran Sistem

Algoritma sistem proteksi dirancang dengan logic programming yang memastikan respon cepat terhadap deteksi intruksi.

Gambar 3. Flowchart cara kerja sistem



RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

Algoritma Sistem terdiri dari beberapa tahapan:

1. Tahapan Inisialisasi (Initialization Phase)

Tahap ini merupakan fondasi operasional sistem. Pada saat perangkat mendapatkan suplai daya (Power On), mikrokontroler melakukan konfigurasi terhadap seluruh sumber daya perangkat keras. Registrasi I/O: Penentuan peran pin mikrokontroler sebagai input (untuk sensor Flame, MQ2, DHT22) dan output (untuk LED, Buzzer, LCD, dan Relay). Pemanasan Sensor (Sensor Pre-heating): Khusus untuk sensor gas seperti MQ2, sistem memerlukan waktu sejenak agar elemen pemanas mencapai suhu operasional yang stabil sebelum memberikan pembacaan yang akurat. Status Ready: Menampilkan pesan indikator pada LCD sebagai verifikasi bahwa sistem telah melewati proses booting dengan sukses.

2. Tahapan Akuisisi Data (Data Acquisition Phase)

Setelah fase inisialisasi, sistem masuk ke dalam siklus utama (Loop). Pada tahap ini, terjadi proses konversi sinyal dari lingkungan menjadi data digital yang dapat diproses oleh algoritma. Multisensor Reading: Sistem membaca sinyal analog dari sensor api dan gas, serta sinyal digital dari sensor suhu DHT22 secara simultan. Data Sampling: Proses pengambilan sampel dilakukan secara berulang dalam satuan milidetik guna memastikan perubahan kondisi lingkungan tertangkap secara real-time.

3. Tahapan Evaluasi Logika dan Prioritas (Logic & Priority Evaluation)

Ini adalah tahap krusial di mana sistem menentukan tingkat ancaman. Algoritma menggunakan metode Logika Percabangan Bersyarat (Conditional Branching) dengan sistem Prioritas Tertinggi (Highest Priority First). Prioritas Darurat (Api): Algoritma pertama kali mengevaluasi ambang batas (threshold) sensor api. Jika terpenuhi, sistem mengabaikan pengecekan gas dan suhu untuk memprioritaskan penanganan api. Prioritas Siaga (Gas): Jika api tidak terdeteksi, sistem mengevaluasi keberadaan gas berbahaya. Prioritas Pemantauan (Suhu): Jika api dan gas aman, sistem mengevaluasi apakah suhu melebihi batas normal.

4. Tahapan Aktivasi Respon (Action Execution Phase)

Tahap terakhir adalah implementasi keputusan menjadi tindakan fisik. Respon sistem dibagi menjadi tiga bentuk peringatan: Respon Visual: Aktivasi LED dengan kode warna tertentu (Merah untuk bahaya ekstrem, Kuning untuk siaga). Respon Auditori: Pengaktifan Buzzer sebagai alarm peringatan bagi orang di sekitar. Respon

Mekanis: Aktivasi Relay yang terhubung ke pompa air untuk melakukan pemadaman secara otomatis (Automatic Fire Suppression).

5. Implementasi Perangkat Lunak

Program Sistem proteksi ditulis dalam bahasa C/C++ menggunakan Arduino IDE.

Listing program lengkap disajikan dengan struktur kode sebagai berikut:

Gambar 4. Source Code Arduino IDE



```
KODE PROGRAM

1 #include <DHT.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4 // Definisikan pin
5 #define FLAME_PIN A0 // Pin analog flame sensor
6 #define MQ2_PIN A1 // Pin analog MQ2 sensor
7 #define DHT_PIN 2 // Pin digital DHT22
8 #define LED_RED 3 // Pin digital LED merah
9 #define LED_YELLOW 4 // Pin digital LED kuning
10 #define BUZZER 5 // Pin digital buzzer
11 #define RELAY 6 // Pin digital relay (untuk pompa)
12
13 // Threshold sensor
14 #define FLAME_THRESHOLD 500 // Nilai analog flame (rendah = api terdeteksi)
15 #define GAS_THRESHOLD 300 // Nilai analog MQ2 (tinggi = gas terdeteksi)
16 #define TEMP_THRESHOLD 30 // Suhu maksimal (relatif)
17
18 // Inisialisasi komponen LCD
19 DHT dht(DHT_PIN, DHT22);
20 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C LCD (0x27 umum, sesuaikan jika berbeda)
21
22 void setup() {
23   // Setup pin mode
24   pinMode(LED_RED, OUTPUT);
25   pinMode(LED_YELLOW, OUTPUT);
26   pinMode(BUZZER, OUTPUT);
27   pinMode(RELAY, OUTPUT);
28
29   // Inisialisasi sensor awal
30   digitalWrite(LED_RED, LOW);
31   digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);
32   digitalWrite(BUZZER, LOW);
33   digitalWrite(RELAY, LOW);
34
35   // Inisialisasi serial untuk debugging (opsional)
36   Serial.begin(9600);
```

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem multi-deteksi bahaya berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino sebagai unit kendali utama, sensor api (flame sensor), sensor gas MQ-2, serta sensor suhu dan kelembapan DHT22. Sistem ini dilengkapi dengan LCD 16×2 berbasis modul I2C sebagai media tampilan informasi, LED indikator dan buzzer sebagai perangkat peringatan, serta pompa DC yang dikendalikan melalui modul relay dan disuplai menggunakan baterai eksternal 9 V. Seluruh komponen dirangkai dalam satu kesatuan sistem yang mampu bekerja secara terkoordinasi untuk mendeteksi dan merespons kondisi bahaya.

Secara fungsional, sistem mampu mendeteksi keberadaan nyala api, mengidentifikasi potensi kebocoran gas, serta memantau kondisi suhu ruangan secara real-time. Informasi status sistem ditampilkan pada LCD, sementara LED, buzzer, dan pompa DC diaktifkan sesuai dengan jenis bahaya yang terdeteksi. Hasil implementasi menunjukkan bahwa integrasi perangkat keras dan logika program berjalan sesuai dengan perancangan awal.

Hasil Pengujian Deteksi Api

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

Pengujian deteksi api dilakukan dengan mendekatkan sumber api, seperti korek api, pada beberapa jarak tertentu terhadap flame sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika nyala api terdeteksi, sistem secara otomatis mengaktifkan LED merah berkedip, membunyikan buzzer, menyalakan pompa DC, serta menampilkan pesan peringatan “Terdeteksi Api” pada LCD. Respons sistem berlangsung secara cepat dan konsisten, yang mengindikasikan bahwa logika pengendalian aktuator telah berfungsi dengan baik. Parameter seperti jarak maksimum pendeteksian dan waktu respons dapat digunakan sebagai indikator performa sistem dalam mendeteksi kebakaran awal.

Hasil Pengujian Deteksi Kebocoran Gas

Pengujian kebocoran gas dilakukan dengan memberikan paparan gas atau asap, seperti gas LPG dan asap rokok, ke sensor MQ-2 secara bertahap. Ketika nilai keluaran sensor melampaui ambang batas yang telah ditetapkan, sistem memberikan respons berupa penyalan LED kuning serta menampilkan pesan peringatan “Hati-hati Gas Bocor” pada LCD. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu mendeteksi keberadaan gas di udara dan sistem dapat memberikan peringatan dini terhadap potensi kebocoran gas sebelum mencapai tingkat yang berbahaya.

Hasil Pengujian Pemantauan Suhu Ruangan

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan suhu dengan alat ukur referensi. Sistem dirancang untuk memberikan peringatan ketika suhu ruangan berada di luar rentang aman yang telah ditentukan. Pada kondisi tersebut, LED kuning berkedip dan LCD menampilkan informasi bahwa suhu berada dalam kondisi tidak normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 memberikan pembacaan suhu yang stabil dan cukup akurat, sehingga layak digunakan untuk pemantauan kondisi lingkungan ruangan.

