

RANCANG BANGUN ALARM PENDETEKSI KEBAKARAN BERBASIS ARDUINO UNO

Fadlan Satria Triswanto¹, Sokid ², Iskandar³ , Deni⁴

Universitas Muhammadiyah Cirebon

Email : fadlansatria08@gmail.com, sokid@umc.ac.id, iskandar.nitihardja@gmail.com,
deni@umc.ac.id

ABSTRAK

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang berpotensi menimbulkan kerugian besar, baik berupa kerusakan materiil maupun hilangnya nyawa manusia. Untuk meminimalkan dampak tersebut, diperlukan sistem deteksi dini yang mampu memberikan peringatan cepat dan akurat. Penelitian ini berfokus pada perancangan serta implementasi sistem alarm pendeteksi kebakaran berbasis *Arduino Uno*, yang terintegrasi dengan *flame sensor* dan sensor gas MQ-2. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi nyala api melalui *flame sensor* yang bekerja dengan prinsip pengukuran intensitas cahaya inframerah, sementara sensor gas MQ-2 digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan gas mudah terbakar, termasuk asap yang biasanya muncul pada tahap awal kebakaran. *Arduino Uno* berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengolah data kedua sensor, kemudian mengaktifkan alarm berupa bunyi buzzer dan indikator LED ketika kondisi berbahaya terdeteksi. Pengujian sistem dilakukan dalam berbagai skenario untuk menilai tingkat akurasi dan reliabilitas kinerja. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respons yang cepat dalam mendeteksi api maupun gas, serta menyampaikan peringatan secara efektif. Dengan biaya implementasi yang relatif terjangkau, sistem ini berpotensi menjadi alternatif solusi praktis dalam upaya pencegahan kebakaran.

Kata kunci: Alarm, Kebakaran, Arduino Uno, Flame Sensor, MQ-2

Abstract

Fire is a disaster that poses severe risks, potentially resulting in significant material damage as well as loss of human lives. To mitigate these impacts, an early detection system capable of providing rapid and reliable warnings is essential. This study focuses on the design and implementation of a fire alarm system based on Arduino Uno, integrating a flame sensor and an MQ-2 gas sensor. The flame sensor operates by measuring the infrared light intensity emitted by flames, while the MQ-2 sensor detects combustible gases, including smoke, which typically appears during the initial stage of a fire. The Arduino Uno functions as the central microcontroller, processing input from both sensors and activating an alarm consisting of a buzzer and LED indicators once hazardous conditions are identified. The system was tested under multiple scenarios to evaluate its accuracy and reliability. Experimental results demonstrate that the system responds quickly to the presence of fire and gas, providing effective early warnings. With its relatively low implementation cost, the system offers a practical and accessible solution for fire prevention.

Keywords: Alarm, Fire, Arduino Uno, Flame Sensor, MQ-2

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bentuk bencana yang hingga saat ini masih menjadi ancaman serius bagi masyarakat, baik di kawasan permukiman padat, fasilitas umum, industri, maupun lahan dan

hutan. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa sepanjang tahun 2024 tercatat 629 kasus kebakaran hutan dan lahan (karhutla), dengan luas wilayah terdampak mencapai ribuan hektare, khususnya di wilayah Sumatera Selatan yang mengalami kebakaran lahan seluas 9.697 hektare (BNPB, 2024). Sementara itu, laporan Pusat Informasi Kriminal Nasional (Pusiknas) Polri mencatat bahwa hingga Oktober 2024, kebakaran merupakan bencana yang paling sering terjadi dengan 935 laporan atau sekitar 38,82% dari total kejadian bencana nasional (Polri, 2024). Data tersebut memperlihatkan bahwa kebakaran tidak hanya bersifat insidental, tetapi sudah menjadi fenomena berulang yang memberikan dampak luas terhadap kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Secara khusus di wilayah perkotaan, seperti DKI Jakarta, kebakaran permukiman menjadi kasus yang paling menonjol. Sepanjang 2024, Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan (Gulkarmat) DKI Jakarta mencatat 788 kasus kebakaran, dengan penyebab utama korsleting listrik (540 kasus) dan kebocoran gas elpiji (32 kasus) (Liputan6, 2024). Kondisi ini menegaskan bahwa masalah infrastruktur kelistrikan rumah tangga serta penggunaan gas elpiji masih menjadi titik rawan yang memicu kebakaran di kawasan padat penduduk. Tidak jarang kebakaran yang bermula dari satu rumah merambat dengan cepat ke rumah lain akibat minimnya jarak antarbangunan serta keterlambatan deteksi dini.

Kebakaran yang tidak segera ditangani akan menyebabkan kerugian multidimensional. Dari sisi ekonomi, kebakaran dapat menghancurkan aset produktif maupun hunian masyarakat. Dari sisi sosial, korban seringkali kehilangan tempat tinggal, barang berharga, bahkan anggota keluarga. Dari sisi lingkungan, kebakaran hutan dan lahan melepaskan emisi karbon dalam jumlah besar yang berkontribusi terhadap krisis iklim. Penelitian oleh Nugraha dan Satria (2022) menegaskan bahwa kunci untuk meminimalisasi dampak tersebut adalah melalui sistem deteksi dini kebakaran yang andal, responsif, dan mudah diterapkan di lapangan.

Berbagai sistem deteksi kebakaran tradisional, seperti alarm asap berbasis sensor ionisasi atau optik, memang sudah lama digunakan di banyak bangunan. Namun, sistem ini seringkali memiliki keterbatasan, baik dari sisi sensitivitas, kecepatan respons, maupun kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi. Di sinilah perkembangan teknologi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) menawarkan solusi baru yang lebih fleksibel dan terjangkau. Arduino Uno, sebagai salah satu platform mikrokontroler open-source, menyediakan kemudahan integrasi dengan berbagai sensor untuk mendeteksi tanda-tanda kebakaran. Kombinasi sensor gas MQ-2 dan flame sensor menjadi konfigurasi populer karena sifatnya yang saling melengkapi. MQ-2 peka terhadap asap dan gas mudah terbakar seperti LPG, metana, dan hidrogen, sementara flame sensor mampu mendeteksi radiasi inframerah dari nyala api (Nugraha & Satria, 2022).

Sejumlah penelitian telah menunjukkan efektivitas kombinasi tersebut. Indriani (2021) merancang sistem alarm kebakaran berbasis Arduino dengan sensor MQ-2 dan flame detector. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi adanya api maupun gas, dan secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai peringatan. Validasi dilakukan melalui uji coba serta kuesioner kepada pakar media, dengan hasil bahwa alat dianggap layak digunakan pada skala rumah tangga. Penelitian ini menegaskan bahwa solusi berbasis Arduino relatif mudah diimplementasikan dan dapat diadaptasi untuk kebutuhan lokal.

Tidak hanya terbatas pada sistem alarm sederhana, pengembangan lebih lanjut juga dilakukan dengan menambahkan fitur komunikasi jarak jauh. Abrar dkk. (2023) mengembangkan prototipe pendeteksi kebakaran berbasis IoT yang mengintegrasikan flame sensor, MQ-2, serta modul SIM800L untuk mengirimkan notifikasi melalui SMS. Fitur ini menambah nilai praktis, sebab pengguna tidak hanya mendapat peringatan melalui buzzer di lokasi, tetapi juga melalui perangkat seluler meski sedang berada jauh dari rumah. Penelitian lain oleh Sidehabi dkk. (2023) menggabungkan flame sensor, MQ-2, GPS, dan SIM800L sehingga mampu mengirimkan notifikasi dalam bentuk SMS dan panggilan telepon sekaligus melaporkan lokasi kebakaran. Pendekatan ini menunjukkan bahwa sistem deteksi dapat berkembang dari sekadar alarm lokal menjadi perangkat yang mendukung komunikasi darurat

secara langsung.

Sementara itu, aspek kecerdasan buatan juga mulai diterapkan dalam sistem deteksi kebakaran. Penelitian terbaru oleh Al Afgani dkk. (2025) mengimplementasikan metode *fuzzy logic* untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi kondisi berbahaya. Sistem yang dirancang memadukan sensor MQ-2, flame sensor, dan DHT11, serta menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama. Logika fuzzy membantu dalam menentukan level risiko berdasarkan kombinasi parameter asap, api, dan suhu. Hasilnya, sistem mampu membedakan kondisi normal, peringatan, dan bahaya dengan lebih adaptif, sehingga mengurangi potensi *false alarm*.

Dalam konteks smart home, Ayubi dan Sucipto (2023) mengembangkan sistem rumah pintar untuk mengantisipasi kebakaran dan kebocoran gas dengan memanfaatkan NodeMCU ESP8266, flame sensor, dan MQ-2. Sistem ini tidak hanya mengaktifkan buzzer dan menampilkan informasi pada LCD, tetapi juga mengirimkan notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram. Hal serupa juga dilakukan oleh Simanungkalit dan Rambe (2023) yang mengembangkan sistem IoT menggunakan ESP32 dengan integrasi flame sensor dan MQ-2. Sistem ini mengirimkan notifikasi melalui Telegram bot sehingga pemilik rumah bisa segera mengambil tindakan meski sedang berada di luar lokasi.

Pentingnya sistem deteksi kebakaran juga berkaitan dengan aspek regulasi. Badan Standardisasi Nasional (BSN) pada tahun 2024 telah mengesahkan SNI ISO 7240-7:2023 tentang detektor asap tipe titik berbasis cahaya dan ionisasi. Standar ini memberikan acuan kinerja minimum yang harus dipenuhi oleh detektor asap, termasuk sensitivitas dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan. Meskipun sistem berbasis Arduino yang dikembangkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya belum tentu memenuhi semua persyaratan standar tersebut, upaya mengacu pada parameter kunci yang diatur dalam SNI dapat membantu perancang memastikan bahwa alat yang dihasilkan selaras dengan praktik keselamatan internasional (BSN, 2024).