Kinerja Tampilan LCD dan Sistem Secara Keseluruhan

LCD berbasis I2C berfungsi dengan baik dalam menampilkan informasi status sistem secara real-time, baik pada kondisi normal maupun saat terjadi kondisi bahaya. Pengujian menyeluruh menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan skenario yang dirancang, termasuk ketika lebih dari satu parameter bahaya terdeteksi secara bersamaan. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antar sensor, aktuator, dan sistem tampilan berjalan secara sinkron.

Analisis Kinerja Deteksi Api

Berdasarkan hasil pengujian, flame sensor mampu mendeteksi nyala api pada jarak tertentu sesuai dengan karakteristik sensor. Aktivasi LED merah, buzzer, dan pompa DC terjadi sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Keberadaan pompa DC sebagai aktuator pemadaman awal memberikan keunggulan dibandingkan sistem yang hanya mengandalkan alarm, karena memungkinkan dilakukannya respons awal terhadap kebakaran. Namun, efektivitas pemadaman tetap dipengaruhi oleh kapasitas pompa, volume air, serta posisi penyemprotan terhadap sumber api.

Analisis Kinerja Deteksi Kebocoran Gas

Sensor MQ-2 menunjukkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi keberadaan gas di udara dan mengonversinya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh Arduino. Penentuan nilai ambang batas menjadi faktor penting agar sistem dapat memberikan peringatan sebelum konsentrasi gas mencapai tingkat berbahaya. Sensitivitas sensor yang tinggi juga menyebabkan MQ-2 responsif terhadap berbagai jenis asap, sehingga diperlukan proses kalibrasi dan pengujian berulang untuk meminimalkan kemungkinan alarm palsu. Secara keseluruhan, integrasi sensor MQ-2 dengan indikator visual dan tampilan LCD terbukti efektif untuk sistem deteksi kebocoran gas sederhana.

Analisis Kinerja Pemantauan Suhu

Sensor DHT22 mampu memberikan data suhu dan kelembapan dengan kestabilan yang baik. Selama selisih pengukuran terhadap alat referensi masih berada dalam batas toleransi, sensor ini dapat dianggap layak untuk monitoring lingkungan. Dalam konteks keselamatan, pemantauan suhu berperan penting dalam mengidentifikasi kondisi ruangan yang berpotensi memicu kebakaran. Namun, respons sensor suhu terhadap perubahan lingkungan relatif lebih lambat dibandingkan sensor api, sehingga fungsinya lebih diarahkan pada pemantauan kondisi lingkungan daripada deteksi kebakaran secara langsung.

Integrasi Sistem dan Penyajian Informasi

Keunggulan utama sistem yang dikembangkan terletak pada integrasi beberapa parameter bahaya dalam satu platform berbasis Arduino. LCD I2C memudahkan pengguna dalam memantau kondisi sistem karena informasi disajikan dalam bentuk pesan yang jelas dan mudah dipahami. Penyajian peringatan secara eksplisit membantu pengguna dalam mengambil tindakan dengan cepat tanpa perlu memahami detail teknis nilai sensor. Penggunaan baterai 9 V sebagai sumber daya eksternal memberikan

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

fleksibilitas dalam penempatan sistem, meskipun untuk penggunaan jangka panjang perlu dipertimbangkan catu daya alternatif yang lebih stabil.

Kelebihan dan Keterbatasan Sistem

Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa kelebihan, antara lain kemampuan mendeteksi berbagai parameter bahaya dalam satu perangkat, keberadaan aktuator otomatis untuk penanganan awal kebakaran, tampilan informasi yang informatif, serta biaya implementasi yang relatif rendah. Adapun keterbatasan sistem meliputi jangkauan deteksi yang bergantung pada spesifikasi dan penempatan sensor, kebutuhan kalibrasi untuk meningkatkan akurasi, belum tersedianya fitur komunikasi jarak jauh, serta keterbatasan daya baterai untuk penggunaan jangka panjang.