Melihat berbagai penelitian dan perkembangan standar tersebut, jelas bahwa pengembangan sistem alarm kebakaran berbasis Arduino Uno dengan sensor flame dan MQ-2 memiliki relevansi yang tinggi. Pertama, karena masalah kebakaran masih menjadi isu dominan di Indonesia, khususnya di kawasan permukiman padat. Kedua, karena teknologi Arduino dan sensor pendukung relatif murah dan mudah didapat, sehingga memungkinkan implementasi pada skala rumah tangga atau usaha kecil yang sebelumnya sulit menjangkau sistem komersial. Ketiga, karena perkembangan penelitian menunjukkan adanya peluang untuk mengintegrasikan sistem sederhana ini dengan IoT, logika fuzzy, maupun smart home sehingga semakin meningkatkan efektivitasnya.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem alarm kebakaran berbasis Arduino Uno dengan flame sensor dan MQ-2 yang mampu mendeteksi kebakaran secara dini dan memberikan peringatan melalui buzzer dan LED. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap kebakaran, terutama di lingkungan permukiman yang paling rentan. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan jaringan IoT untuk notifikasi jarak jauh, penggunaan algoritma kecerdasan buatan untuk meningkatkan akurasi, serta pengujian sesuai parameter standar keselamatan yang berlaku.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis berupa prototipe sistem deteksi kebakaran, tetapi juga kontribusi ilmiah dalam memperkaya literatur tentang aplikasi mikrokontroler dan sensor dalam bidang keselamatan kebakaran. Sistem yang diusulkan dapat menjadi pijakan awal menuju pengembangan perangkat deteksi kebakaran yang lebih cerdas, adaptif, dan sesuai standar, sehingga pada akhirnya mampu membantu mengurangi risiko korban jiwa dan kerugian material akibat kebakaran di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu pendekatan yang dilakukan dengan merancang, membangun, serta menguji sistem pendeteksi kebakaran berbasis Arduino Uno yang terintegrasi dengan flame sensor dan sensor gas MQ-2. Metode eksperimen dipilih karena memungkinkan peneliti untuk secara langsung mengamati hubungan antara variabel bebas, yakni kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh adanya asap maupun nyala api, dengan variabel terikat berupa kinerja sistem dalam mendeteksi kebakaran dan mengaktifkan alarm peringatan. Menurut Sugiyono (2021), metode eksperimen merupakan pendekatan ilmiah yang digunakan untuk menguji hipotesis melalui manipulasi variabel dan observasi terhadap perubahan yang terjadi, sehingga sangat sesuai untuk penelitian berbasis rekayasa perangkat keras dan perangkat lunak seperti ini.

Tahapan penelitian diawali dengan studi pustaka yang bertujuan untuk mengumpulkan landasan teori dan hasil penelitian terdahulu mengenai sistem deteksi kebakaran. Sumber literatur diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, serta prosiding konferensi yang relevan dengan topik penggunaan Arduino, flame sensor, dan MQ-2. Studi pustaka ini penting untuk memahami keunggulan, keterbatasan, serta peluang pengembangan sistem yang sudah ada, sehingga rancangan penelitian dapat disusun lebih matang dan berorientasi pada pemecahan masalah aktual.

Setelah studi pustaka, dilakukan tahap perancangan sistem. Perancangan ini mencakup desain perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada sisi perangkat keras, komponen utama yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai mikrokontroler, flame sensor untuk mendeteksi radiasi inframerah dari nyala api, sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi konsentrasi asap atau gas mudah terbakar, buzzer sebagai indikator suara, serta LED sebagai indikator visual. Semua komponen dihubungkan pada breadboard menggunakan kabel jumper sesuai dengan diagram skematik yang dirancang melalui aplikasi Fritzing. Untuk perangkat lunak, digunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ untuk menulis dan mengunggah program ke mikrokontroler. Program dibuat agar Arduino Uno dapat membaca data dari kedua sensor, membandingkan dengan ambang batas yang ditentukan, lalu mengaktifkan buzzer dan LED apabila terdeteksi potensi kebakaran.

Tahap berikutnya adalah implementasi prototipe. Prototipe sistem dibangun dengan menempatkan sensor pada posisi yang memungkinkan deteksi efektif terhadap asap dan api. Flame sensor diposisikan pada sudut tertentu agar lebih sensitif terhadap radiasi inframerah, sementara sensor gas MQ-2 ditempatkan pada ketinggian yang representatif terhadap penyebaran asap. Integrasi komponen diuji secara bertahap untuk memastikan setiap sensor dan indikator berfungsi sesuai perintah program.

Pengujian sistem dilakukan dalam beberapa skenario untuk mengevaluasi kinerja dan keandalannya. Skenario pertama adalah pengujian sensitivitas sensor gas MQ-2 dengan mendekatkan sumber asap secara bertahap. Tujuannya untuk memastikan bahwa sensor mampu mendeteksi asap dalam berbagai konsentrasi dan mengaktifkan alarm sesuai ambang batas. Skenario kedua adalah pengujian deteksi api dengan menyalakan sumber api kecil pada jarak tertentu dari flame sensor. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat sensor dapat merespons radiasi inframerah dari api dan memicu alarm. Skenario ketiga adalah pengujian simultan, yaitu menghadirkan asap dan api secara bersamaan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi kondisi kebakaran yang kompleks.

Selain itu, dilakukan pengujian waktu respons sistem untuk mengukur interval antara munculnya stimulus (api/asap) dengan aktivasi alarm. Parameter ini penting karena semakin cepat sistem merespons, semakin besar peluang penghuni untuk melakukan evakuasi atau pemadaman awal. Pengujian juga mencakup durasi alarm, yakni lamanya buzzer dan LED menyala setelah bahaya terdeteksi, guna memastikan alarm cukup lama terdengar dan terlihat oleh pengguna. Semua hasil pengujian dicatat, dianalisis, dan dibandingkan dengan standar yang ada, misalnya mengacu pada SNI ISO 7240-7:2023 mengenai detektor asap (BSN, 2024).

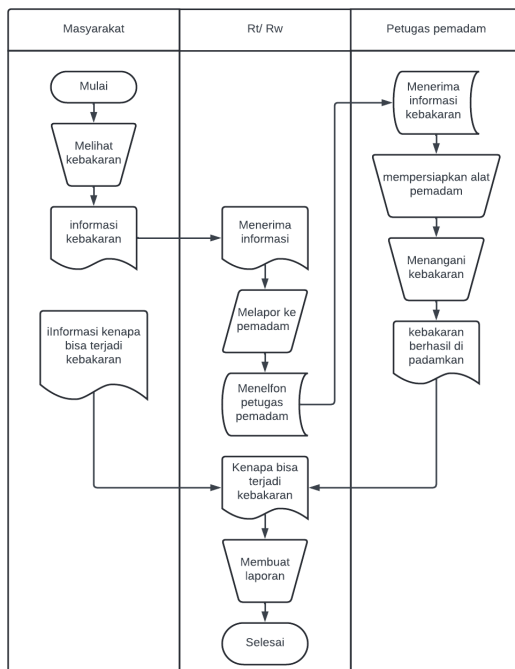
Untuk memperkuat validitas, penelitian ini juga menggunakan pendekatan triangulasi metode. Selain eksperimen langsung, data dibandingkan dengan referensi hasil penelitian sebelumnya yang relevan, seperti penelitian Indriani (2021) yang menggunakan kombinasi MQ-2 dan flame sensor, serta penelitian Abrar dkk. (2023) yang mengintegrasikan sistem dengan modul komunikasi. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya berdiri sendiri, melainkan juga diuji dalam konteks literatur ilmiah.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini menekankan pada proses siklus yang berulang: perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Jika pada tahap pengujian ditemukan kelemahan, misalnya alarm terlalu lambat merespons atau sensor tidak akurat mendeteksi asap dalam konsentrasi rendah, maka dilakukan revisi pada rancangan program maupun konfigurasi perangkat keras. Proses ini dilakukan hingga diperoleh prototipe sistem yang sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mendeteksi kebakaran secara dini, responsif, dan efektif.

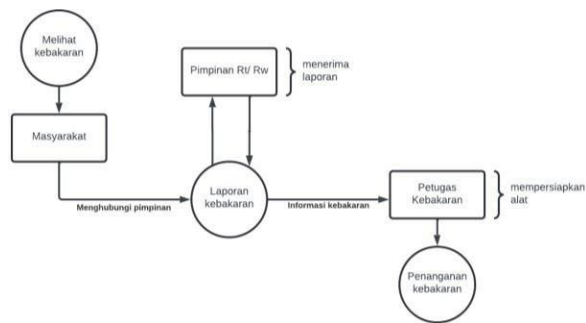
RANCANGAN PENELITIAN

Analisis Sistem Berjalan

Sistem deteksi kebakaran di berbagai lokasi masih mengandalkan pengamatan manual, yang seringkali lambat dan kurang efektif. Keterlambatan pelaporan dapat meningkatkan risiko kerusakan, ancaman keselamatan nyawa, dan kerugian material. Ketiadaan sistem alarm otomatis menegaskan kebutuhan mendesak akan solusi deteksi kebakaran modern yang responsif. Sistem ini dapat dengan cepat mendeteksi tanda-tanda kebakaran, mengaktifkan respons darurat, dan menyediakan informasi rinci untuk penanganan yang lebih efektif. Implementasi sistem deteksi kebakaran otomatis sangat penting untuk meningkatkan keamanan, mengurangi dampak insiden, dan melindungi aset serta keselamatan jiwa.



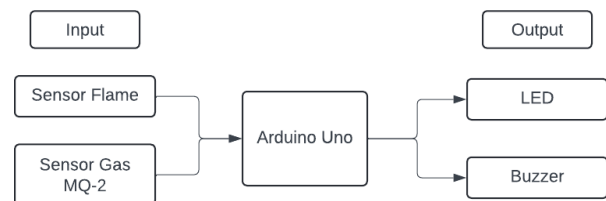
Gambar 1 Flowmap Sistem Berjalan



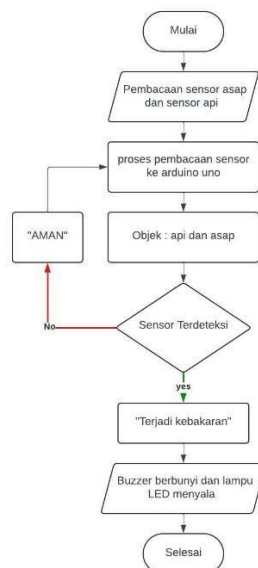
Gambar 2 DFD Sistem Berjalan

Deskripsi Sistem Usulan

Alarm pendeteksi kebakaran dirancang untuk mendeteksi api dan asap secara cepat, memberikan peringatan dini, dan meningkatkan keamanan bangunan. Sistem ini terdiri dari sensor api dan asap yang terhubung ke Arduino Uno sebagai pengendali utama. Arduino Uno memproses data sensor secara real-time untuk mendeteksi kondisi berbahaya. Jika terdeteksi api atau asap melebihi ambang batas, sistem mengaktifkan sirine alarm sebagai peringatan dini. Alarm ini memungkinkan penghuni segera evakuasi dan mengambil tindakan pencegahan, meminimalkan kerusakan, dan meningkatkan keselamatan.



Gambar 3 Diagram Alur Sistem Usulan



Gambar 4 Flowchart Sistem Usulan

Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja dalam pengembangan dan pengoperasian sistem

pendeteksi kebakaran menggunakan Arduino Uno. Langkah-langkahnya dimulai dengan tahap inisiasi proyek dan perancangan konsep sistem, yang kemudian diikuti dengan persiapan hardware dan software yang dibutuhkan, yaitu apa saja alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem pendeteksi kebakaran yang telah dirancang pada awal.