Implikasi dan Pengembangan Selanjutnya

Berdasarkan hasil dan pembahasan, sistem ini berpotensi dikembangkan sebagai prototipe sistem keselamatan untuk rumah tinggal maupun ruangan laboratorium berskala kecil. Pengembangan lanjutan dapat dilakukan dengan menambahkan modul komunikasi berbasis IoT, seperti WiFi atau GSM, untuk memungkinkan pengiriman notifikasi ke perangkat pengguna. Selain itu, peningkatan keandalan sistem dapat dicapai melalui penambahan sensor pendukung, optimalisasi algoritma deteksi, serta perluasan area pemantauan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, sistem multi-deteksi bahaya berbasis Arduino yang dikembangkan mampu mendeteksi tiga parameter utama potensi bahaya, yaitu keberadaan api, kebocoran gas, dan kondisi suhu ruangan di luar batas aman. Sistem ini mengintegrasikan sensor flame, sensor gas MQ-2, dan sensor DHT22 dengan perangkat keluaran berupa LED indikator, buzzer, LCD berbasis I2C, modul relay, serta pompa DC yang disuplai oleh baterai eksternal 9 V.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika nyala api terdeteksi, sistem secara otomatis mengaktifkan LED merah berkedip dan buzzer, serta menyalakan pompa DC sebagai mekanisme penanganan awal, disertai tampilan peringatan pada LCD. Pada kondisi kebocoran gas, sensor MQ-2 mampu memberikan peringatan dini melalui indikator visual dan pesan pada LCD, sehingga berpotensi menurunkan risiko ledakan maupun paparan gas berbahaya. Selain itu, pemantauan suhu ruangan menggunakan

sensor DHT22 memungkinkan sistem memberikan indikasi ketika suhu berada di luar rentang normal, yang mendukung aspek keselamatan dan kenyamanan lingkungan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi berbagai sensor dan aktuator dalam satu sistem terpusat berbasis Arduino dapat meningkatkan tingkat keselamatan ruangan secara otomatis dan real-time. Sistem yang dirancang memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai perangkat pendukung keselamatan pada lingkungan rumah tangga maupun ruangan tertutup lainnya dengan cakupan aplikasi yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Chalabi, S. M., Al-Chalabi, A., & Al-Khafaji, R. A. (2024). Innovative pre-fire alert smart detection system-based embedded system. *AIP Advances*, 14(5).
- Bharsakade, R., Khairnar, A., Khairnar, Y., Gulati, K., Kale, A., & Kolse Patil, D. (2024). Advanced fire & gas detection system. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(5).
- Jadhav, M. S. D., Jadhav, M. A. A., Patil, M. S., & Patil, R. (2025). Gas leakage detection system using Arduino. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 5(1).
- Jadhav, V. L., Shinde, A. P., & Liyakat, K. K. S. (2024). Detection of fire in the environment via a robot-based fire fighting system using sensors. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*.
- Khan, F., Xu, Z., Sun, J., Khan, F. M., Ahmed, A., & Zhao, Y. (2022). Recent advances in sensors for fire detection. *Sensors*, 22(9).
- Koggalage, R., Welihinda, M., & Nuwan, H. (2021). GSM based smart fire and high-temperature detection system. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*.
- Mate, A. (2025). Home and industrial safety using fire and gas detection sensor. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 13(5).
- Mollah, M. R. U., Hasan, M. H. A., Rokon, M. A. R., Roky, M. S. R., & Bhuyan, M. H. (2025). Arduino, sensors, and IoT-based coal mining safety system for

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN DAN KEBOCORAN GAS BERBASIS ARDUINO

- Bangladesh. 2025 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE).
- Odoh, F. E., Akpomedaye, O., & Ekruyota, O. G. (2023). Design and development of IoT-based smart system for monitoring laboratory environment. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 4(2), 263–277.
- Panda, T., Banerjee, R., Pal, A., Bishnu, S., & Chakraborty, A. (2025). IOT-based home automation for LPG gas and fire detection system with automated safety measures. 2025 8th International Conference on Electronics, Materials Engineering & Nano-Technology (IEMENTech).
- Sapkal, V. (2023). Arduino-based safety system for gas flame monitoring, leakage detection, and utensil presence using sensor integration and SMS alerts. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(11).
- Suwarjono, S., Wayangkau, I., Istanto, T., Rachmat, R., Marsujitullah, M., Hariyanto, H., ... Głowacz, A. (2021). Design of a home fire detection system using Arduino and SMS gateway. *Knowledge*.