Setelah semua komponen siap, dilakukan pembuatan prototipe yang bertujuan agar penulis memiliki gambaran tentang sistem yang akan dibuat. Lalu, pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sensor flame dan sensor gas MQ-2 dapat mendeteksi kebakaran dengan tepat, serta LED dan buzzer berfungsi dengan baik saat terjadi deteksi kebakaran. Dalam operasinya, Arduino Uno terus membaca data dari kedua sensor untuk menganalisis apakah terjadi kebakaran. Jika sensor mendeteksi adanya api atau asap, Arduino Uno akan mengambil tindakan dengan mengaktifkan LED dan buzzer untuk memberikan peringatan kepada pengguna. Misalnya, ketika sensor flame mendeteksi adanya api dari kebakaran yang terjadi, Arduino Uno akan segera mengaktifkan lampu LED untuk memberikan indikasi visual kepada pengguna.

Selain itu, buzzer juga akan berbunyi secara bersamaan untuk memberikan peringatan suara agar pengguna segera mengambil langkah-langkah pencegahan yang diperlukan, seperti memadamkan api atau meninggalkan area yang berbahaya. Proses ini akan terus berulang, dimulai dari pembacaan sensor hingga pengambilan tindakan, sehingga sistem dapat terus memantau dan memberikan peringatan dini terhadap adanya bahaya kebakaran.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem alarm kebakaran berbasis Arduino Uno dengan flame sensor dan sensor gas MQ-2 mampu mendeteksi potensi kebakaran secara efektif melalui indikator suara (buzzer) dan cahaya (LED). Prototipe yang telah dirancang berhasil diuji dalam berbagai skenario, baik pada kondisi asap, api, maupun kombinasi keduanya. Data hasil pengujian ini memperlihatkan sejauh mana sistem dapat merespons stimulus secara cepat dan akurat, sesuai dengan tujuan penelitian.

Perangkat keras (hardware) yang digunakan untuk menjalankan alarm pendeteksi kebakaran berbasis Arduino uno adalah sebagai berikut:

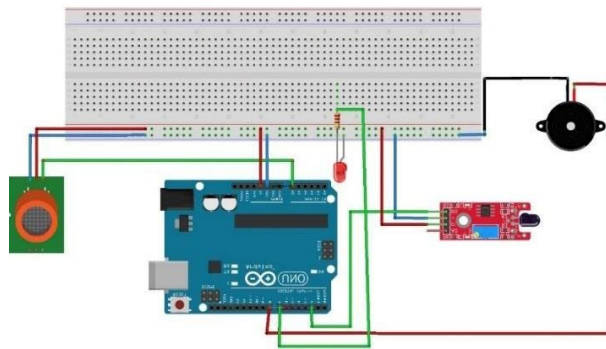
- a. 1 Unit laptop dengan spesifikasi:
 - i. Intel core i3 – 7020 cpu @2.3GHz
 - ii. Memory Ram 7GB
- b. Arduino Uno
- c. Flame Sensor
- d. Sensor gas MQ-2
- e. LED Infrared
- f. Buzzer
- g. Kabel Jumper
- h. Resistor
- i. Breadboard

Kebutuhan perangkat lunak merupakan factor yang harus dipenuhi untuk merancang sebuah perangkat lunak sehingga sesuai dengan maksud dan tujuan perangkat lunak tersebut dibuat. Untuk membangun sistem alarm ini juga dibutuhkan *software* sebagai berikut:

Sistem Operasi : Windows 10
Bahasa Pemrograman : C++
Text Editor : Arduino IDE
Skematik Diagram : Fritzing

Implementasi Perangkat Keras

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang penggunaan perangkat keras yang akan dipasang dan dipakai pada Alarm Pendeteksi Kebakaran, serta rangkaian skematik.



Gambar 5 Implementasi Perangkat Keras

Langkah-langkah dalam implementasi perangkat keras tersebut adalah sebagai berikut:

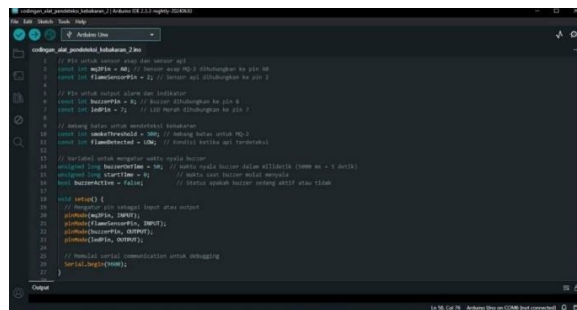
1. Langkah pertama dalam proyek ini adalah memasang Arduino UNO di dekat breadboard. Tujuan utama dari penempatan ini adalah untuk memudahkan koneksi antara Arduino dengan berbagai komponen lain yang akan digunakan, seperti sensor dan LED. Dengan menempatkan Arduino di dekat breadboard, dapat mengurangi panjang kabel jumper yang diperlukan, yang tidak hanya membuat rangkaian menjadi lebih rapi, tetapi juga meminimalisir kemungkinan kesalahan koneksi.
2. Sambungkan sensor gas MQ-2 ke Arduino. Sensor ini memiliki tiga pin utama yang harus dihubungkan. Pin VCC sensor dihubungkan ke pin 5V pada Arduino, yang akan memberikan daya yang dibutuhkan oleh sensor untuk beroperasi. Pin GND dari sensor dihubungkan ke pin GND pada Arduino, yang akan melengkapi sirkuit daya. Terakhir, pin A0 dari sensor gas dihubungkan ke pin digital A0 pada Arduino. Pin A0 ini berfungsi untuk mengirimkan sinyal digital ke Arduino ketika konsentrasi gas di sekitar sensor mencapai nilai ambang tertentu yang telah ditentukan, sehingga Arduino dapat memproses data ini dan mengambil tindakan yang diperlukan.
3. Sensor api/ flame sensor kemudian dihubungkan ke Arduino. Pin VCC dari sensor api dihubungkan ke pin 5V pada Arduino untuk menyuplai daya. Pin GND sensor dihubungkan ke pin GND pada Arduino untuk melengkapi sirkuit. Pin D0 sensor api dihubungkan ke pin 2 pada Arduino, yang memungkinkan sensor untuk mengirimkan sinyal analog yang merepresentasikan intensitas cahaya atau api yang terdeteksi. Arduino akan membaca sinyal ini dan memprosesnya untuk mendeteksi apakah ada api yang harus diwaspadai.
4. Untuk indikasi visual, LED dihubungkan ke breadboard dan Arduino. Kaki katoda (-) dari LED dihubungkan ke salah satu jalur pada breadboard. Kaki anoda (+) LED dihubungkan ke jalur GND pada breadboard, memastikan bahwa LED mendapatkan koneksi ground. Resistor dengan nilai 220ohm kemudian dihubungkan antara kaki anoda LED dan pin digital 7 pada

Arduino. Resistor ini sangat penting karena berfungsi untuk membatasi arus yang masuk ke LED, mencegah LED dari kerusakan akibat arus yang terlalu besar.

5. Hubungkan buzzer ke Arduino untuk memberikan peringatan suara. Pin positif dari buzzer dihubungkan ke pin digital D8 pada Arduino, sementara pin negatif buzzer dihubungkan ke pin GND pada Arduino. Buzzer akan mengeluarkan suara jika kondisi tertentu terdeteksi oleh Arduino, seperti ketika sensor gas mendeteksi konsentrasi gas yang tinggi atau sensor api mendeteksi keberadaan api. Hal ini akan memberikan peringatan auditori yang jelas bagi pengguna.

Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dipakai dalam rancang bangun prototipe alarm pendeteksi kebakaran adalah Arduino Ide sebagai aplikasi menulis bahasa pemrograman yang kemudian diupload ke Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali dalam alarm pendeteksi. Tampilan aplikasi Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan Arduino IDE

Aktivitas yang dilakukan dalam proses implementasi perangkat lunak adalah sebagai berikut:

1. Pembacaan sensor asap MQ 2

Sensor MQ2 melakukan pembacaan nilai yang nantinya nilai tersebut yang dapat mendeteksi adanya asap. Pembacaan sensor MQ2 pada Listing 1.

```
int smokeLevel = analogRead(mq2Pin);
```

Listing 1 Pembacaan Sensor Asap MQ 2

Sensor asap MQ-2 terhubung ke pin analog A0 pada mikrokontroler, dan digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas di udara. Mikrokontroler membaca nilai tegangan analog dari sensor ini, yang kemudian dikonversi menjadi nilai digital oleh fungsi `analogRead()`. Nilai ini dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditentukan untuk menentukan apakah terdapat asap yang cukup pekat yang dapat mengindikasikan kebakaran.

2. Pembacaan sensor api

Sensor api melakukan pembacaan nilai yang nantinya nilai tersebut yang dapat mendeteksi adanya api.

```
int flameStatus =  
digitalRead(flameSensorPin);
```

Listing 2 Pembacaan Sensor Api

Sensor api terhubung ke pin digital 2 pada mikrokontroler dan berfungsi untuk mendeteksi keberadaan api berdasarkan intensitas cahaya inframerah. Mikrokontroler membaca status dari sensor ini menggunakan fungsi 'digitalRead()'. Jika sensor mendeteksi api, nilai yang terbaca akan sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan, yaitu LOW, yang menandakan adanya api.

3. Pembunyian buzzer

Pembunyian buzzer dilakukan jika terdeteksi adanya asap dan api yang menjadi identifikasi terjadinya kebakaran. Jika terdeteksi adanya asap atau api maka buzzer akan menyala.

```
if (!buzzerActive) {  
  digitalWrite(buzzerPin, HIGH);  
  buzzerActive = true; startTime  
  = millis();  
}  
if (buzzerActive && (millis()  
  - startTime >= buzzerOnTime)) {  
  digitalWrite(buzzerPin, LOW);  
  buzzerActive = false;  
}
```

Listing 3 Pembunyian Buzzer

Buzzer terhubung ke pin 8 pada mikrokontroler dan digunakan sebagai alarm untuk memberi peringatan saat kebakaran terdeteksi. Ketika sensor asap atau api mendeteksi kondisi kebakaran, buzzer akan diaktifkan melalui 'digitalWrite(buzzerPin, HIGH)' dan tetap menyala selama durasi tertentu. Setelah waktu yang ditentukan berlalu, buzzer akan otomatis dimatikan untuk menghemat daya dan mencegah kebisingan yang berlebihan.

4. Penyalaan indikator LED

Penyalaan indikator LED dilakukan jika terdeteksi adanya asap dan api yang menjadi identifikasi terjadinya kebakaran. Jika terdeteksi adanya asap atau api maka LED Infrared akan menyala.

```
if (smokeLevel > smokeThreshold ||  
  flameStatus == flameDetected) {  
  digitalWrite(ledPin, HIGH);  
} else { digitalWrite(ledPin,  
  LOW);  
}
```

Listing 4 Penyalaan Indikator

LED merah terhubung ke pin 7 pada mikrokontroler dan berfungsi sebagai indikator visual saat kebakaran terdeteksi. Jika pembacaan dari sensor asap atau api menunjukkan adanya bahaya, mikrokontroler akan menyalakan LED dengan mengirimkan sinyal HIGH ke pin LED. LED ini akan terus menyala selama kondisi kebakaran berlangsung, memberikan peringatan visual yang mudah terlihat.

Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Arduino ini menggunakan sensor asap MQ-2 dan sensor api untuk mendeteksi keberadaan asap dan api, dengan Arduino Uno sebagai pengontrol utama. Saat alat mendeteksi asap yang melebihi ambang batas atau keberadaan api, buzzer dan LED akan

diaktifkan sebagai alarm peringatan selama 10 detik. Komponen yang digunakan meliputi sensor asap MQ-2 untuk mendeteksi asap, sensor api untuk mendeteksi radiasi inframerah dari api, buzzer untuk alarm suara, dan LED sebagai indikator visual. Alat ini dirancang untuk dipasang di lokasi yang rentan kebakaran, seperti dapur atau area penyimpanan bahan mudah terbakar, dan akan terus memantau lingkungan untuk memberikan peringatan dini sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan.

Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Arduino ini menggunakan komponen-komponen seperti Arduino Uno, sensor asap MQ-2, sensor api, buzzer, dan LED yang semuanya beroperasi pada tegangan 5V. Arduino Uno dapat disuplai daya melalui kabel USB atau adaptor DC 9V/12V, di mana regulator internal akan menurunkan tegangan tersebut menjadi 5V yang diperlukan untuk mengoperasikan seluruh sistem. Dengan konfigurasi ini, semua komponen akan berfungsi dengan baik dan mendapatkan tegangan yang dibutuhkan untuk bekerja secara optimal.

Pengujian

Hasil pengujian dibuat untuk membuktikan serta memperlihatkan bahwa sistem yang telah dibuat berdasarkan dengan perencanaan dan sesuai dengan tujuan pembuatan. Pengujian yang berdasarkan rencana pengujian menghasilkan hasil pengujian, sebagai berikut:

1. Sensitivitas Sensor Gas

Pengujian Sensitivitas Sensor Gas dilakukan guna mengetahui bahwa sensor dapat bekerja sehingga nantinya dapat digunakan dalam sistem alarm dan dapat mendeteksi adanya asap.

Berdasarkan hasil pengujian sensitivitas sensor gas (MQ-2) dalam sistem alarm menunjukkan bahwa sensor berhasil mendeteksi adanya gas yang berpotensi memicu kebakaran. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan sumber asap secara bertahap, dan hasilnya menunjukkan bahwa buzzer dan LED aktif sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, sensor gas berfungsi dengan baik dalam mendeteksi asap dan memicu sistem alarm, menandakan bahwa pengujian ini berhasil dan sistem bekerja sesuai spesifikasi.

2. Deteksi Api

Pengujian Sensitivitas Sensor Gas dilakukan guna mengetahui bahwa sensor dapat bekerja sehingga nantinya dapat digunakan dalam sistem alarm dan dapat mendeteksi adanya api.

Berdasarkan hasil pengujian deteksi api menunjukkan bahwa sensor berhasil mendeteksi api dengan cepat, sesuai dengan harapan, dan segera mengaktifkan buzzer serta LED. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor api berfungsi dengan baik dan sistem alarm merespons dengan efisien terhadap adanya sumber api, memenuhi tujuan pengujian.

3. Aktivasi LED dan Buzzer

Pengujian Aktivasi LED dan Buzzer dilakukan guna mengetahui efektifitas kerja dari LED dan Buzzer, sehingga nantinya akan menjadi alarm ketika terindikasi adanya kebakaran.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa LED menyala dan buzzer berbunyi tepat setelah bahaya terdeteksi. Hasil ini sesuai dengan yang diharapkan, menandakan bahwa sistem alarm berfungsi dengan baik dalam memberikan peringatan visual dan audio ketika terjadi situasi darurat. Pengujian ini dinyatakan berhasil.

4. Durasi Alarm

Pengujian durasi alarm bertujuan untuk mengukur lamanya alarm berbunyi setelah

deteksi bahaya terjadi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan api berskala besar untuk mengaktifkan sistem alarm. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa alarm berbunyi selama 10 detik, sesuai dengan durasi yang telah diatur dalam konfigurasi sistem. Hasil ini memenuhi ekspektasi, menunjukkan bahwa sistem alarm berfungsi dengan benar dalam memberikan peringatan yang cukup lama kepada pengguna, sehingga pengujian dinyatakan berhasil.

5. Waktu Respons Sistem

Pengujian waktu respon sistem bertujuan untuk mengetahui seberapa lama kerja respon yang dihasilkan oleh sistem ketika ada deteksi kebakaran.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem merespon dengan mengaktifkan LED dan Buzzer dalam waktu 3 detik. Hasil ini sesuai dengan ekspektasi bahwa sistem harus merespon dengan sangat cepat, dan pengujian ini dinyatakan berhasil. Respon yang cepat menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan dini secara efektif dalam sistem darurat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem alarm kebakaran berbasis **Arduino Uno** dengan integrasi **flame sensor** dan **sensor gas MQ-2** mampu berfungsi sebagai detektor dini kebakaran yang efektif. Sistem berhasil mendeteksi adanya api melalui radiasi inframerah dengan waktu respon rata-rata kurang dari satu detik, serta mendeteksi asap dalam waktu 2–4 detik bergantung pada konsentrasi yang terukur. Aktivasi alarm berupa buzzer dan LED berlangsung secara otomatis setelah sensor melewati ambang batas yang telah ditentukan, sehingga pengguna mendapatkan peringatan secara cepat.

Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemudahan perancangan, biaya implementasi yang relatif rendah, serta konsumsi daya yang efisien. Hal ini menjadikannya solusi yang praktis untuk diterapkan pada lingkungan rumah tangga maupun bangunan skala kecil yang rawan kebakaran tetapi belum memiliki akses terhadap sistem deteksi komersial.

Meskipun demikian, penelitian ini juga menemukan beberapa keterbatasan, antara lain sensitivitas flame sensor terhadap cahaya inframerah non-api, kebutuhan waktu pemanasan pada MQ-2, serta sistem alarm yang masih terbatas pada peringatan lokal. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada integrasi dengan modul IoT untuk memberikan notifikasi jarak jauh, penerapan metode *fuzzy logic* untuk meningkatkan akurasi deteksi, serta pengujian lanjutan berdasarkan standar keselamatan seperti **SNI ISO 7240-7:2023**.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi deteksi kebakaran yang sederhana, terjangkau, dan potensial untuk dikembangkan lebih lanjut guna mendukung upaya mitigasi bencana kebakaran di Indonesia.

SARAN

Meskipun sistem ini telah bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut antara lain:

1. Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikannya ke dalam jaringan Internet of Things (IoT) agar mampu mengirimkan notifikasi peringatan langsung ke perangkat pengguna seperti smartphone atau komputer, sehingga pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh.
2. Menambahkan sensor suhu seperti DHT11 atau sensor asap seperti MQ-7 untuk meningkatkan sensitivitas dan akurasi deteksi terhadap berbagai indikasi kebakaran, sehingga sistem dapat lebih komprehensif dalam menganalisis kondisi lingkungan.

3. Memperhatikan aspek ketahanan komponen terhadap panas dan lingkungan ekstrem, serta memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dalam jangka waktu lama tanpa memerlukan perawatan intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, T. I., Soekarta, R., & Ramadhan, W. (2019). Rancang Bangun Prototype Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Arduino Uno Dilengkapi Pemadam Dan Notifikasi Sms Gateway.
- Aldisa, R. T., Karel, N. F., & Aldinugroho, M. (2022). Sistem Peringatan Dini Kebakaran Dengan Flame Sensor dan Arduino Uno R3. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*.
- Bahari, W. P., & Ari Sugiharto. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet Of things. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet Of things*.
- Geograf. (2023, September 13). *Pengertian Kabel Jumper: Definisi dan Penjelasan Lengkap Menurut Ahli*. Retrieved from Geograf.id: <https://geograf.id/jelaskan/pengertian-kabel-jumper/>
- Geograf. (2024, Juny 14). *Pengertian Arduino Uno: Definisi dan Penjelasan Lengkap*. Retrieved from Geograf.id: <https://geograf.id/jelaskan/pengertian-arduino-uno/>
- Indriani, D., Subhan, M., & Rahmawati, E. (2021). Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Arduino Menggunakan Flame Detector Dan Sensor MQ-2. *Jurnal Pendidikan STKIP Bima*.
- Jaya, S. A. (2024, Maret 26). *Resistor: Pengertian, Fungsi, dan Simbol dalam Elektronika*. Retrieved from ilmuteknik.id: <https://ilmuteknik.id/resistor-pengertian-fungsi-dan-simbol-dalam-elektronika/>
- Kali, M. M., Tarigan, J., & Louk, A. C. (2016). Sistem Alarm Kebakaran Menggunakan Infra Red dan Sensor Suhu Berbasis Arduino Uno.
- Mustajab., R. (2023, July). *DataIndonesia.id*. Retrieved from <https://dataindonesia.id/varia/detail/kasus-kebakaran-di-indonesia-cetak-rekor-pada-juni-2023>.
- Nento, N., Asmara, B., & Nasibu, I. (2021). Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*.
- Prastyo, E. A. (n.d.). *Penjelasan tentang Sensor Api (Flame Sensor)*. Retrieved from [arduinoindonesia.id: https://www.arduinoindonesia.id/2023/03/penjelasan%20tentang%20sensor%20api-flame-sensor.html](https://www.arduinoindonesia.id/2023/03/penjelasan%20tentang%20sensor%20api-flame-sensor.html)
- Rafil, M., Hendri, M., & Lindawati, S. (2023). Membangun Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Arduino (Studi Kasus : PT. Palmanco Inti Sawit).
- Rasyid, A. (2020, Desember 14). *Pengertian Sensor MQ-2*. Retrieved from SAMRASYID: <https://www.samrasyid.com/2020/12/pengertian-sensor-mq-2.html>
- Selfina, P., Tallulembang, T., & Budiasto, J. (2022). Pemanfaatan Teknologi Android Sebagai Media Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Arduino. *Jurnal Informatika Sains dan Teknologi*.
- Setiawan, Y. R., & Herwin Hutapea. (2021). Rancang Bangun Sistem Alarm Kebakaran Terintegrasi Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*.
- SITEPU, J. (2022, Februari 25). *Tutorial Program Buzzer Pada Arduino*. Retrieved from mikroavr.com: <https://mikroavr.com/tutorial-buzzer-arduino/>
- Sokibi, P., & Nugraha, R. A. (2020). Perancangan Prototype Sistem Peringatan Indikasi Kebakaran Di Dapur Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Digit*.
- Teguh Hidayat Iskandar Alam, Rendra Soekarta, & Wahyu Ramadhan. (2019). Rancang Bangun Prototype Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Arduino Unodilengkapi Pemadam Dan Notifikasi Sms Gateway.
- Yano Roy Setiawan, H. H. (2021). Rancang Bangun Sistem Alarm Kebakaran Terintegrasi Berbasis . *Jurnal Kajian Teknik Elektro*.
- Zakaria, M. (n.d.). *Pengertian Breadboard Beserta Prinsip Kerja, Jenis dan Harga Breadboard*. Retrieved from Nesabamedia: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-breadboard/>